



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACION**

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

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA  
APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL  
ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR - CARABAYLLO”**

**TESIS PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO**

**AUTOR**

**ERICK JEFFERSON GÓMEZ FUERTES**

**ASESOR**

**MG. CARMEN LUZ VENTURA BARRERA**

**JURADO**

**DR. RAÚL MÉNDEZ GUTIÉRREZ**

**MG. GLADYS ROJAS LEÓN**

**MG. JOSÉ TOMAS MENDOZA GARCÍA**

**LIMA- PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien me guió y acompañó en todo momento, junto al apoyo de mis padres quienes forjaron en mí valores como la perseverancia, profesionalismo y mucha fe, la cual se vio reflejada en la culminación de este arduo y gratificante trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios el cual hizo que por voluntad propia se desarrolle la presente investigación.

A mi familia, especialmente a mis padres quienes con sus sabios consejos y muchos ánimos hicieron que la meta sea alcanzada.

A mi asesora Mg. Carmen Luz Ventura Barrera, quien me brindo su valioso tiempo y conocimientos en todo el trayecto de la investigación.

A mi querida alma mater Universidad Nacional Federico Villarreal, en la cual culmine la excelentísima carrera de Ingeniería Geográfica, a la cual le estoy muy agradecido por todos los conocimientos aprendidos.

A los docentes informantes por darme las pautas y recomendaciones para realizar una mejor presentación de la presente tesis.

A los amigos quienes me brindaron de una u otra manera su apoyo en el transcurso de este sacrificado estudio.

A la municipalidad de Carabaylo, la cual me proporcionó la base de datos cartográfica del distrito. Asimismo, a la población del asentamiento humano La Flor quienes me brindaron los medios, información y tiempo suficiente para el desarrollo de la investigación

## INDICE

<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Planteamiento y formulación del problema</b>	<b>4</b>
1.1.1. Planteamiento del Problema	4
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.2.1. Problema general	5
1.1.2.2. Problemas específicos	6
<b>1.2. Antecedentes</b>	<b>6</b>
1.2.1. Antecedentes Nacionales	6
1.2.2. Antecedentes Internacionales	8
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>10</b>
1.3.1. Objetivo General	10
1.3.2. Objetivos Específicos	10
<b>1.4. Justificación</b>	<b>11</b>
<b>1.5. Importancia</b>	<b>12</b>
<b>1.6. Hipótesis</b>	<b>13</b>
1.6.1. Hipótesis General	13
1.6.2. Hipótesis Específica	13
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Base Teórica</b>	<b>14</b>
2.1.1. Desastres	14



2.1.2. Sismos	14
2.1.2.1. Parámetros Sísmicos	15
2.1.2.2. Sismicidad en el Perú	17
2.1.2.3. Microzonificación Sísmica	20
2.1.3. Vulnerabilidad	21
2.1.3.1. Tipos de vulnerabilidad	23
2.1.3.2. Vulnerabilidad sísmica	24
2.1.3.3. Evaluación de vulnerabilidad	24
2.1.3.4. Factores de la vulnerabilidad	25
2.1.4. Proceso Analítico Jerárquico (PAJ)	31
2.1.4.1. Ventajas del AHP	32
2.1.4.2. Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico	33
2.1.5. Sistema de Información Geográfica (SIG)	38
2.1.5.1. Componentes de un SIG	38
2.1.5.2. Funciones de un SIG	39
2.1.5.3. Almacenamiento de la información	39
2.1.5.4. ArcGIS	40
2.1.5.5. Geoprocesamiento	41
2.1.5.6. Análisis de la vulnerabilidad mediante tecnología SIG	43
<b>2.2. Base Legal</b>	<b>43</b>
<b>2.3. Marco Institucional</b>	<b>44</b>
<b>2.4. Definición de términos Básicos</b>	<b>46</b>
<b>III. METODOS</b>	<b>49</b>

<b>3.1. Tipo de investigación</b>	<b>49</b>
3.1.1. Nivel de investigación	50
3.1.2. Diseño de investigación	50
<b>3.2. Ámbito temporal y espacial</b>	<b>50</b>
3.2.1. Ámbito Temporal	50
3.2.2. Ámbito espacial	50
<b>3.3. Variables</b>	<b>51</b>
<b>3.4. Población y muestra</b>	<b>52</b>
3.4.1. Población	52
3.4.2. Muestra	52
<b>3.5. Instrumentos</b>	<b>52</b>
3.5.1. Equipo y software	52
3.5.2. Materiales	53
<b>3.6. Procedimientos</b>	<b>54</b>
<b>3.7. Análisis de Datos</b>	<b>58</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>59</b>
<b>4.1. Descripción del área de estudio</b>	<b>59</b>
<b>4.2. Determinación del nivel de la Vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud</b>	<b>62</b>
4.2.1. Estructura conceptual para la determinación del nivel de la vulnerabilidad	62
4.2.2. Determinación del nivel de la dimensión física ante un sismo de gran magnitud	63

4.2.2.1. Determinación de los indicadores a evaluar de los sistemas constructivos	63
4.2.2.2. Evaluación de los parámetros de la dimensión física	81
4.2.2.2.1. Factor a evaluar: Exposición Física	82
4.2.2.2.2. Factor a evaluar: Fragilidad Física	82
4.2.2.2.3. Factor a evaluar: Resiliencia Física	99
4.2.3. Determinación del nivel de la dimensión social ante un sismo de gran magnitud	106
4.2.3.1. Determinación de los indicadores a evaluar de la Población	106
4.2.3.2. Evaluación de los parámetros de la dimensión social	114
4.2.3.2.1. Factor a evaluar: Exposición Social	115
4.2.3.2.2. Factor a evaluar: Fragilidad Social	115
4.2.3.2.3. Factor a evaluar: Resiliencia Social	129
4.2.4. Determinación del valor y rango de la vulnerabilidad	140
<b>4.3. Aplicación de los Modelos de Geo-procesamiento en el Sistema de Información Geográfica (GIS), para determinar los niveles de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabaylo.</b>	<b>143</b>
4.3.1. Aplicación del Model Builder para obtener el Nivel de la Dimensión Física	145
4.3.1.1. Aplicación del primer modelo: “M_IMPORTAR_DATOS_PFISICOS”	149
4.3.1.2. Aplicación del segundo modelo: “M_DIMENSIÓN_FÍSICA”	150
4.3.2. Aplicación del Model Builder para obtener el Nivel de la Dimensión Social	174
4.3.2.1. Aplicación del tercer modelo: “M_IMPORTAR_DATOS_PSOCIALES”	176
4.3.2.2. Aplicación del cuarto modelo: “M_DIMENSIÓN_SOCIAL”	177
4.3.3. Aplicación del Model Builder para determinar el Nivel de la Vulnerabilidad	202
4.3.3.1. Aplicación del quinto modelo: “M_VULNERABILIDAD”	202
<b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>206</b>

<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>210</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>213</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>214</b>
<b>IX. ANEXO</b>	<b>218</b>
<b>9.1. Panel Fotográfico.</b>	<b>218</b>
<b>9.2. Ficha y encuesta para la recopilación de información de campo.</b>	<b>225</b>
<b>9.3. Base de datos recopilados de campo de los parámetros de la vulnerabilidad</b>	<b>227</b>
<b>9.4. Matriz de Consistencia de la investigación</b>	<b>231</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros Sísmicos	16
Tabla 2 Terremotos ocurridos en el Perú en los últimos 100 años	19
Tabla 3 Tipos de Vulnerabilidad	23
Tabla 4 Dimensiones de la Vulnerabilidad	24
Tabla 5 Escala de Saaty	32
Tabla 6 Matriz de comparación de pares	34
Tabla 7 Matriz de Normalización	35
Tabla 8 Vector Priorización o Peso Ponderado	35
Tabla 9 Valores del índice aleatorio para distintas cantidades de descriptores	37
Tabla 10 Principales herramientas de Geo-procesamiento	42
Tabla 11 Identificación de las Variables	51
Tabla 12 Matriz de comparación de los parámetros de la Fragilidad Física	83
Tabla 13 Matriz de Normalización de los parámetros de la Fragilidad Física	84
Tabla 14 Peso Ponderado de los parámetros de la Fragilidad Física	84
Tabla 15 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Fragilidad Física	85
Tabla 16 Matriz de comparación del parámetro Principales Elementos Estructurales	86
Tabla 17 Matriz de Normalización del parámetro Principales Elementos Estructurales	86
Tabla 18 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Principales Elementos Estructurales	87
Tabla 19 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Principales Elementos Estructurales	87
Tabla 20 Matriz de comparación del parámetro Material Predominante en Paredes	88

Tabla 21 Matriz de Normalización del parámetro Material Predominante en Paredes	88
Tabla 22 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Material Predominante en Paredes	88
Tabla 23 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Material Predominante en Paredes	88
Tabla 24 Matriz de comparación del parámetro Material Predominante en Techos	89
Tabla 25 Matriz de Normalización del parámetro Material Predominante en Techos	89
Tabla 26 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Material Predominante en Techos	89
Tabla 27 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Material Predominante en Techos	90
Tabla 28 Matriz de comparación del parámetro Estado de Conservación	90
Tabla 29 Matriz de Normalización del parámetro Estado de Conservación	90
Tabla 30 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Estado de Conservación	91
Tabla 31 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Estado de Conservación	91
Tabla 32 Matriz de comparación del parámetro Antigüedad	91
Tabla 33 Matriz de Normalización del parámetro Antigüedad	92
Tabla 34 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Antigüedad	92
Tabla 35 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Antigüedad	92
Tabla 36 Matriz de comparación del parámetro Pendiente del Terreno	93
Tabla 37 Matriz de Normalización del parámetro Pendiente del Terreno	93
Tabla 38 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno	93

Tabla 39 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro	
Pendiente del Terreno	93
Tabla 40 Matriz de comparación del parámetro Número de Pisos	94
Tabla 41 Matriz de Normalización del parámetro Número de Pisos	94
Tabla 42 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Número de Pisos	94
Tabla 43 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro	
Número de Pisos	95
Tabla 44 Matriz de comparación del parámetro Cargas Vivas	95
Tabla 45 Matriz de Normalización del parámetro Cargas Vivas	95
Tabla 46 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Cargas Vivas	96
Tabla 47 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro	
Cargas Vivas	96
Tabla 48 Determinación del valor de la Fragilidad Física	98
Tabla 49 Determinación del Rango del Nivel de la Fragilidad Física	99
Tabla 50 Matriz de comparación del parámetro Reforzamiento de Vivienda	101
Tabla 51 Matriz de Normalización del parámetro Reforzamiento de Vivienda	101
Tabla 52 Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Reforzamiento de Vivienda	101
Tabla 53 Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro	
Reforzamiento de Vivienda	102
Tabla 54 Determinación del valor de la Resiliencia Física	103
Tabla 55 Determinación del Rango del Nivel de la Resiliencia Física	103
Tabla 56 Determinación del valor de la Dimensión Física	105
Tabla 57 Determinación del Rango del Nivel de la Dimensión Física	106
Tabla 58 Matriz de comparación de los parámetros de la Fragilidad Social	116
Tabla 59 Matriz de Normalización de los parámetros de la Fragilidad Social	117

Tabla 60	Peso Ponderado de los parámetros de la Fragilidad Social	117
Tabla 61	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Fragilidad Social	118
Tabla 62	Matriz de comparación del parámetro Grupo Etario	119
Tabla 63	Matriz de Normalización del parámetro Grupo Etario	119
Tabla 64	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Grupo Etario	119
Tabla 65	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Grupo Etario	120
Tabla 66	Matriz de comparación del parámetro Discapacidad	120
Tabla 67	Matriz de Normalización del parámetro Discapacidad	120
Tabla 68	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Discapacidad	121
Tabla 69	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Discapacidad	121
Tabla 70	Matriz de comparación del parámetro Tipo de Seguro	121
Tabla 71	Matriz de Normalización del parámetro Tipo de Seguro	122
Tabla 72	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro	122
Tabla 73	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tipo de Seguro	122
Tabla 74	Matriz de comparación del parámetro Servicios Básicos	123
Tabla 75	Matriz de Normalización del parámetro Servicios Básicos	123
Tabla 76	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Servicios Básicos	123
Tabla 77	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Servicios Básicos	123
Tabla 78	Matriz de comparación del parámetro Tenencia de Vivienda	124
Tabla 79	Matriz de Normalización del parámetro Tenencia de Vivienda	124



Tabla 80	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Tenencia de Vivienda	125
Tabla 81	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tenencia de Vivienda	125
Tabla 82	Matriz de comparación del parámetro Nivel Educativo Alcanzado	125
Tabla 83	Matriz de Normalización del parámetro Nivel Educativo Alcanzado	126
Tabla 84	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Nivel Educativo Alcanzado	126
Tabla 85	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Nivel Educativo Alcanzado	126
Tabla 86	Determinación del valor de la Fragilidad Social	128
Tabla 87	Determinación del Rango del Nivel de la Fragilidad Social	129
Tabla 88	Matriz de comparación del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	131
Tabla 89	Matriz de Normalización del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	132
Tabla 90	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	132
Tabla 91	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	133
Tabla 92	Matriz de comparación del parámetro Participación en simulacro de sismos	133
Tabla 93	Matriz de Normalización del parámetro Participación en simulacro de sismos	134
Tabla 94	Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Participación en simulacro de sismos	134
Tabla 95	Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Participación en simulacro de sismos	134
Tabla 96	Determinación del valor de la Resiliencia Social	136

Tabla 97 Determinación del Rango del Nivel de la Resiliencia Social	137
Tabla 98 Determinación del valor de la Dimensión Social	139
Tabla 99 Determinación del Rango del Nivel de la Dimensión Social	140
Tabla 100 Determinación del valor de la Vulnerabilidad	142
Tabla 101 Determinación del Rango del Nivel de la Vulnerabilidad	143
Tabla 102 Codificación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Física	146
Tabla 103 Codificación del parámetro y los descriptores de la Resiliencia Física	146
Tabla 104 Traslado de datos obtenidos en campo del parámetro Principales Elementos Estructurales al software Excel 2016	147
Tabla 105 Codificación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Social	174
Tabla 106 Codificación de los parámetros y descriptores de la Resiliencia Social	175
Tabla 107 Traslado de datos obtenidos en campo del parámetro Grupo Etario al software Excel 2016	176

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Las Placas Tectónicas	15
Figura 2. Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2017. Fuente: Instituto Geofísico del Perú – IGP, 2017	18
Figura 3. Presencia de viviendas con diversos niveles de vulnerabilidad.	22
Figura 4. Distribución de la población en términos de vulnerabilidad	25
Figura 5. Factores de la Vulnerabilidad.	25
Figura 6. Exposición de las viviendas del asentamiento humano La Flor.	26
Figura 7. Viviendas en evidente estado de precariedad	27
Figura 8. Vivienda en proceso de reforzamiento.	28
Figura 9. Identificación de los Parámetros de la Fragilidad Física	29
Figura 10. Identificación del Parámetro de la Resiliencia Física	29
Figura 11. Identificación de los Parámetros de la Fragilidad Social	30
Figura 12. Identificación de los Parámetros de la Resiliencia Social	31
Figura 13. Concepto de flujo de trabajo	42
Figura 14. Organización del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	45
Figura 15. Flujograma Metodológico de la Investigación	57
Figura 16. Plano de ubicación del Asentamiento Humano La Flor	60
Figura 17. Estructura conceptual para determinar el nivel de vulnerabilidad	62
Figura 18. Vivienda no cuenta con “Ningún” Principal Elemento Estructural	65
Figura 19. Vivienda con presencia de Cimiento y Muro	65
Figura 20. Vivienda con presencia de Cimiento, Columna, Muro, Viga y Losa	65
Figura 21. Vivienda que presenta Estera como material predominante en las paredes.	67
Figura 22. Vivienda que presenta Triplay como material predominante en las paredes.	67

Figura 23. Vivienda que presenta Madera como material predominante en las paredes.	67
Figura 24. Vivienda con presencia de Madera como Material predominante en el Techo.	69
Figura 25. Vivienda con presencia de Calamina como Material predominante en el Techo.	69
Figura 26. Vivienda con presencia de Concreto como Material predominante en el Techo.	69
Figura 27. Viviendas que presenta un muy mal estado de Conservación.	71
Figura 28. Vivienda que presenta un Regular estado de conservación.	71
Figura 29. Vivienda que presenta un Buen estado de Conservación.	71
Figura 30. Vivienda que presenta una Antigüedad de 41 años a más.	73
Figura 31. Vivienda cuya antigüedad es de 21 a 30 años.	73
Figura 32. Vivienda cuya antigüedad es de 11 a 20 años.	73
Figura 33. Viviendas cuya pendiente es de 50 a 80% .	75
Figura 34. Viviendas cuya pendiente es de 20 a 30%.	75
Figura 35. Viviendas cuya pendiente es de 0 a 10%.	75
Figura 36. Vivienda que presenta 5 Pisos.	77
Figura 37. Vivienda que presenta 3 Pisos.	77
Figura 38. Vivienda que presenta 1 Piso.	77
Figura 39. Vivienda que presenta Objetos Pesados como Cargas Vivas en el Techo.	79
Figura 40. Vivienda que presenta un Tanque Elevado como Cargas Vivas en el Techo.	79
Figura 41. Vivienda que presenta Materiales de Construcción como Cargas vivas en el techo.	79
Figura 42. Estructura conceptual de la Dimensión Física.	81
Figura 43. Estructura conceptual de la Dimensión Social.	114
Figura 44. Edición del modelo “M_IMPORTAR_DATOS_PFISICOS”	148
Figura 45. Workspace o Espacio de Trabajo	149
Figura 46. Estructura del modelo “M_IMPORTAR_DATOS_PFISICOS”	150

Figura 47. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Principales Elementos	
Estructurales	152
Figura 48. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Fragilidad	
Física.	153
Figura 49. Plano del parámetro “Principales Elementos Estructurales”	153
Figura 50. Plano del parámetro “Material Predominante en Paredes”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 51. Plano del parámetro “Material Predominante en Techos”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 52. Plano del parámetro “Estado de Conservación”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 53. Plano del parámetro “Antigüedad”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 54. Plano del parámetro “Pendiente del Terreno”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 55. Plano del parámetro "Número de Pisos"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 56. Plano del parámetro “Cargas Vivas”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 57. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Fragilidad Física	163
Figura 58. Plano del “Nivel de la Fragilidad Física”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 59. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Reforzamiento de	
Vivienda	166
Figura 60. Plano del parámetro "Reforzamiento de la Vivienda"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 61. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Resiliencia Física	169
Figura 62. Plano del “Nivel de la Resiliencia Física”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 63. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Dimensión Física	172
Figura 64. Plano del “Nivel de la Dimensión Física”	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 65. Estructura del modelo “M_IMPORTAR_DATOS_PSOCIALES”	177

Figura 66. Casuística del parámetro Grupo Etario	178
Figura 67. Estructura del submodelo para la generación del parámetro Grupo Etario	179
Figura 68. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Fragilidad Social.	181
Figura 69. Plano del parámetro "Grupo Etario"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 70. Plano del parámetro "Discapacidad"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 71. Plano del parámetro "Tipo de Seguro"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 72. Plano del parámetro "Servicios Básicos"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 73. Plano del parámetro "Tenencia de Vivienda"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 74. Plano del parámetro "Nivel Educativo Alcanzado"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 75. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Fragilidad Social	189
Figura 76. Plano del "Nivel de la Fragilidad Social"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 77. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos.	192
Figura 78. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Resiliencia Social	193
Figura 79. Plano del parámetro "Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 80. Plano del parámetro "Participación en Simulacros de Sismos"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 81. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la resiliencia Social	197
Figura 82. Plano del "Nivel de la Resiliencia Social"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 83. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Dimensión Social	200
Figura 84. Plano del "Nivel de la Dimensión Social"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Figura 85. Estructura del modelo para determinar los pesos de los niveles de la	
Dimensión Física y Social	203
Figura 86. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Vulnerabilidad	204
Figura 87. Plano del "Nivel de Vulnerabilidad"	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud (mayor a 8.6 Mw) aplicando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

La metodología que se empleó en la presente tesis, es la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) propuesta por Thomas Saaty, la cual va permitir determinar la ponderación de los parámetros de la vulnerabilidad global del estudio, mediante la aplicación de ciertos criterios y el grado de importancia entre los mismos parámetros.

En el presente estudio se analizan 2 dimensiones: física y social, y cada una de ellas presentan los factores exposición, fragilidad y resiliencia.

En la plataforma ArcGIS, se procesó toda la información mediante la aplicación de los modelos de geoprociamiento para la obtención de los diversos planos que conjuntamente determinaron los niveles de vulnerabilidad del área de estudio.

Finalmente, se concluye que en el asentamiento humano la Flor el 47% de lotes se encuentran entre el nivel Alto y Muy Alto de vulnerabilidad, lo que refleja un tema preocupante en la

infraestructura de las viviendas y la población. Por otro lado, un 53% de lotes se encuentran entre el nivel Bajo y Medio de vulnerabilidad.

*Palabras claves: Vulnerabilidad, Evento Sísmico de gran magnitud, Proceso de Análisis Jerárquico, Sistema de Información Geográfica*

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to determine the level of vulnerability to a seismic event of great magnitude (greater than 8.6 Mw) by applying the geographic information system in the human settlement La Flor, Carabayllo.

The methodology used in this thesis is the application of the Analysis Hierarchical Process (AHP) proposed by Thomas Saaty. This methodology will make it possible to determine the weighting of the parameters of the study's global vulnerability by applying certain criteria and the degree of importance between the same parameters.

In this study, two dimensions are analyzed: physical and social, and each one of them presents the factors exposure, fragility and resilience.

In the ArcGIS platform, all the information was processed through the application of geoprocessing models to obtain the various plans that together determined the levels of vulnerability of the area of study.

Finally, it is concluded that in human settlement the Flower 47% of lots are between the High and Very High levels of vulnerability, reflecting a worrying issue in the infrastructure of



housing and population. On the other hand, 53% of lots are between the Low and Medium level of vulnerability.

***Key words:*** *Vulnerability, Seismic event of great magnitude, Analysis Hierarchical Process, Geographic Information System*

## I. INTRODUCCION

La presente investigación hace referencia al tema de vulnerabilidad sísmica, que se puede entender como la susceptibilidad o debilidad de la población y sus viviendas ante la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud. Por lo cual el presente estudio es aplicado tanto a las edificaciones como a la población del asentamiento humano La Flor en el distrito de Carabaylo.

Las características que se observan en el asentamiento humano La Flor, es la presencia de viviendas en buen y mal estado de conservación, a su vez diversos tipos de sistemas constructivos ubicados desde la parte baja, media y alta de la ladera de los cerros, que con el paso de los años se viene ampliando la ocupación de terrenos, los cuales terminan por estar propensos a daños o a colapsos.

Para poder analizar estas problemáticas se deben tener en cuenta las causas, como la falta de consciencia sobre la realidad en la que viven los moradores, los factores económicos de la población, no contar con conocimientos adecuados para la construcción de sus viviendas y déficit en temas de planificación urbana y Gestión de Riesgo de Desastres.

La metodología que se aplicará es la propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), la cual presenta tres factores (exposición, fragilidad y resiliencia), los cuales están incluidos en una variedad de dimensiones, pero para la presente investigación se usarán 2 dimensiones, la dimensión física (compuesta de parámetros estructurales de las edificaciones) y la dimensión social (compuesta de parámetros referidos a la población), los cuales en conjunto van a determinar la vulnerabilidad.

En el desarrollo de la tesis se empleará la metodología AHP (Proceso de análisis jerárquico), los cuales van a determinar los pesos de los parámetros a evaluar como de sus

descriptores, tanto de la dimensión física como de la dimensión social, con la finalidad de obtener los rangos de los niveles de vulnerabilidad del área de estudio.

La evaluación de la vulnerabilidad es a nivel de lote, con lo cual mediante un trabajo de campo (llenado de fichas y encuestas) se va obtener la información física y social del asentamiento humano La Flor, Carabayllo.

Posteriormente se va automatizar y procesar el desarrollo de toda la metodología empleando el Sistema de Información Geográfica mediante la aplicación de los modelos de geoprocésamiento, los cuales van a generar finalmente los planos de las dimensiones (físico y social) y el del Nivel de la Vulnerabilidad del asentamiento humano La Flor.

La estructura de la presente tesis se detalla de la siguiente manera:

Capítulo I. Se redactan los antecedentes (investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la gestión de riesgo), se realiza el planteamiento del problema de la investigación para tener conocimiento sobre la problemática que presenta la población y las edificaciones en las que habita. Además se definen los objetivos (Objetivo General: Determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo), la justificación, la importancia, las hipótesis (Hipótesis General: Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante la evaluación de los parámetros físicos y sociales y la aplicación del modelo de geoprocésamiento se podrán identificar de forma pragmática viviendas de baja, media y alta vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano, La Flor, Carabayllo).

Capítulo II. Se detallan las bases teóricas más significativas relacionadas a la investigación: Desastres (definiciones), Sismos (Definiciones, parámetros de evaluación de sismos, sismicidad en el Perú, microzonificación sísmica en el distrito de Carabayllo),

Vulnerabilidad (definiciones, tipos, evaluación, factores), Proceso Analítico Jerárquico (definición, ventajas, aplicación) Sistema de información geográfica (definiciones, componentes, funciones, formatos de almacenamiento, geoprocésamiento, análisis de la vulnerabilidad mediante tecnología SIG). Así mismo se muestra la Base Legal, Marco Institucional y la definición de Términos Básicos relacionados al tema de investigación.

Capítulo III. En el presente capítulo se detallan los tipos de investigación (Nivel de Investigación Mixto y Descriptivo, y Diseño de Investigación No experimental), el ámbito temporal y espacial, las variables (dependiente e independiente, las dimensiones, los factores, los indicadores e instrumentos), la población y muestra, los instrumentos (equipos y softwares, materiales), los procedimientos para el desarrollo del presente estudio y el análisis de datos.

Capítulo IV. Se detalla la descripción del área de estudio, así como la determinación del nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud (estructura para la determinación del nivel de vulnerabilidad), asimismo se detalla el proceso para determinar el nivel de la dimensión física y social, y la aplicación del modelo de geoprocésamiento del sistema de información geográfica para la determinación de los niveles de vulnerabilidad sísmica en el área de estudio.

Capítulo V. En el presente capítulo se desarrolla la discusión de resultados haciendo una comparación con otras investigaciones relacionadas a la presente investigación.

Capítulo VI. Se mencionan una serie de conclusiones que fueron resultado de la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor. Estas conclusiones fueron detalladas de forma numérica y porcentual de acuerdo a la cantidad de lotes que corresponden a cada nivel de vulnerabilidad.

Capítulo VII. Se mencionan las recomendaciones adecuadas para próximos estudios relacionados a la presente investigación, asimismo a la intervención de las autoridades competentes y a la toma de medidas necesarias por parte de la población.

Capítulo VIII. Se señalan las referencias bibliográficas, las cuales se emplearon como fuente para la recopilación y base en la fundamentación de la presente investigación.

Capítulo IX. Se desarrollan los anexos los cuales son agregados al presente trabajo de investigación (Panel Fotográfico, Fichas y encuestas, Base de datos recopilados de campo)

## **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

Durante muchos años la tierra ha sufrido modificaciones en su superficie debido al movimiento que ejercen las placas tectónicas. La acumulación y el desprendimiento de energía por parte del movimiento de las placas puede traer consigo grandes sismos de magnitudes elevadas y con ello grandes catástrofes.

Perú constituye un país con alta exposición a sismos, debido a que se encuentra ubicado dentro del denominado "Cinturón de Fuego del Pacífico" y sobre el borde occidental de América del Sur, donde se desarrolla el encuentro de dos placas tectónicas, "la Sudamericana y la de Nazca", la cual va generar frecuentemente sismos de magnitud elevada. (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2011).

El doctor Hernando Tavera, jefe del Instituto Geofísico del Perú (IGP), señala que el departamento de Lima lleva un silencio sísmico desde 1746, es decir no se ha manifestado un movimiento telúrico de gran magnitud desde hace mucho tiempo, lo cual provocaría en algún momento dado, un evento sísmico con toda la energía acumulada (Andina, 2017), trayendo consigo pérdidas humanas y económicas.

Por otra parte, Kuroiwa (2016) explica que:

Según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), cerca del 70% de las viviendas que se construyen en el país son

informales, es decir, que son edificadas por el propietario con la ayuda o por medio de un “maestro de obra” (p. 10).

En referencia a lo anterior, un evento sísmico de gran magnitud afectaría a todo tipo de infraestructuras, en mayor proporción a las viviendas que se encuentran ubicadas en quebradas y arenasles de manera desproporcionada (sin planificación urbana), o viviendas antiguas o de material precario, como es el caso del AA.HH La Flor, la cual cuenta con viviendas asentadas en las partes bajas, medias y altas de la ladera de un cerro; a su vez se observan diferentes tipos de sistemas constructivos, que gran parte de ellos han sido construidos por los mismos pobladores sin regirse a una norma de construcción.

Lo expuesto en líneas precedentes, es suficiente para proponer en la presente tesis la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el sistema de información geográfica en el distrito de Carabayllo, específicamente en el AA. HH La Flor, con el fin de identificar las áreas y la población vulnerable, y con ello tomar las medidas respectivas ante un posible acontecimiento sísmico. Si bien es cierto no se pueden predecir los sismos, pero si se pueden prevenir y minimizar los posibles daños.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### 1.1.2.1. Problema general

¿Cómo se determina el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo?

#### 1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se determina el nivel de la dimensión física ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo?
- ¿Cómo se determina el nivel de la dimensión social ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo?
- ¿Cómo se aplica el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo?

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Antecedentes Nacionales

**Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan de Lurigancho - Campos (2018).**- Tesis elaborada por Catherine Campos Martínez de la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuyo objetivo principal es aplicar el criterio metodológico, para determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud utilizando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano Juan Pablo II, San Juan Lurigancho. La investigación empleó la metodología del proceso de análisis Jerárquico, con la cual se establecieron las ponderaciones correspondientes para obtener la determinación de los niveles de la dimensión física y social del área de estudio. Asimismo, se aplicaron fichas y encuestas para la recopilación de la información en campo. Posteriormente a ello se realizó el modelo de geo procesamiento del Sistema de Información Geográfica con la cual se determinó el nivel de vulnerabilidad en el asentamiento humano Juan Pablo II.

Finalmente se concluyó que el 81% de los lotes están entre el nivel alto y muy alto de vulnerabilidad.

**Estudio para determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable ocurrencia de un Gran Sismo de Gran Magnitud: Distrito de Carabaylo / Perú - Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) – 2011.-** El estudio realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil, tuvo como objetivo principal identificar, calificar y cuantificar las edificaciones que se encuentran con un alto nivel de vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de peligros sísmicos. El estudio fue aplicado para las viviendas de material precario del distrito de carabaylo, las cuales fueron evaluadas mediante fichas para posteriormente identificar las pautas y acciones necesarias para la población ante la ocurrencia de una emergencia.

El análisis de la evaluación trajo como resultado un elevado porcentaje de viviendas precarias (99%) en niveles de vulnerabilidad entre alto y muy alto.

**Aplicación de tecnologías de información geográfica para la estimación del riesgo en Villa María del Triunfo – Álvarez (2018).-** Tesis elaborada por Lizeth Álvarez Ramírez de la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuyo objetivo principal es estimar el nivel de riesgo con relación a los procesos geodinámicos de origen natural utilizando tecnologías de información geográfica en el Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo. La investigación empleó la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de desastres – CENEPRED, la cual se basa en la caracterización del peligro y el análisis de la vulnerabilidad para poder estimar el riesgo, asimismo emplea el proceso de análisis Jerárquico, con la cual se establecieron los valores en rangos y por ende los niveles correspondientes. Además, el estudio se basó en información obtenida de entidades públicas, así como de información levantada en campo.



Finalmente se concluyó que predominan 2 niveles de peligro y con respecto a la vulnerabilidad se tuvo los niveles bajo, medio, alto y muy alto, los cuales en conjunto denotan niveles de riesgo medio, alto y muy alto.

**Análisis de vulnerabilidad ante la probable ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Carossio, Distrito de Lurigancho-Chosica, Lima-Lima (2018).** - Tesis elaborada por Lizbet Sanchez Meza. La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la vulnerabilidad ante la probable ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Carossio, distrito de Lurigancho-Chosica. La investigación empleó la metodología del “Manual para la Evaluación de Riesgo originados por Fenómenos Naturales 02 versión” del CENEPRED del año 2014, en la cual se analizan los grados de Fragilidad y Resiliencia en función a las dimensiones social y económica. Además, se aplicó el proceso de análisis jerárquico los cuales van a permitir obtener los pesos ponderados de los parámetros y descriptores. El análisis de vulnerabilidad se realizó a las viviendas ubicadas en el cono deyectivo de la quebrada Carossio mediante el empleo de fichas, cartografía digital y encuesta realizada a los habitantes.

El resultado del estudio fue el diagnóstico de las condiciones urbanas del ámbito de estudio, obteniendo un nivel de vulnerabilidad muy alto.

### **1.2.2. Antecedentes Internacionales**

**Análisis del riesgo sísmico en zonas urbanas mediante sistemas de información geográfica. Aplicación a la ciudad de Granada – España (2006).**- Estudio elaborado por Sergio Iglesias Asenjo, Clemente Irigaray Fernández, José Chacón Montero, la cual tiene como objetivo emplear las herramientas SIG para estimar, con carácter preliminar y de forma rápida y sencilla, la vulnerabilidad de los edificios y el riesgo sísmico de la ciudad de Granada en función de diferentes factores. A partir de la vulnerabilidad (resuelto por matrices) y

considerando un escenario de un terremoto de gran magnitud en el entorno de la cuenca Granada ( $M_w = 6.5$ ), se evalúa el riesgo sísmico, en función de la cantidad de edificios afectados y el grado de pérdidas previsible, así como su efecto sobre la población.

Finalmente, se concluye que el 39.2% de viviendas presenta un grado de vulnerabilidad entre Muy Alto y Alto, el 28.25% de viviendas presenta un grado de vulnerabilidad Medio y el 32.55% de viviendas presenta un grado de vulnerabilidad entre Bajo y Muy Bajo. Con respecto al riesgo, hay una incertidumbre que se genera en los resultados, por lo que dichas cifras deben tomarse como meros indicadores, que pueden tener gran importancia para Protección Civil, donde las cuantificaciones tienen un gran valor.

**Optimización del uso del SIG en la microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad física en la ciudad de Guaranda, Ecuador (2013).**- Este proyecto de tesis elaborado por Diego Fabián Mena Erazo, tiene como objetivo optimizar el uso de los sistemas de información geográfica, mediante la aplicación de un diseño lógico y un modelo cartográfico empírico, orientado desde un enfoque geológico, para desarrollar los mapas de Microzonificación Sísmica y de Vulnerabilidad Física de las Edificaciones de la Ciudad de Guaranda. Se concluye que el mapa de microzonificación sísmica se divide en 4 microzonas, las cuales son calificadas de acuerdo al comportamiento que presentarían ante un fenómeno sísmico. Por lo cual en la zona 1, los suelos de cimentación presentan excelentes características geotécnicas, en la zona 2, las características geotécnicas son buenas, en la zona 3, se presentan características geotécnicas bastante erráticas, y en la zona 4, se presentan suelos con condiciones geotécnicas desfavorables.

Asimismo, se determinó el grado de vulnerabilidad de las edificaciones, usando 3 indicadores: tipo, materiales de construcción y condición de mantenimiento. Por lo cual el

grado de vulnerabilidad fue dividida en 4 categorías: baja (65%), moderada (22%), media (10%) y alta (3%).

**Vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería no reforzada en el pueblo de Tlajomulco, Jalisco (2015).** - Estudio elaborado por Adolfo Preciado, Osmar Rodríguez, Juan Luis Caro-Becerra, Ramiro Lujan Godinez, cuyo objetivo es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del conjunto de viviendas de mampostería no reforzada en el pueblo de Tlajomulco. En dicho estudio se aplicó el método de inspección y puntaje por medio de una evaluación del sistema sismo-resistente a las viviendas de mampostería no reforzada (tabique y adobe) ubicadas en el pueblo de Tlajomulco, Jalisco. Los resultados obtenidos fueron: 20.5% de viviendas presentan una vulnerabilidad Media, un 60% de las viviendas presentan una vulnerabilidad Alta y un 19.4% de viviendas presentan una vulnerabilidad Muy Alta.

### **1.3. Objetivos**

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

Determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de la dimensión física en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.
- Determinar el nivel de la dimensión social en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

- Aplicar el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

#### **1.4. Justificación**

El desarrollo de la presente investigación que ostenta determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo, va permitir determinar la susceptibilidad o el nivel de daño tanto en el aspecto físico y social, frente a un sismo de gran magnitud.

Estos dos aspectos son tomados como fuente del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales versión 02 CENEPRED (2015) y el Manual para la evaluación de Riesgos por sismos CENEPRED (2017), quienes justamente toman en consideración estos dos aspectos (Físico y Social) para la evaluación y determinación de la vulnerabilidad.

A su vez la presente investigación va beneficiar a los pobladores del Asentamiento Humano La Flor, ya que mediante los resultados van a tener conocimiento sobre la situación en la que se encuentran, y por ende tener nuevos conocimientos para mejorar los sistemas constructivos, la ocupación del terreno y para que tengan una mejor calidad de vida.

Por otra parte, esta investigación debe ser revisada por las autoridades municipales, para que contribuyan en la toma de mejores decisiones, con lo que respecta a una mejor planificación poblacional, a una mejor ubicación de las viviendas y a la habilitación y zonificación que se le da al territorio, con la finalidad de prevenir y evitar pérdidas significativas de vidas.

Es por tanto que la presente investigación presenta una justificación teórica debido que la información conforma un aporte teórico para posteriores investigaciones relacionadas con el

área de estudio y un avance para el limitado número de estudios en relación a la gestión de riesgos en Perú a pesar de ser un país de gran actividad sísmica.

Posee una justificación práctica porque ayudará en la determinación de la vulnerabilidad sísmica del Asentamiento Humano La Flor (como de otros asentamientos humanos del distrito de Carabayllo) mediante la aplicación del sistema de información geográfico.

Presenta una justificación metodológica debido que la presente investigación se basa de criterios propios y técnicos, así como de diversas fuentes e instituciones que desarrollan estudios relacionados a la gestión de riesgos y desastres, por lo cual se llega a determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en función a la dimensión física y social.

### **1.5. Importancia**

La importancia que conlleva la presente tesis es determinar el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentran las viviendas y la población del asentamiento humano La Flor, y a su vez con los resultados optar por la toma de mejores decisiones, ya sea de prevención y mitigación.

Cabe recalcar que es importante determinar el nivel de vulnerabilidad ya que nos representa la debilidad o el estado real de una construcción u objeto frente a un evento sísmico, el cual al presentarse puede traer consecuencias lamentables. (Hernández & Lockhart, 2011)

Si a lo anteriormente mencionado le añadimos que las viviendas no han sido construidas con el asesoramiento de un profesional, así como gran parte de la población no cuenta con conocimiento alguno en temas relacionados con la Gestión de riesgos de desastres, podemos afirmar que es de suma importancia el desarrollo del presente estudio.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante la evaluación de los parámetros físicos y sociales y la aplicación del modelo de geoprocesamiento, se podrán identificar de forma pragmática viviendas de baja, media y alta vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

### **1.6.2. Hipótesis Específica**

- Al determinar el nivel de la dimensión física se podrán identificar sistemas constructivos de baja, media y alta vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.
- Al determinar el nivel de la dimensión social se podrá identificar población de baja, media y alta vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano, La Flor, Carabayllo.
- Al aplicar el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), se van a determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Base Teórica

#### 2.1.1. Desastres

Los desastres vienen a ser las perturbaciones que afectan el funcionamiento y la actividad de un entorno, los cuales son producto de un peligro de origen natural o humano, y que van a generar pérdidas humanas, daños en la naturaleza, en los recursos materiales y entre otros aspectos. Para poder recuperarse de los efectos de un desastre se necesita de ayuda a nivel nacional o internacional (Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, 2006).

Asimismo, el SINAGERD (2011) citado por Castro (2014) determina el desastre como:

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana (p. 33).

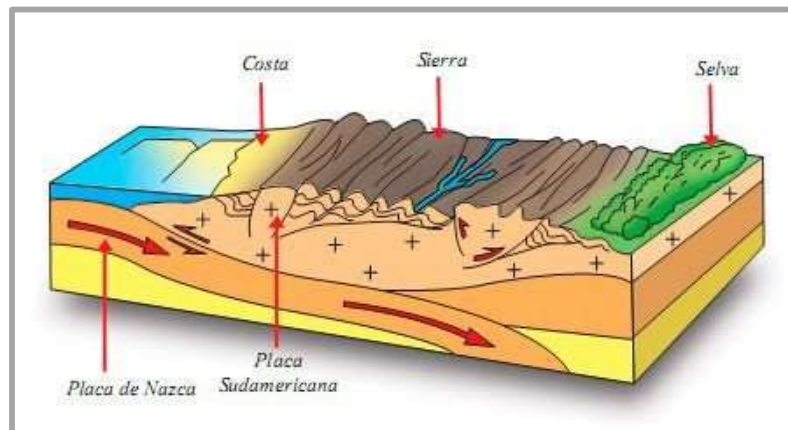
#### 2.1.2. Sismos

INDECI (2006) explica los sismos como:

La liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra (p. 14).

Asimismo, según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, los sismos son un proceso de constante liberación de energía debido a las deformaciones y desplazamientos de materiales rocosos de la corteza terrestre, es decir a la interacción o confrontación de las placas tectónicas. La fricción de las placas ocasiona una liberación de energía, las cuales se convierten en calor y otras en ondas sísmicas.

Dicha liberación de energía mecánica trae consigo la vibración del terreno (cerca al foco) y su pronta difusión a través de ondas sísmicas a lo largo de la corteza terrestre (CENEPRED, 2015).



*Figura 1. Las Placas Tectónicas*  
Fuente: Los Movimientos Sísmicos, s.f.<sup>1</sup>

#### 2.1.2.1. Parámetros Sísmicos

Los parámetros sísmicos vienen a ser ciertos elementos que determinan, definen y caracterizan al sismo. Estos parámetros sísmicos definidos por el CENEPRED (2017) se muestran en la siguiente tabla:

<sup>1</sup> Disponible en < <https://lageografia.com/geografia-fisica/movimientos-sismicos> >



Tabla 1  
*Parámetros Sísmicos*

Parámetro	Definición
Hipocentro	Es el punto en el interior de la Tierra donde comienza la ruptura, también se le conoce como foco sísmico.
Hora Origen	Representa la hora en que se inicia la ruptura, se expresa generalmente en tiempo universal, denominado Coordinated Universal Time o UTC. Son 5 horas adicionales a la hora local de Perú.
Epicentro	Es la proyección vertical del hipocentro en la superficie terrestre, se representa en coordenadas geográficas o coordenadas UTM.
Magnitud	Representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es única, no está relacionada con el lugar de ubicación de un punto geográfico. - ML, parámetro de magnitud propuesto por Richert, ubicado a 100 Km de distancia del epicentro. - Mb, utilizada para el cálculo de la magnitud de telesismos (sismos ubicados a distancias mayores a 500 Km), con hipocentros (0-70 Km) superficiales. - MS, magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para telesismos superficiales. - Md, magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico. Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmica y los sismogramas se saturan, en estos casos es difícil identificar la amplitud de la señal. La cuantificación de esta magnitud está en función de la duración de la señal y la distancia epicentral (Lee, 1972). - Mw, calculada a partir del momento sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica: rigidez del medio donde se produce el movimiento ( $\mu$ ), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (D)).
Intensidad	Es una medida cualitativa de los efectos causados en las personas, viviendas, infraestructura y en la naturaleza. A diferencia de la magnitud la intensidad originada por un sismo puede variar en distintos puntos geográficos, mientras más cerca este el epicentro los efectos serán mayores. La escala de intensidad sísmica más utilizada en nuestro medio es la escala de Mercalli Modificada que tiene doce grados de los cuales se expresan en números romanos.
Distancia al Epicentro	En la distancia horizontal medida desde el epicentro hasta un punto geográfico en la superficie terrestre.

Fuente: Adaptado del CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

### 2.1.2.2. Sismicidad en el Perú

Los conflictos de las placas tectónicas (Nazca y Sudamericana) producen diversos sismos en la línea costera que son frecuentemente registrados y en un año hasta 60 veces con magnitudes de  $M \geq 4.5$  los cuales son sentidos en lugares cerca al epicentro.

Los sismos que ocurrieron el 23 de junio de 2001 al sur del Perú, entre Atico (Arequipa) e Ilo (Moquegua), dejaron daños significativos afectando áreas relativamente muy grandes y fueron de mayor magnitud ( $M_w > 7.0$ ). Los sismos que se producen a profundidades mayores de 61km, como el ocurrido el 25 de setiembre de 2005 ( $M_w > 7.0$ ), son muy raras veces notorias en la superficie y tienen como origen la deformación de la placa de Nazca por debajo del continente.

Uno de los últimos grandes sismos fue el de Pisco el 15 de agosto de 2007 (magnitud de 7.0ML en la escala de Richter), cuyo epicentro fue de 60km al oeste de la ciudad, el cual trajo consigo considerables daños en numerosas viviendas, llegando a tener una intensidad de orden VII en la escala de Mercalli Modificada (MM). Este evento sísmico presenta su epicentro y replicas entre los espacios de ruptura de los sismos presentados en Lima en 1974 (7.5Mw) e Ica en 1996 (7.7Mw). A su vez, este sismo trajo consigo un tsunami el cual se originó al sur de la península de Paracas (Tavera, Bernal, & Salas, 2007).

A continuación, en el Mapa sísmico del Perú (1960 - 2017), se señala la distribución espacial de sismos según su profundidad: Los círculos de color rojo hacen referencia a los sismos superficiales ( $< 60$  km), de color verde indica sismos con una profundidad intermedia (61-300 km) y de color azul están los sismos profundos ( $> 301$  km). Ver Figura 2.

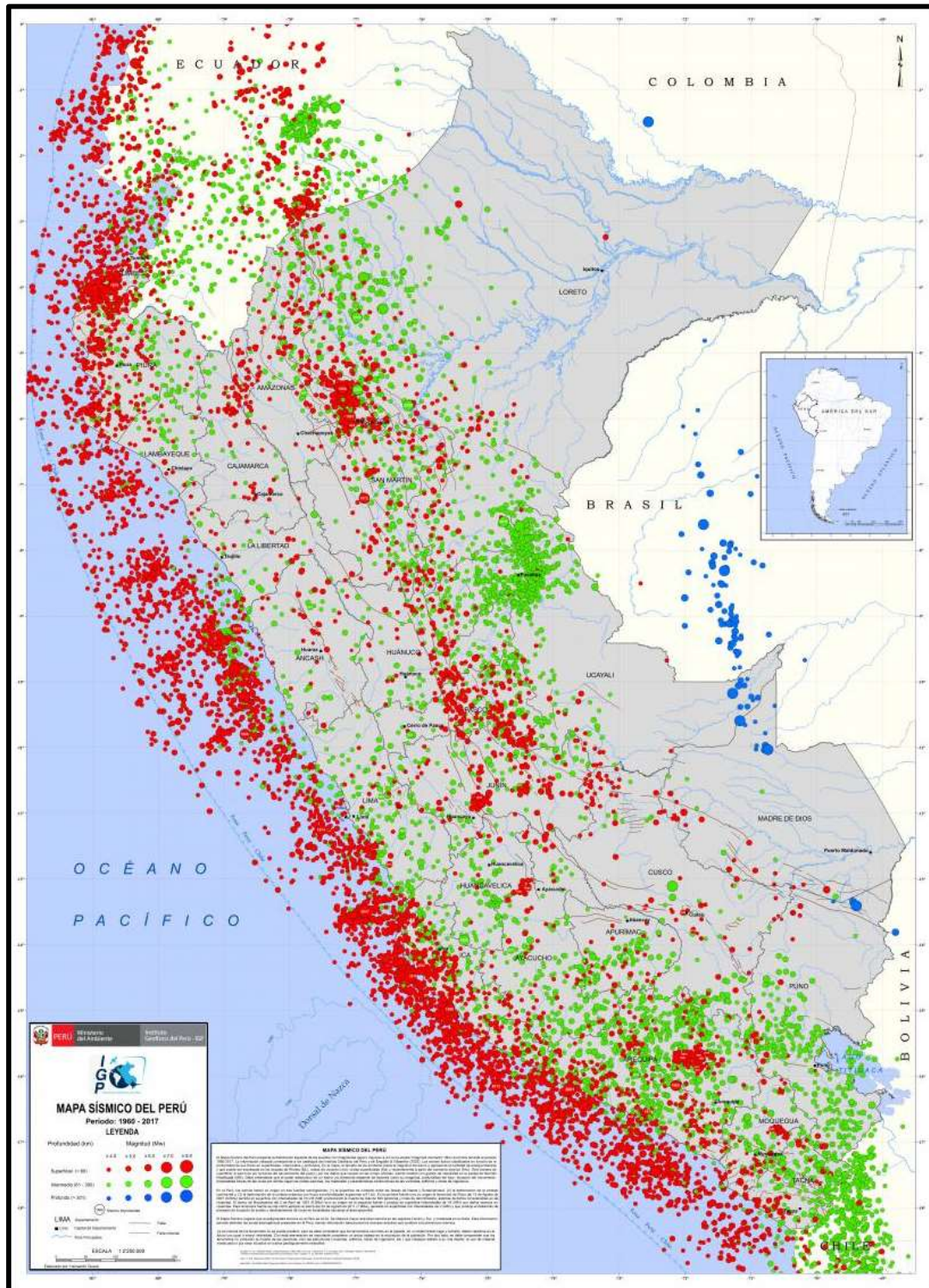


Figura 2. Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2017.  
 Fuente: Instituto Geofísico del Perú – IGP, 2017

A continuación, se presentan los sismos más significativos de gran magnitud ocurridos en los últimos 100 años (ver Tabla 2).

Tabla 2  
Terremotos ocurridos en el Perú en los últimos 100 años

Fecha	Magnitud	Zonas Afectadas	Víctimas y Daños Materiales
28 Dic. 1915	7.2 Ms	Dpto. Arequipa	39 muertos. Daños de viviendas en Caravelí y desplome de casas en Acarí.
09 Abr. 1928	7.3 Ms.	Ayapata, Dpto. de Puno	Destrucción de poblaciones de la prov. De Carabaya. 5100 muertos. Se sintió intensamente en Puno, Cuzco y Huancané
24 May. 1940	8.2 Ms.	Costa Central del Perú	Acompañado de un maremoto leve. Fue sentido desde Guayaquil hasta Arica en el sur, en total 1000 muertos, en toda el área macro sísmica. Las zonas más afectadas en Lima fueron el Centro, Barranco, La Molina y Chorrillos.
24 Ago. 1942	8.2 Ms.	Departamentos de Ica y Arequipa	33 muertos. Destrucción casi total en Nazca.
10 Nov. 1946	7.3 Ms.	Quiches (Dpto. de Ancash) y Dpto. de La Libertad.	2500 muertos. Sismo asociado a un visible caso de dislocación tectónica (falla geológica). Ocurrieron deformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del pueblo de Quiches.
01 Nov. 1947	7.7 Ms.	Satipo, Dpto. de Junín	2233 muertos. Daños severos en Satipo. Intensidad IX MMI otros pueblos aledaños. La carretera a Satipo fue afectada en varios tramos. Sentido en casi todo el territorio peruano.
11 May. 1948	7.4 Ms.	Dptos. Arequipa, Moquegua y Tacna	178 muertos. Daños de consideración en las construcciones antiguas de la ciudad de Moquegua. Daños leves en Arequipa
28 May. 1948	7.0 Ms.	Provincia de Cañete, departamento de Lima	Sismo destructor; ocasiona 3 muertos y deterioro en la mayoría de construcciones de adobe y quincha.
12 Dic. 1953	7.8 Ms.	Dpto. de Tumbes y Sur de Ecuador	48 muertos en Perú, 36 en Ecuador.
15 Ene. 1958	7.5 Ms.	Dptos. Arequipa y Moquegua	228 muertos; 845 heridos; 100000 damnificados. Todas las casas antiguas de la ciudad de Arequipa sufrieron daños.
13 Ene. 1960	7.5 Ms.	Dptos. Arequipa y Moquegua	687 muertos; 2000 heridos; 170000 damnificados. Las ciudades de Arequipa y Moquegua severamente afectadas. Inhabilitación de carreteras. Chuquibamba, Caravelí, Cotahuasi, Omate, Puquina en ruinas.
20 Nov. 1960	7.8 Mw. 6.8 Ms.	Dptos. De Piura y Lambayeque	Dos muertos en Piura. Mueren 3 por un tsunami de gran altura, en los puertos de Eten y Pimentel.
17 Oct. 1966	8.2 Mw.	Costa Central del Perú	Acompañado de un maremoto moderado. 220 muertos, 1800 heridos, 258000 damnificados. Zonas más afectadas de Lima: La Molina, Puente Piedra, zona antigua del Rímac y del Cercado. También las zonas adyacentes a los cerros y una franja a lo largo del río Rímac hasta el Callao.
31 May. 1970	7.9 Mw.	Frente a las costas del departamento de Ancash	El mas catastrófico ocurrido en el Perú, por la cantidad de víctimas (67000 muertos). Pasó a la historia como el evento más mortífero de los inicios del siglo XX, numerosos heridos muchos de ellos requirieron hospitalización 3000000 damnificados. Las ciudades de Yungay Ranrabcirca desaparecieron cubiertas por un gigantesco aluvión que se desprendió del pico norte de Huascarán. Destrucción de Huaraz y otras ciudades. Sentido potente desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos.
09 Dic. 1970	7.1 Mw.	Dptos. De Tumbes y Piura	1167 muertos + 48 desaparecidos, 2500 heridos; casi 300000 damnificados. Duración de cerca de 2 minutos, 252 muertos; 3600 heridos; 300000 damnificados.
03 Oct. 1974	8.1 Mw.	Dptos. De Lima e Ica	Son afectadas: Lima, Mala, Cañete, Chincha y Pisco. En Lima sufrieron daños edificios públicos, iglesias, monumentos históricos. El Tsunami inundó varias fábricas en el Callao.

26 Feb. 1996	7.5 Mw.	Dptos. De Lambayeque, La Libertad y Ancash	40 muertos + 17 desaparecidos, 200 heridos y 22000 damnificados por el sismo y tsunami.
12 Nov. 1996	7.7 Mw.	Llamado Terremoto de Nazca. Límites de los Dptos. De Ica y Arequipa.	20 muertos; 2000 heridos y 200000 damnificados.
23 Jun. 2001	8.4 Mw.	Costas del departamento de Arequipa, efectos en Moquegua y Tacna.	240 muertos, 70 desaparecidos en Camana por el tsunami, 2400 heridos y 460000 damnificados.
25 Set. 2005	7.5 Mw.	Norte y parte del centro de Perú, Terremoto de Lamas	10 muertos, 164 heridos; 12600 damnificados. Daños más severos en Lamas.
15 Agto. 2007	8.0 Mw.	Prov. De Pisco, Ica, Chincha y Cañete.	596 fallecidos; 2000 heridos; 340000 damnificados.

Fuente: Kuroiwa, 2016. Elaboración Propia

### 2.1.2.3. Microzonificación Sísmica

Cismid (2013) ha realizado un estudio geotécnico, el cual detalla el comportamiento del suelo tomando en cuenta sus características mecánicas y dinámicas, que posteriormente son agrupadas en zonas que presenten las mismas características (mapa de microzonificación). El mapa de microzonificación va permitir identificar áreas o zonas propicias y no propicias para las viviendas.

A continuación, se describen las zonas según las características geotécnicas:

- Zona I

Esta zona incluye a las formaciones rocosas, que se encuentran en los cerros, y a los depósitos de gravas, que se registran en gran parte del distrito Carabayllo. Los tipos de materiales descritos en esta zona presentan las mejores características geotécnicas para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho, varía entre 2.0 y 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, si se desplanta sobre la grava a una profundidad mínima de 0.8 m; y mayor a 5.0 kg/cm<sup>2</sup>, si se desplanta sobre la roca ligeramente alterada o sana a una

profundidad mínima de 0.4 m. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos. Los valores de microtemores del suelo en esta zona predominan en el intervalo de 0.10 s a 0.15 s (p. 3).

- Zona II

Esta zona se encuentra en el sector este del distrito, incluye, predominantemente, a los depósitos de arenas de compacidad media a densa, de espesores mayores a 2.5 m y a los depósitos de limos y arcillas de consistencia media, de espesores mayores a 2.5 m. Por debajo de estos materiales se encuentran los depósitos de gravas. Los tipos de suelos descritos en esta zona presentan características geotécnicas favorables para la cimentación de edificaciones.

La capacidad de carga admisible en esta zona, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y a una profundidad mínima de 0.80 m, varía entre 1.0 y 3.0 kg/cm<sup>2</sup>, si se desplanta sobre la arena; y entre 0.7 y 1.0 kg/cm<sup>2</sup>, si se desplanta sobre los limos o las arcillas. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos. Los valores de microtemores del suelo en esta zona predominan en el intervalo de 0.15 s a 0.26 s (p. 3).

### **2.1.3. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad es un término que está definido de diversas formas, a continuación, se detalla algunos conceptos:

La vulnerabilidad, viene a ser la exposición o grado de debilidad de un grupo de elementos (sistemas constructivos, actividades productivas, entre otros) ante la ocurrencia o suceso de un peligro natural o antrópico; es decir la facilidad con la que un elemento pueda sufrir daño alguno (INDECI, 2006).

INDECI (2007) citado por Flores (2016) menciona la vulnerabilidad como “el grado de resistencia de un sistema frente a la ocurrencia de un peligro, poniendo de manifiesto así el factor ‘respuesta’ y por ende la capacidad de recuperación frente a la amenaza” (p. 5).

Asimismo, el CENEPRED (2015) explica:

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define 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 (p. 121).

Por lo antes mencionado se puede explicar que el asentamiento humano La Flor cuenta con viviendas en diferentes grados de vulnerabilidad, debido que existen viviendas asentadas sobre pendientes con diversos niveles de pisos, a su vez edificaciones con estados de conservación variado, y de diversos materiales en su interior.



*Figura 3.* Presencia de viviendas con diversos niveles de vulnerabilidad.  
AA. HH La Flor Etapa 2 Sector 2. Fuente: Elaboración Propia



### 2.1.3.1. Tipos de vulnerabilidad

INDECI (2006) menciona que “se han establecido los siguientes tipos de vulnerabilidad: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional, y, científica y tecnológica” (p. 19).

Tabla 3

*Tipos de Vulnerabilidad*

Tipo	Definición
Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica	Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática.
Vulnerabilidad Física	Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado en la construcción de las viviendas, establecimientos económicos, de servicios y de infraestructura socioeconómica para asimilar los efectos del peligro.
Vulnerabilidad Económica	Constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre.
Vulnerabilidad Social	Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia.
Vulnerabilidad Educativa	Se refiere a una adecuada implementación de las estructuras curriculares, en los diferentes niveles de la educación formal, con la inclusión de temas relacionados a la prevención y atención de desastres, orientado a preparar (para las emergencias) y educar (crear una cultura de prevención) a los estudiantes con un efecto multiplicador en la sociedad.
Vulnerabilidad Cultural e Ideológica	Está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.
Vulnerabilidad Política e Institucional	Define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres.
Vulnerabilidad Científica y Tecnológica	Es el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia.

Fuente: INDECI, 2006. Elaboración propia



Por otro lado, según el CENEPRED (2017) menciona que “la vulnerabilidad debe analizarse en cuatro dimensiones” (p. 49).

Tabla 4

*Dimensiones de la Vulnerabilidad*

Tipo	Concepto
Dimensión Física	Está relacionada a las condiciones específicas de infraestructura y ubicación de la comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos (daños y pérdidas) por acción del peligro.
Dimensión Social	Está relacionada al conjunto de comportamientos, creencias, formas de organización y manera de actuar de una comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos por acción del peligro.
Dimensión Económica	Está relacionada con la ausencia o poca disponibilidad de recursos económicos que tienen los miembros de una comunidad, centro poblado o sector, este tipo de vulnerabilidad tiene que ver con la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo.
Dimensión Ambiental	Está relacionada a cómo una comunidad, centro poblado o sector utiliza de forma no sostenible los elementos de su entorno, con lo cual debilita la capacidad de los ecosistemas, de tal manera que puede sufrir los efectos por acción del peligro.

Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración propia

#### 2.1.3.2. Vulnerabilidad sísmica

Para Barbat (1998) la vulnerabilidad sísmica de una estructura, se define como la predisposición de una estructura o una zona urbana a sufrir algún daño ante un sismo de una magnitud determinada, y a su vez está en función de las características propias de la infraestructura (como se citó en Bonett, 2003).

#### 2.1.3.3. Evaluación de vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad mide el nivel de daños o afectación de elementos ya sea a consecuencia de la debilidad física de resistir algún tipo de peligro (Villegas, 2014).

Por otro lado, para el CENEPRED (2017) “el Análisis de la Vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la

vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida”  
(p. 46).

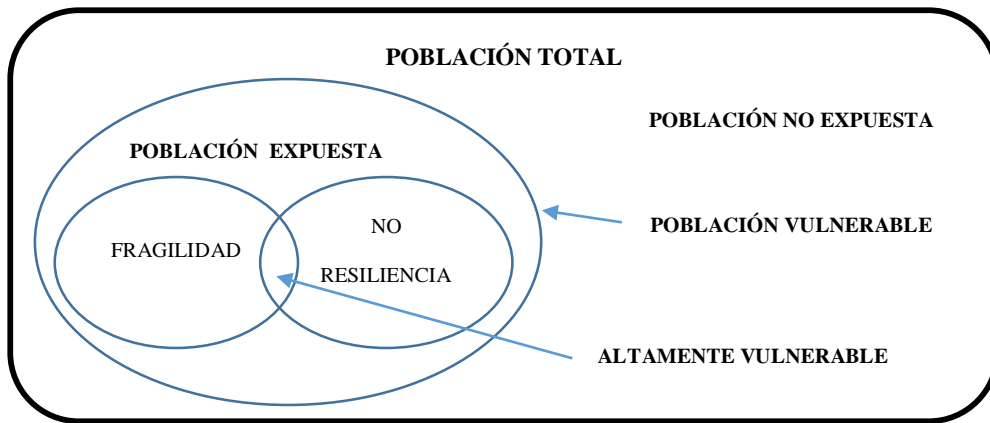


Figura 4. Distribución de la población en términos de vulnerabilidad  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

#### 2.1.3.4. Factores de la vulnerabilidad

Según CENEPRED (2015), la vulnerabilidad tiene los siguientes factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia, los cuales son detallados a continuación:

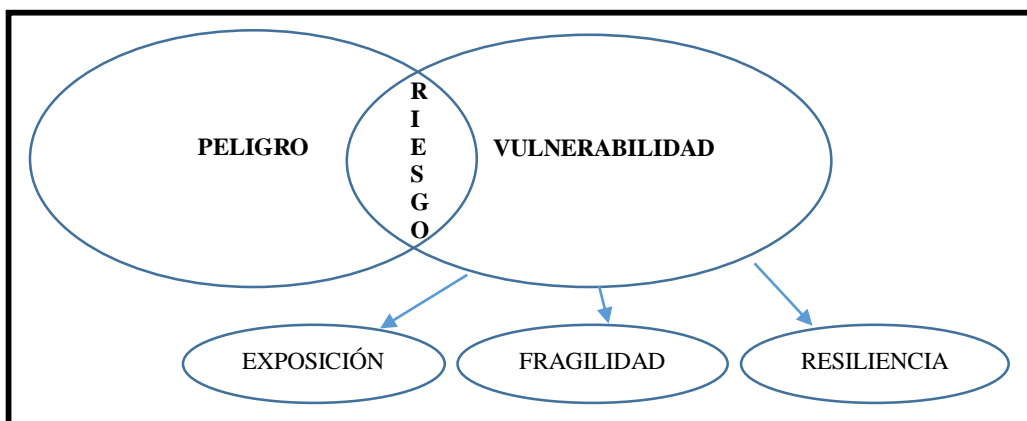


Figura 5. Factores de la Vulnerabilidad.  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

- Exposición

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. (p. 122)

Por consiguiente, el factor Exposición es un aspecto negativo para la población y sus medios de vida.



*Figura 6.* Exposición de las viviendas del asentamiento humano La Flor.  
Fuente: Elaboración Propia

- Fragilidad.

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está

centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (p. 122).

De este modo el factor fragilidad es un aspecto perjudicial para la población y sus medios de vida ante la presencia de un sismo de una magnitud dada.

En las diversas etapas del asentamiento humano La Flor se pueden apreciar viviendas precarias con un estado de conservación regular y malo, fallas o deterioro en sus estructuras, es decir se evidencia un alto grado de fragilidad.



*Figura 7.* Viviendas en evidente estado de precariedad  
AA. HH La Flor Etapa 2 Sector 2. Fuente: Elaboración Propia

#### - Resiliencia.

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad. (p. 123)

En tal sentido el factor Resiliencia desde un punto de vista objetivo es favorable por parte de la población ante la ocurrencia de un sismo.

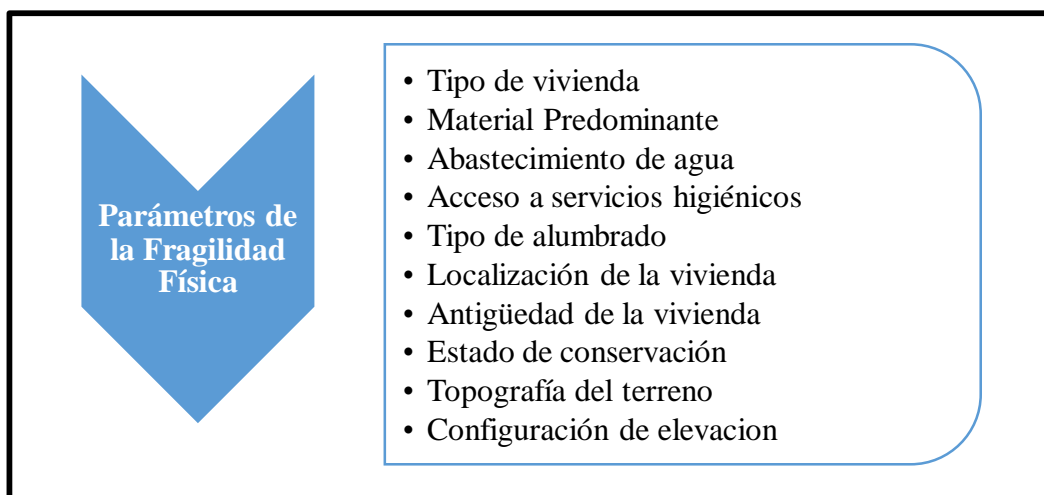


*Figura 8.* Vivienda en proceso de reforzamiento.  
AA. HH La Flor Etapa 2 Sector 2. Fuente: Elaboración Propia

Cabe recalcar que para el presente estudio se emplearan el factor fragilidad y el factor resiliencia, tanto para la dimensión física como social. El factor exposición será omitido debido que se van a evaluar todos los lotes del asentamiento humano La Flor, los cuales están expuestos ante un sismo de gran magnitud.

#### - Fragilidad Física

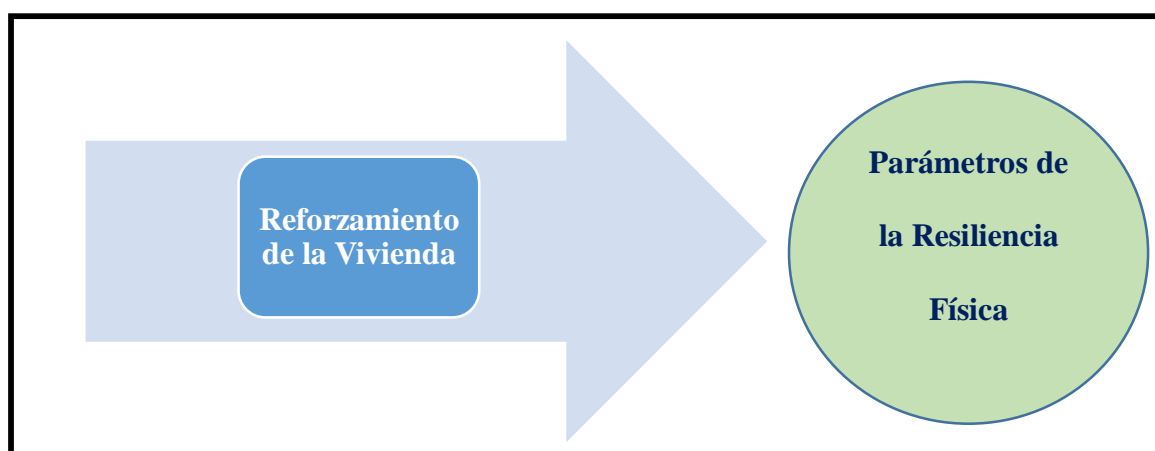
Es la característica “referida a las condiciones de desventaja o debilidad y ubicación que tienen los activos físicos frente al impacto de un peligro” (CENEPRED, 2017, p.50). Para determinar la vulnerabilidad, se analiza la fragilidad mediante los parámetros, haciendo uso de pesos ponderados por medio del proceso de análisis jerárquico. A continuación, se mencionan los parámetros de la fragilidad física que se muestran en el Manual para la evaluación del Riesgo por Sismos:



*Figura 9.* Identificación de los Parámetros de la Fragilidad Física  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

#### - Resiliencia Física

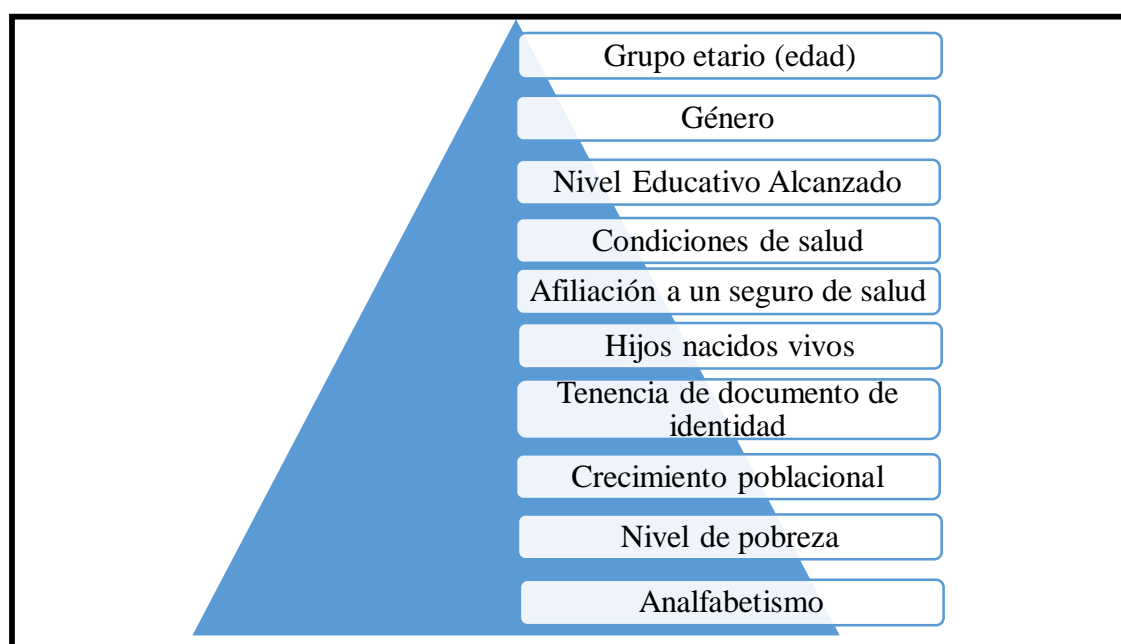
La resiliencia física “está referida a la capacidad que tienen las instituciones públicas o privadas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse frente al impacto de un peligro” (CENEPRED, 2017, p.53). Para determinar la resiliencia física, se sigue el proceso de análisis jerárquico basado en la evaluación de sus parámetros. A continuación, se mencionan los parámetros de la resiliencia física que se muestran en el Manual para la evaluación del Riesgo por Sismos:



*Figura 10.* Identificación del Parámetro de la Resiliencia Física  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

### - Fragilidad Social

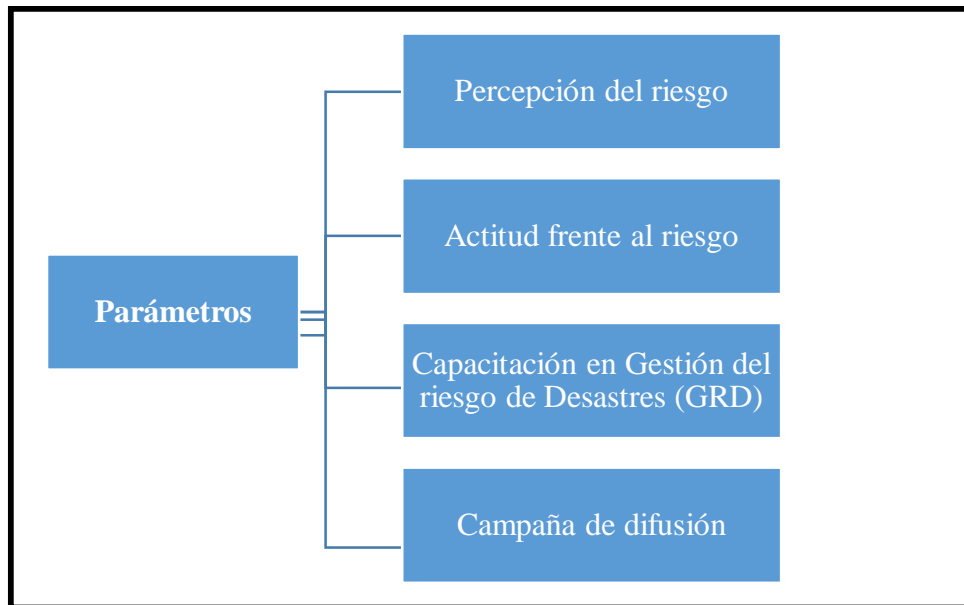
La Fragilidad Social “está referida a las condiciones de desventaja o debilidad que tiene el ser humano y sus medios frente a un peligro” (CENEPRED, 2017, p.54). Para determinar la fragilidad social, se sigue el proceso de análisis jerárquico basado en la evaluación de sus parámetros. A continuación, se mencionan los parámetros de la fragilidad social que se muestran en el Manual para la evaluación del Riesgo por Sismos:



*Figura 11.* Identificación de los Parámetros de la Fragilidad Social  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

### - Resiliencia Social

La resiliencia social “está referida a la capacidad de las persona, familias y comunidades, entidades públicas y privadas para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse frente al impacto de un peligro” (CENEPRED, 2017, p.57). Para determinar la resiliencia social, se sigue el proceso de análisis jerárquico basado en la evaluación de sus parámetros. A continuación, se mencionan los parámetros de la resiliencia social que se muestran en el Manual para la evaluación del Riesgo por Sismos:



*Figura 12. Identificación de los Parámetros de la Resiliencia Social*  
Fuente: CENEPRED, 2017. Elaboración Propia

#### **2.1.4. Proceso Analítico Jerárquico (PAJ)**

Según Osorio y Orejuela (2008) citado por Álvarez (2018), explica que el Proceso de Análisis Jerárquico, propuesto y desarrollado por Thomas Saaty a finales de 1960, viene siendo utilizado para diversos programas los cuales han arrojado importantes resultados al momento de procesar y tomar decisiones complejas.

Por otro lado, Keeney (1992) citado por CENEPRED (2015), denota lo siguiente:

El Proceso de Análisis Jerárquico, permite combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo. El punto central del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados (p. 206).



Para la evaluación del Proceso de Análisis Jerárquico, se tomará en cuenta la escala propuesta por Saaty. Esta escala presenta valores numéricos del 1 al 9, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5  
*Escala de Saaty*

ESCALA VERBAL	ESCALA NUMÉRICA	EXPLICACIÓN
Extremadamente preferible	9	En una comparación de elementos, el primero se considera extremadamente preferible que el segundo.
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8	En una comparación de elementos, el primero se considera entre muy fuertemente y extremadamente preferible que el segundo.
Muy fuertemente preferible	7	En una comparación de elementos, el primero se considera muy fuertemente preferible que el segundo.
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6	En una comparación de elementos, el primero se considera entre fuertemente y muy fuertemente preferible que el segundo.
Fuertemente preferible	5	En una comparación de elementos, el primero se considera fuertemente preferible que el segundo.
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4	En una comparación de elementos, el primero se considera entre moderadamente y fuertemente preferible que el segundo.
Moderadamente preferible	3	En una comparación de elementos, el primero se considera moderadamente preferible que el segundo.
Entre igualmente y moderadamente preferible	2	En una comparación de elementos, el primero se considera entre igualmente y moderadamente preferible que el segundo.
Igualmente preferible	1	En una comparación de elementos, el primero se considera igualmente preferible que el segundo.
RECÍPROCO	1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9	En una comparación de elementos, el segundo elemento podría ser igualmente, moderadamente, fuertemente, muy fuertemente y extremadamente preferible que el primer elemento. Es decir es inversamente dirigida a los valores de la escala anterior.

Fuente: Adaptado de Toskano, 2005

#### 2.1.4.1. Ventajas del AHP

Toskano (2005) citado por CENEPRED (2017), señala las ventajas del Proceso de Análisis Jerárquico frente a otro método de decisión multicriterio:

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;

- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de equipos multidisciplinarios y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización (p. 97).

#### 2.1.4.2. Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico

CENEPRED (2017) explica los procedimientos del Proceso de Análisis Jerárquico, el cual va brindar la ponderación de los parámetros que van a evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Para la ponderación de los parámetros se tuvo que realizar una matriz de comparación de pares, matriz de normalización, Vector Priorización (Peso Ponderado). Por otro lado, para la verificación y validación de los pesos ponderados se tuvo que calcular el Vector suma Ponderada, Lambda máximo, el Índice de Consistencia y la Relación de Consistencia. A continuación, se detallan los procedimientos para cada caso:

##### Matriz de comparación de pares

Para el llenado de la matriz de comparación de pares se va realizar una comparación de los descriptores (mayor a 2 descriptores) las cuales van a ser comparadas entre sí (fila y columna), y según el nivel de importancia se le va designar una valoración según la escala de Saaty (1 al 9). Para el presente caso, se va comparar un descriptor (fila) con los 5 descriptores

(columnas). Es importante mencionar que la comparación de descriptores iguales se le designará como valor la unidad (1.000). Además, los descriptores que sean comparados de manera inversa ( $A2 \rightarrow A1$ ) a una comparación inicial ( $A1 \rightarrow A2$ ) se le va designar un valor recíproco ( $1/a$ ) al valor otorgado en la comparación inicial ( $a$ ), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6  
*Matriz de comparación de pares*

Parámetro "A"	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	a	b	c	d
A2	1/a	1	e	f	g
A3	1/b	1/e	1	h	i
A4	1/c	1/f	1/h	1	j
A5	1/d	1/g	1/i	1/j	1
Suma	v	w	x	y	z
1/Suma	1/v	1/w	1/x	1/y	1/z

Fuente: Elaboración Propia

Donde: A1, A2, A3, A4 Y A5; son los descriptores; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j son los valores designados.

Nota: Luego de completar la matriz de comparación de pares se realizan sumatorias de cada columna, seguido de dividir la unidad entre los resultados de cada sumatoria.

#### Matriz de Normalización

Según la metodología de Saaty, se procede a realizar la matriz de normalización. En este proceso se multiplica el valor "1/SUMA" de cada columna con el valor designado a cada descriptor dentro de su misma columna de la matriz de comparación de pares.

Dichos cálculos se explican en la tabla siguiente:

Tabla 7  
*Matriz de Normalización*

Parámetro "A"	A1	A2	A3	A4	A5
A1	$1*(1/v)$	$a*(1/w)$	$b*(1/x)$	$c*(1/y)$	$d*(1/z)$
A2	$1/a*(1/v)$	$1*(1/w)$	$e*(1/x)$	$f*(1/y)$	$g*(1/z)$
A3	$1/b*(1/v)$	$1/e*(1/w)$	$1*(1/x)$	$h*(1/y)$	$i*(1/z)$
A4	$1/c*(1/v)$	$1/f*(1/w)$	$1/h*(1/x)$	$1*(1/y)$	$j*(1/z)$
A5	$1/d*(1/v)$	$1/g*(1/w)$	$1/i*(1/x)$	$1/j*(1/y)$	$1*(1/z)$

Fuente: Elaboración Propia

### Vector Priorización (Pesos ponderados)

Se realiza una sumatoria de cada fila y se divide entre la cantidad de descriptores a evaluar para obtener como resultado el Vector Priorización (Peso Ponderado). Para poder comprobar los resultados se efectúa una suma de los valores del Vector Priorización la cual debe dar la unidad (ver Tabla 8).

Tabla 8  
*Vector Priorización o Peso Ponderado*

Parámetro "A"	A1	A2	A3	A4	A5	Vector Priorización
A1	$1*(1/v)$	$a*(1/w)$	$b*(1/x)$	$c*(1/y)$	$d*(1/z)$	mA1
A2	$1/a*(1/v)$	$1*(1/w)$	$e*(1/x)$	$f*(1/y)$	$g*(1/z)$	mA2
A3	$1/b*(1/v)$	$1/e*(1/w)$	$1*(1/x)$	$h*(1/y)$	$i*(1/z)$	mA3
A4	$1/c*(1/v)$	$1/f*(1/w)$	$1/h*(1/x)$	$1*(1/y)$	$j*(1/z)$	mA4
A5	$1/d*(1/v)$	$1/g*(1/w)$	$1/i*(1/x)$	$1/j*(1/y)$	$1*(1/z)$	mA5

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

$$mA1 = [ 1*(1/v) + a*(1/w) + b*(1/x) + c*(1/y) + d*(1/z) ] / 4$$

$$mA2 = [ 1/a*(1/v) + 1*(1/w) + e*(1/x) + f*(1/y) + g*(1/z) ] / 4$$

$$mA3 = [ 1/b*(1/v) + 1/e*(1/w) + 1*(1/x) + h*(1/y) + i*(1/z) ] / 4$$

$$mA4 = [ 1/c*(1/v) + 1/f*(1/w) + 1/h*(1/x) + 1*(1/y) + j*(1/z) ] / 4$$

$$mA5 = [ 1/d*(1/v) + 1/g*(1/w) + 1/i*(1/x) + 1/j*(1/y) + 1*(1/z) ] / 4$$

Para validar todo el procedimiento efectuado se procede a calcular la Relación de Consistencia, para lo cual se calculan el “Vector Suma Ponderado” y el “ $\lambda$  max” y el “Índice de Consistencia”.

#### Vector Suma Ponderado (VSP)

Para calcular el Vector Suma Ponderado primero se multiplica cada columna de la matriz original (matriz de comparación de pares) con cada valor del Vector Priorización y luego se realiza una sumatoria de los resultados, como se muestra a continuación:

$$VSP1 = 1 \cdot m_{A1} + a \cdot m_{A2} + b \cdot m_{A3} + c \cdot m_{A4} + d \cdot m_{A5}$$

$$VSP2 = 1/a \cdot m_{A1} + 1 \cdot m_{A2} + e \cdot m_{A3} + f \cdot m_{A4} + g \cdot m_{A5}$$

$$VSP3 = 1/b \cdot m_{A1} + 1/e \cdot m_{A2} + 1 \cdot m_{A3} + h \cdot m_{A4} + i \cdot m_{A5}$$

$$VSP4 = 1/c \cdot m_{A1} + 1/f \cdot m_{A2} + 1/h \cdot m_{A3} + 1 \cdot m_{A4} + j \cdot m_{A5}$$

$$VSP5 = 1/d \cdot m_{A1} + 1/g \cdot m_{A2} + 1/i \cdot m_{A3} + 1/j \cdot m_{A4} + 1 \cdot m_{A5}$$

#### Lambda Máximo ( $\lambda$ máx)

Para calcular el  $\lambda$  máx., se divide el “Vector Suma Ponderado” con el “Vector Priorización o Peso Ponderado”, posterior a ello se calcula el promedio del  $\lambda$  máx ( $m\lambda$  máx),, como se muestra a continuación:

$$\lambda \text{ máx}1 = VSP1 / m_{A1}$$

$$\lambda \text{ máx}2 = VSP2 / m_{A2}$$

$$\lambda \text{ máx}3 = VSP3 / m_{A3}$$

$$\lambda \text{ máx}4 = VSP4 / m_{A4}$$

$$\lambda \text{ máx}5 = VSP5 / m_{A5}$$

$$m\lambda \text{ máx} = (\lambda \text{ máx}1 + \lambda \text{ máx}2 + \lambda \text{ máx}3 + \lambda \text{ máx}4 + \lambda \text{ máx}5) / 5$$

### Índice de Consistencia (IC)

El Índice de Consistencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{(m\lambda \text{ máx} - N^{\circ} \text{ Descriptores})}{(N^{\circ} \text{ Descriptores} - 1)}$$

### Relación de Consistencia (RC)

Para hallar la relación de Consistencia se emplea la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde, IC: Índice de Consistencia, IA: Índice Aleatorio

Según Aguarón y Moreno-Jiménez (2003) citado por CENEPRED (2017) los valores del Índice Aleatorio para las distintas cantidades de descriptores (“n”), obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices son:

Tabla 9

*Valores del índice aleatorio para distintas cantidades de descriptores*

<b>n</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>IA</b>	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555

Fuente: CENEPRED, 2017

**NOTA:** Cabe indicar que para la validación de datos de la comparación de pares se debe cumplir lo siguiente: Para matrices con 3 descriptores la  $RC < 4\%$ , para matrices con 4 descriptores la  $RC < 8\%$ , y para matrices mayores a 4 descriptores la  $RC < 10\%$  (CENEPRED, 2017).

Lo anteriormente expresado es suficiente para determinar el uso de la metodología AHP de Saaty en el desarrollo de la presente investigación, mediante la toma de decisiones al momento de hacer las comparaciones entre los parámetros a evaluar.

### 2.1.5. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Mena (2013) define el Sistema de Información Geográfica como:

Una expresión que trate de englobar la totalidad de las funciones y elementos de los SIG; debido a esto es razonable definir a los SIG como un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión, cuyo fin último es ayudar a las diversas actividades humanas donde los datos espaciales tienen un papel determinante ( p. 26).

#### 2.1.5.1. Componentes de un SIG

Para Olaya (2012) citado por Cuya (2017), los componentes fundamentales de un Sistema de Información Geográfica son los siguientes:

- A. Datos: Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
- B. Métodos: Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
- C. Software: Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.
- D. Hardware: El equipo necesario para ejecutar el software.
- E. Personas: Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG (p. 46).

### 2.1.5.2. Funciones de un SIG

Según Morea y Huerta (s.f.) el SIG básicamente presenta 4 funciones:

A.- Incorporación de la información. Esta función está referida a la integración de la base de datos, pudiendo ser datos geográficos como alfanuméricos, al sistema.

B.- Gestión de la información. La incorporación de los datos al sistema implica la gestión de la misma, efectuando búsquedas temáticas y espaciales para su posterior análisis.

C.- Análisis de la información. En esta función se realizan operaciones o procedimientos de análisis territorial para posteriormente obtener resultados con información relevante. Los resultados están en función de la veracidad de los datos.

D.- Interrelación con el usuario. Todos los resultados obtenidos, sean gráficos o mapas, deben tener una salida adecuada, es decir deben ser de fácil acceso para el posterior manejo del usuario del sistema.

### 2.1.5.3. Almacenamiento de la información

Los SIG almacenan la información del mundo real en datos espaciales y a su vez estos son representados en 2 formatos: VECTOR Y RASTER

#### -Formato Vectorial

Hace referencia a las figuras geométricas (puntos, líneas y polígonos) como representación de la realidad. Además, Sartre (2010) añade “un punto es representado por un par de coordenadas (X, Y); una línea es un conjunto de coordenadas que corresponden a sus vértices (X1Y1; X2Y2; X3Y3...) y un área, o sea un polígono es una línea cerrada, y rellena” (p. 5).



#### -Formato Raster

Los datos o información espacial están representados por celdas o pixels extendiéndose en columnas y filas. Cada celda representa un valor la cual conlleva una información según el tema que se está presentando (Sartre, 2010).

#### 2.1.5.4. ArcGIS

De acuerdo a Bosque (2000) citado en Asencios y Ato (2015) afirma:

Es un software SIG diseñado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa la evolución constante de estos productos, incorporando los avances tecnológicos experimentados en la última década en el área de la información y telecomunicaciones para capturar, editar, analizar, diseñar, publicar en la web e imprimir información geográfica (p. 29).

La plataforma ArcGis presenta diversas aplicaciones, las cuales se mencionan a continuación:

##### a) ArcMap

Según Bosque (2000) es una aplicación totalmente integrada de funciones que van a permitir visualizar, editar, analizar datos, seleccionar datos espaciales y tabulares, entre otros, las cuales están disponibles desde la interfaz (como se citó en Asencios y Ato, 2015).

##### b) ArcCatalog

Según Bosque (2000) el ArcCatalog brinda la opción de gestionar y organizar los datos o elementos SIG, así como de acceder a sus propiedades y herramientas u operaciones por realizar (como se citó en Asencios y Ato, 2015).

### c) ArcToolBox

Según Bosque (2000) el ArcToolBox está referido a la aplicación que se encuentra incluida en el ArcCatalog y ArcMap. Asimismo, está conformada por herramientas con distintas funciones como: exportar archivos, importar, análisis, cálculos geométricos, entre otras operaciones. Por otra parte, permiten incorporar herramientas propias, así como crear listas de tarea y ejecutarlas (como se citó en Asencios y Ato, 2015).

### d) Model Builder

Según Tomlinson (2007), “es la herramienta diseñada para construir modelos en ArcGIS. Se inicia como una ventana vacía a la cual se van incorporando los datos y las herramientas que permiten establecer la secuencia de un análisis” (como se citó en Asencios y Ato, 2015, p. 30).

Bajo este contexto se va desarrollar los modelos para la obtención de la determinación del Nivel de vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor.

#### 2.1.5.5. Geoprocesamiento

Falla (2012) explica el Geoprocesamiento como:

Un término que engloba tres aspectos fundamentales de un SIG: automatización de procedimientos, análisis geoespacial y modelado de aspectos de la vida real. La mayoría de las tareas que usted realiza en un SIG son, hasta cierto punto, repetitivas y por lo tanto es deseable utilizar métodos y procedimientos de trabajo que permitan automatizar, documentar y posteriormente compartir los pasos o procedimientos como parte de un flujo de trabajo (p. 33).

El geoprocesamiento es un marco y un conjunto de herramientas que permiten procesar datos geográficos y otros datos relacionados. El conjunto completo de herramientas de geoprocesamiento se puede usar para realizar análisis espaciales o para administrar los datos SIG de forma automática<sup>2</sup>.



Figura 13. Concepto de flujo de trabajo  
Fuente: Falla, 2012

Alonso (2014), menciona algunas de las principales herramientas básicas de Geoprocesamiento que se muestran a continuación:

Tabla 10  
*Principales herramientas de Geo-procesamiento*

Herramienta	Función
Clip	Herramienta que permite cortar una capa de elementos geográficos en función al contorno de otra capa; es decir el resultado serán todos los elementos que estén dentro del contorno de la otra capa.
Buffer	Es la herramienta con la cual se van a seleccionar y obtener elementos que se encuentran en un área de influencia dada.
Dissolve	Esta herramienta permite simplificar o unir los elementos geográficos y atributos de una capa que presenten el mismo valor en un campo determinado.
Merge	Permite unir o juntar 2 capas de elementos geográficos en una nueva capa, la cual contienen los atributos de las 2 capas.
Intersect	Esta herramienta permite obtener una capa nueva con los elementos que se encuentran en un área en común entre 2 capas superpuestas. Asimismo, esta nueva capa va contar con los atributos de ambas capas.

Fuente: Alonso, 2014. Elaboración Propia<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Disponible en < <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/geoprocessing/basics/what-is-geoprocessing-.htm>>

<sup>3</sup> Disponible en < <https://mappinggis.com/2014/10/herramientas-de-geoprocesamiento-en-gis/>>

#### 2.1.5.6. Análisis de la vulnerabilidad mediante tecnología SIG

Saborio (2003) explica que la evaluación de la vulnerabilidad mediante los SIG permite “contar con una visión de conjunto y multivariedad de la vulnerabilidad, establece relaciones espaciales y vincular distintos tipos de información, contar con una información digital de consulta directa, realizar actualizaciones que respondan al dinamismo del problema” (citado por Rivas, 2017, p. 23).

## 2.2. Base Legal

La base legal referida a la Gestión de Riesgo son las siguientes:

- Ley N° 29664 con fecha 19-02-2011, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Ley N° 30779 con fecha 05-06-2018, que dispone medidas para el Fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 29869 con fecha 20-05-2012, la cual trata del Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
- Ley N° 30556 con fecha 29-04-2017, aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM con fecha 26-05-2011, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM con fecha 24-10-2013, 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° 058-2014-PCM con fecha 14-09-2014, que aprueba el Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones.

- Decreto Supremo N° 034-2014-PCM con fecha 13-05-2014, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021.
- Resolución Ministerial N° 145-2018-PCM con fecha 08-06-2018, que aprueban la Estrategia de Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 – 2021.
- Resolución Ministerial N° 147-2016-PCM con fecha 20-07-2016, que aprueba "los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción"
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM con fecha 24-08-2013, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM con fecha 23-08-2013, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM con fecha 28-12-2012, que aprueba de los lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres.
- Resolución Ministerial N° 276-2012-PCM con fecha 24-10-2012, que aprueban los “Lineamientos para la Constitución y Funcionamiento de los Grupos de Trabajo de la Gestión de Riesgo de Desastres en los Tres Niveles de Gobierno”.

### **2.3. Marco Institucional**

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), se crea según Ley N° 29664, como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres. (Ley N° 29664, 2011, Art 1°)

Por otro lado, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres está compuesto por:

- La Presidencia del Consejo de Ministros
- El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).
- El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- Los gobiernos regionales y gobiernos locales.
- El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN)
- Las entidades públicas, las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional del Perú, las entidades privadas y la sociedad civil. (Ley N° 29664, 2011, Art.9 °)

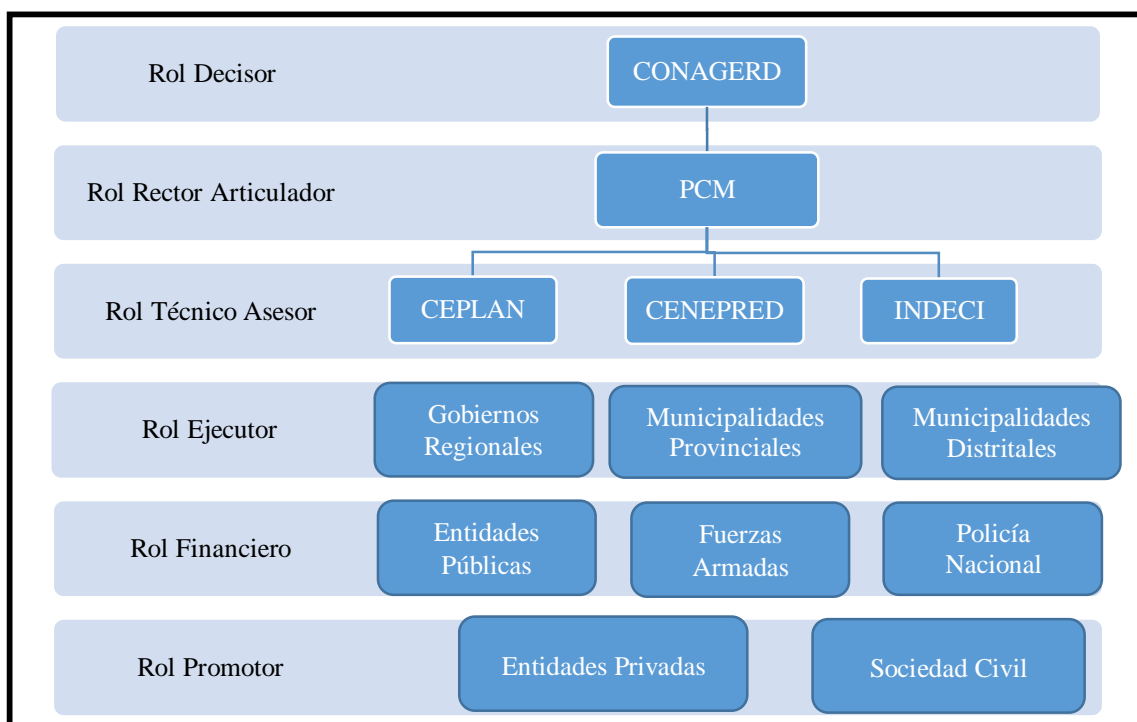


Figura 14. Organización del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres  
Fuente: Ley N° 29664, 2011

## 2.4. Definición de términos Básicos

- **Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres:** Conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción, ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente (Artículo 5 de la Ley N° 29664).
  
- **Susceptibilidad:** La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).
  
- **Gestión del Riesgo de Desastres:** Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible (Artículo 3 de la Ley N° 29664).
  
- **Daño:** Son aquellos que sufren los activos inmovilizados, destruidos o dañados, y los ocasionados a las existencias (tanto de bienes finales como de bienes en proceso, materias primas, materiales y repuestos), es la destrucción total o parcial de infraestructura física, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario; perjuicios en las tierras de cultivo, en obras de riego, embalses, etc. (Numeral 5.5.3 del Artículo 5.5 de los Lineamientos para la formulación y

aprobación del informe de evaluación de la emergencia o desastre – R.J. 84-2016-CENEPRED/J).

- **Prevención del Riesgo:** Acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible (Artículo 25 del D.S. 048-2011-PCM).
  
- **Reducción del Riesgo:** Comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible (Artículo 27 del D.S. 048-2011-PCM).
  
- **Preparación:** Conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad (Artículo 29 del D.S. 048-2011-PCM).
  
- **Respuesta:** Parte integrante de la Gestión del Riesgo de Desastres, está constituida por el conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente de ocurrido éste, así como ante la inminencia del mismo (Artículo 31 del D.S. 048-2011-PCM).



- **Rehabilitación:** Conjunto de acciones conducentes al restablecimiento de los servicios públicos básicos indispensables e inicio de la reparación del daño físico, ambiental, social y económico en la zona afectada por una emergencia o desastre. Se constituye en el puente entre el proceso de respuesta y el proceso de reconstrucción (Artículo 33 del D.S. 048-2011-PCM).
  
- **Desarrollo Sostenible:** Proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera que no se sobrepase la capacidad del ambiente para recuperarse y absorber los desechos producidos, manteniendo o incrementando así el crecimiento económico (INDECI, 2006).
  
- **Geodato:** Es cualquier elemento u objeto tangible que existe en la realidad y que posee una ubicación o posición geográfica, la cual es normalmente almacenada como coordenadas geográficas con topología, aunque también puede ser implícita.

### III. METODOS

#### 3.1. Tipo de investigación

Existen varios tipos de investigaciones, de los cuales se optan por 2 tipos para el presente estudio: según su enfoque y según su finalidad.

##### A. Según su enfoque

- **Mixta:** Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la investigación mixta es un enfoque relativamente nuevo que implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio” (p. 30). Por lo antes mencionado, el presente estudio es mixto, es decir, tiene un enfoque cualitativo, ya que mediante las encuestas realizadas a la población se busca conocer la actitud de las personas frente a un sismo de gran magnitud. Asimismo, presenta un enfoque cuantitativo, debido a que se van a evaluar los parámetros de forma numérica (metodología AHP).

##### B. Según su finalidad

- **Aplicativa:** Según Behar (2008), este tipo de investigación se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Lo anterior en virtud que la presente tesis utiliza conocimientos y busca la aplicación de los sistemas de información para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor, el cual va servir de mucha ayuda para la población y para estudios posteriores.

Asimismo, la presente investigación presenta un nivel y diseño de investigación las cuales se detallan a continuación:

### **3.1.1. Nivel de investigación**

Según Hernández (2012) se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio. De lo anteriormente explicado se deduce que el nivel de investigación de la presente tesis es “descriptiva” debido que se va describir los datos o características de la población y los sistemas constructivos los cuales serán analizados posteriormente para obtener el nivel de vulnerabilidad en el asentamiento humano La Flor, Carabaylo,

### **3.1.2. Diseño de investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño de investigación está en función de la manipulación deliberada de variables. Por lo cual, el diseño de investigación para el presente estudio es “No experimental”, en virtud que se van a recolectar información tanto de las edificaciones como de la población, de las cuales solo se analizará el resultado, sin causar o experimentar alguna situación. A su vez se le considera “Transversal” debido a que se va determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del Asentamiento Humano de La Flor para un momento dado, como es el caso de un sismo de gran magnitud.

## **3.2. Ámbito temporal y espacial**

### **3.2.1. Ámbito Temporal**

El espacio temporal del presente estudio se da entre los años 2019 y 2020.

### **3.2.2. Ámbito espacial**

El ámbito espacial es el asentamiento humano La Flor la cual está conformada por 3 etapas: AA. HH La Flor 1º Etapa, AA. HH La Flor 2º Etapa (Sector I), AA. HH La Flor 2º

Etapa (Sector II) y AA. HH La Flor 3° Etapa, las cuales suman una extensión de 27.94 ha., con una población total de 5079, según la información recolectada en campo.

### 3.3. Variables

Tabla 11  
*Identificación de las Variables*

Variable dependiente	Variable independiente	Dimensiones	Factores	Indicadores	Instrumentos
Nivel de vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor	Vulnerabilidad Sísmica	Dimensión Física	Fragilidad Física	Principales Elementos Estructurales	Fichas de tipo catastral Cartografía Encuestas Inventarios Receptor GNSS Aeronave Piloteada Remotamente DJI Phantom 4 RTK
				Material Predominante en Paredes	
				Material Predominante en Techos	
				Estado de Conservación	
				Antigüedad	
				Pendiente del Terreno	
				Número de Pisos	
			Cargas Vivas		
		Resiliencia Física	Reforzamiento de la Vivienda		
		Dimensión Social	Fragilidad Social	Grupo Etario	
				Discapacidad	
				Servicios Básicos	
				Tipo de Seguro	
				Tenencia de Vivienda	
Nivel Educativo Alcanzado					
Resiliencia Social	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos				
	Participación en Simulacros de Sismos				
Sistema de Información Geográfica	Proceso GeoProcesamiento	Aplicación Model Builder	Geodatos	Plataforma ARCGIS	

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

El universo de la presente investigación es el distrito de Carabayllo, con una población de 333 902 habitantes, de los cuales 163 786 son hombres y 169 259 son mujeres, de acuerdo a los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidad elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. La población está definida por toda el área que cubre el asentamiento humano La Flor.

#### **3.4.2. Muestra**

La muestra, del mismo modo está conformada por todas las viviendas del asentamiento humano La Flor, las cuales se encuentran expuestas ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. La unidad de análisis es el lote, con lo cual se determinó que el área de estudio cuenta con 88 manzanas y 860 lotes, los cuales serán evaluados en el presente estudio.

### **3.5. Instrumentos**

Vienen a ser los materiales, fuentes o suministros necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

#### **3.5.1. Equipo y software**

Los equipos y software usados para la presente tesis fueron los siguientes:

- 1 Aeronave pilotada remotamente (RPA) del tipo multirrotor marca DJI modelo PHANTOM 4 RTK, con el cual se elaboró el levantamiento fotogramétrico (captura de imágenes del terreno con traslape) y posteriormente ser procesada en gabinete para obtener la ortofoto (imagen orientada a una proyección ortogonal) y las curvas de nivel (al metro) del área de estudio.

- 2 Receptor GNSS, marca SOKKIA modelo GRX1 de doble frecuencia (base y rover), con el cual se realizó el levantamiento geodésico, es decir, se tomaron medidas de los puntos fotocontrol o de apoyo (coordenadas planimétricas y altimétricas), para posteriormente georreferenciar la ortofoto.
- Computadora ASUS Core i7, con la cual se desarrolló la presente tesis.
- Celular marca HUAWEI modelo P SMART 2019, con el cual se tomaron fotos de las diversas actividades en campo.
- Software AutoCAD 2018, en el cual se editaron las capas de manzanas y lotes.
- Software ArcGIS 10.3, en el cual se aplicaron los modelos de geoprocésamiento a la información obtenida de campo (parámetros), para finalmente obtener los diversos planos temáticos en función a la vulnerabilidad sísmica del área de estudio.
- Software Trimble Business Center versión 5.32, con el cual se procesaron las posiciones de los puntos fotocontrol tomados por el receptor GNSS SOKKIA GRX1.
- Software Agisoft Metashape versión 1.5.1, en el cual se procesó la ortofoto y curvas de nivel obtenidas por el levantamiento fotogramétrico del multirrotor DJI Phantom 4 RTK.
- Software Google Earth Pro, con el cual se verificó la actualización de los lotes.
- Microsoft Excel 2016, en el cual se plasmó lo obtenido en las fichas catastrales, también se desarrolló el análisis multicriterio AHP (ponderación de los parámetros).
- Microsoft Word 2016, en el cual se redactó el desarrollo de la presente tesis.

### **3.5.2. Materiales**

Los materiales que se emplearon en la presente tesis son los siguientes:

- Fichas de tipo de catastral basados en otras investigaciones, en las cuales se detallan indicadores del aspecto físico de las viviendas, así como las encuestas, en las cuales se señalan indicadores sociales (económico y cultural) del asentamiento humano La Flor.

- Plano base del distrito de Carabaylo, formato digital DWG, escala 1:1, Datum PSAD 56, fecha 2017, el cual fue solicitado a la Sub Gerencia de Catastro y Habilitaciones Urbanas de la Municipalidad Distrital de Carabaylo.
- Certificado del Punto Geodésico “LIM011496” establecido por la Empresa GEOTUPUY S.A.C (2018), con la finalidad de tener un punto base referencial (coordenadas conocidas) para el desarrollo del levantamiento geodésico realizado con el receptor GNSS SOKKIA GRX1.
- Manuales del CENEPRED y del INDECI y la información referente a microzonificación sísmica del distrito de Carabaylo obtenida del CISMID, los cuales sustentan la elaboración de la metodología y desarrollo de la presente tesis.
- Información poblacional del distrito de Carabaylo y su tasa de crecimiento que fueron obtenidos de los aplicativos del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.
- Libreta, tableros, lapiceros, los cuales fueron importantes para la toma de información en campo.

### **3.6. Procedimientos**

Los procedimientos son los pasos que se tuvieron que desarrollar para lograr el objetivo propuesto de la investigación. El procedimiento del presente estudio consistió básicamente de 3 fases.

#### **A. Fase de Pre Campo:**

- Recolección de información. Revisión bibliográfica especializada.

Se recopiló información como Estudios, informes y manuales los cuales ayudaron a tener una visión más amplia para la extracción de información de campo (indicadores a evaluar), que se pudieron obtener de recursos en línea o por organismos públicos y privados.

Se recopiló la información catastral (DWG, SHP), como los planos catastrales otorgados por la Municipalidad de Carabayllo. Cabe recalcar que en esta base gráfica se encontró duplicidad de capas y áreas sin actualizar verificadas mediante el software Google Earth Pro.

- Visita de campo

Se realizó la visita de campo para la verificación y actualización del plano base del Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo. Del mismo modo, se recorrió el área de estudio con la finalidad de identificar y definir los indicadores que se van a evaluar. Asimismo, se realizó la entrevista con los dirigentes del área de estudio, para la adecuada presentación, aprobación y apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

- Preparación de la Información Base

Luego de realizar las verificaciones de la cartografía en las visitas de campo, se prepararon los diversos croquis con los cuales se trabajó la fase de campo. Del mismo modo se prepararon las fichas y encuestas tipo catastral.

## B. Fase de campo

- Obtención de datos de campo

Para el levantamiento de la información de campo se contó con 5 personas, moradores del sector, con un grado académico mínimo de secundaria completa, a quienes se les capacitó (teoría y práctica), tanto en el llenado de la ficha tipo catastral como en el llenado de la encuesta. El levantamiento de información se desarrolló entre 20 a 25 días, cubriendo los 750 lotes (solo uso residencial) del asentamiento humano La Flor.

Por otro lado, se realizó un levantamiento fotogramétrico RPA con un multirrotor DJI Phantom 4 RTK (Drone), con el fin de generar una ortofoto del terreno y posteriormente las



curvas de nivel del área de estudio (1 metro). Asimismo, para la georreferenciación de la ortofoto se aplicaron puntos de control, los cuales fueron medidos por receptores GNSS.

- Verificación de los datos obtenidos en campo

Posterior al levantamiento de información se pasó a verificar el llenado de las fichas, ya sea mediante las fotos tomadas en campo o realizando una visita de los lotes al azar. A su vez se procedió a levantar la información que no se pudo obtener en los días programados.

### C. Fase de Post-Campo: Gabinete

- Procesamiento de la Base de Datos

La información obtenida de campo fue clasificada y evaluada por la metodología que propone el CENEPRED (Proceso Analítico Jerárquico) en el software Microsoft Excel 2016, los cuales generaron valores de los parámetros, los descriptores, los niveles de la fragilidad y resiliencia, y los rangos de los niveles de vulnerabilidad.

- Aplicación de los programas de procesamiento

En la presente se exportó toda la información del Excel al software ArcGIS, en el cual se geo-procesó la información mediante la aplicación de diversos modelos (Model Builder).

Por otro lado, en el software Trimble Business Center se realizó el postproceso del levantamiento geodésico de los puntos fotocontrol. Además, en el software Agisoft Metashape se procesaron las imágenes obtenidas del levantamiento fotogramétrico generando una ortofoto y las curvas de nivel (al metro). Posteriormente, las curvas de nivel fueron procesadas en el software ArcGis para la generación del mapa de pendientes.

- Generación de planos

Finalmente se obtuvieron los planos de: los parámetros a evaluar, los niveles de la fragilidad y resiliencia, los niveles de la dimensión física y social, así como los niveles de vulnerabilidad del ámbito de estudio.

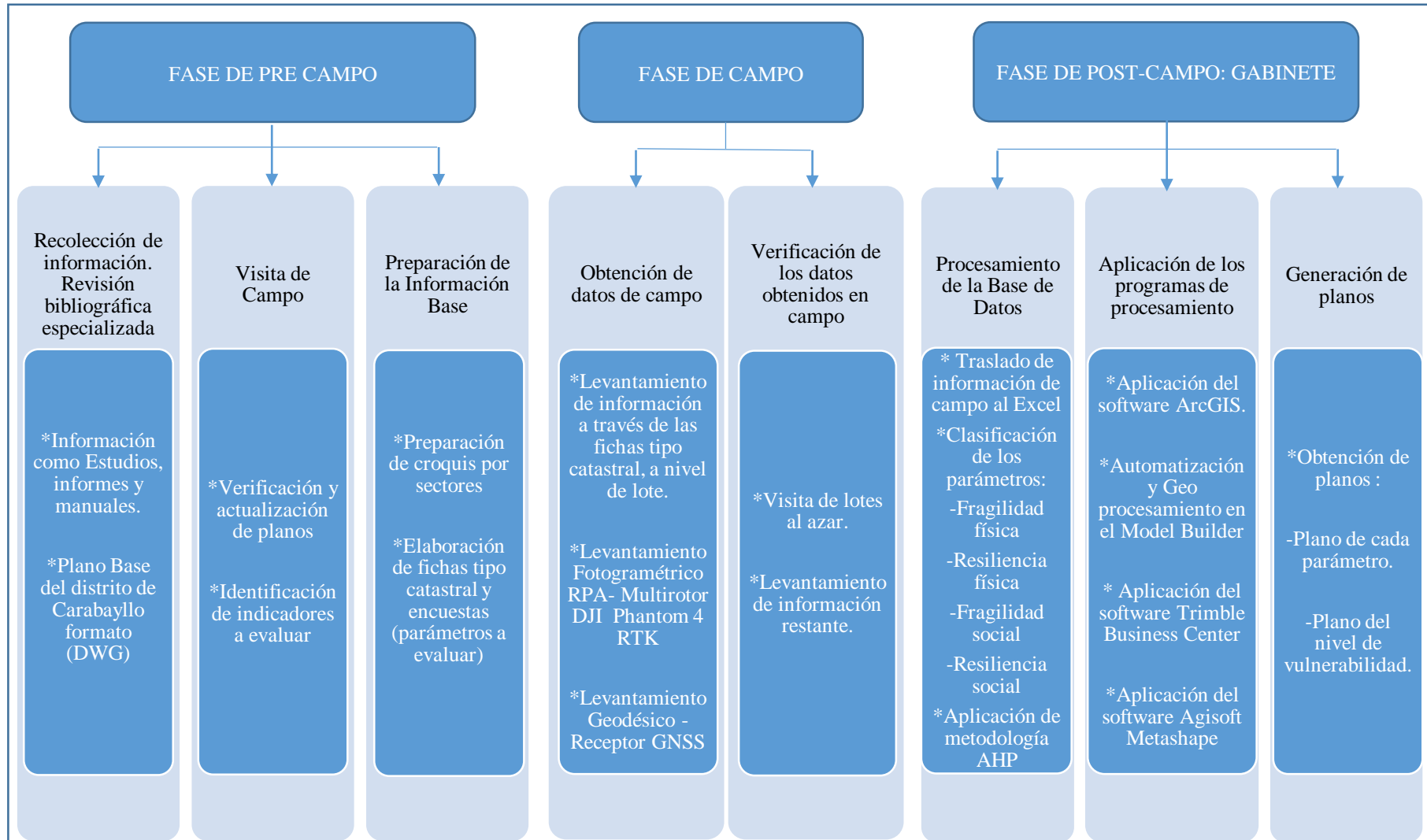


Figura 15. Flujograma Metodológico de la Investigación

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7. Análisis de Datos

Los análisis de datos se realizaron luego de haber identificado y definido los indicadores que se van a evaluar.

Cabe indicar que para el análisis de datos se agruparon los indicadores evaluados (en campo) en los factores establecidos de la vulnerabilidad. Dentro de la vulnerabilidad se tienen tres factores: Exposición, fragilidad y resiliencia. Para el factor exposición se evaluaron todas las viviendas del Asentamiento Humano La Flor, es por esto que se analizaron y evaluaron los otros dos factores, los cuales se analizaron en relación a sus dimensiones: físico y social (ver Figura 17).

Asimismo, en el software Excel 2016 se aplicó la Metodología del “Proceso de Análisis Jerárquico” – AHP, con el fin de analizar y obtener la ponderación de los parámetros y descriptores a evaluar, así como para determinar los valores y los rangos de la fragilidad, la resiliencia y las dimensiones de la vulnerabilidad, como se detalla en el capítulo 4.2. de la presente investigación.

Posteriormente, esta información junto con los datos obtenidos de campo (encuestas) fueron procesados en el Software Arcgis 10.3, en el cual se aplicó el modelo de geoprocésamiento para la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo.

Por otro lado, se realizó un levantamiento geodésico con el receptor GNSS Sokkia GRX1 con el fin de obtener la posición de los puntos fotocontrol (puntos de apoyo), los cuales están ajustados al punto geodésico de orden “C” denominado “LIM011496” establecido por la empresa GEOTUPUY (2018). Dichos puntos de apoyo permitieron la georreferenciación de la ortofoto y las curvas de nivel del área de estudio, las cuales se generaron producto del procesamiento del levantamiento fotogramétrico del RPA multirrotor Phantom 4 RTK.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción del área de estudio

El asentamiento humano La Flor fue fundado un 25 de febrero de 1962.

El área de estudio “Asentamiento Humano La Flor” se encuentra ubicado en el distrito de Carabaylo, a la altura de la Avenida Túpac Amaru km 17 (margen derecho).

El asentamiento humano La Flor se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas:

-Norte:  $-11.894179^{\circ}$ ,  $-77.028802^{\circ}$

-Sur:  $-11.899658^{\circ}$ ,  $-77.026214^{\circ}$

-Este:  $-11.896737^{\circ}$ ,  $-77.022446^{\circ}$

-Oeste:  $-11.898181^{\circ}$ ,  $-77.029863^{\circ}$

Asimismo, las asociaciones que limitan con el asentamiento humano La Flor son las siguientes:

- Norte: Asentamiento Humano Raúl Porras Barrenechea
- Sur: Asentamiento Humano Villa El Polvorín
- Este: Asentamiento Humano El Mirador
- Oeste: Urbanización Lucyana

Por otro lado, el Asentamiento humano La Flor está conformado por 4 agrupaciones:

- Asentamiento Humano La Flor 1 Etapa  
Superficie 14.768681 ha      Elevación: 210 msnm
- Asentamiento Humano La Flor 2 Etapa (Sector I)

Superficie 5.765907 ha      Elevación: 228 msnm

- Asentamiento Humano La Flor 2 Etapa (Sector II)

Superficie 5.779382 ha      Elevación: 241 msnm

- Asentamiento Humano La Flor 3 Etapa

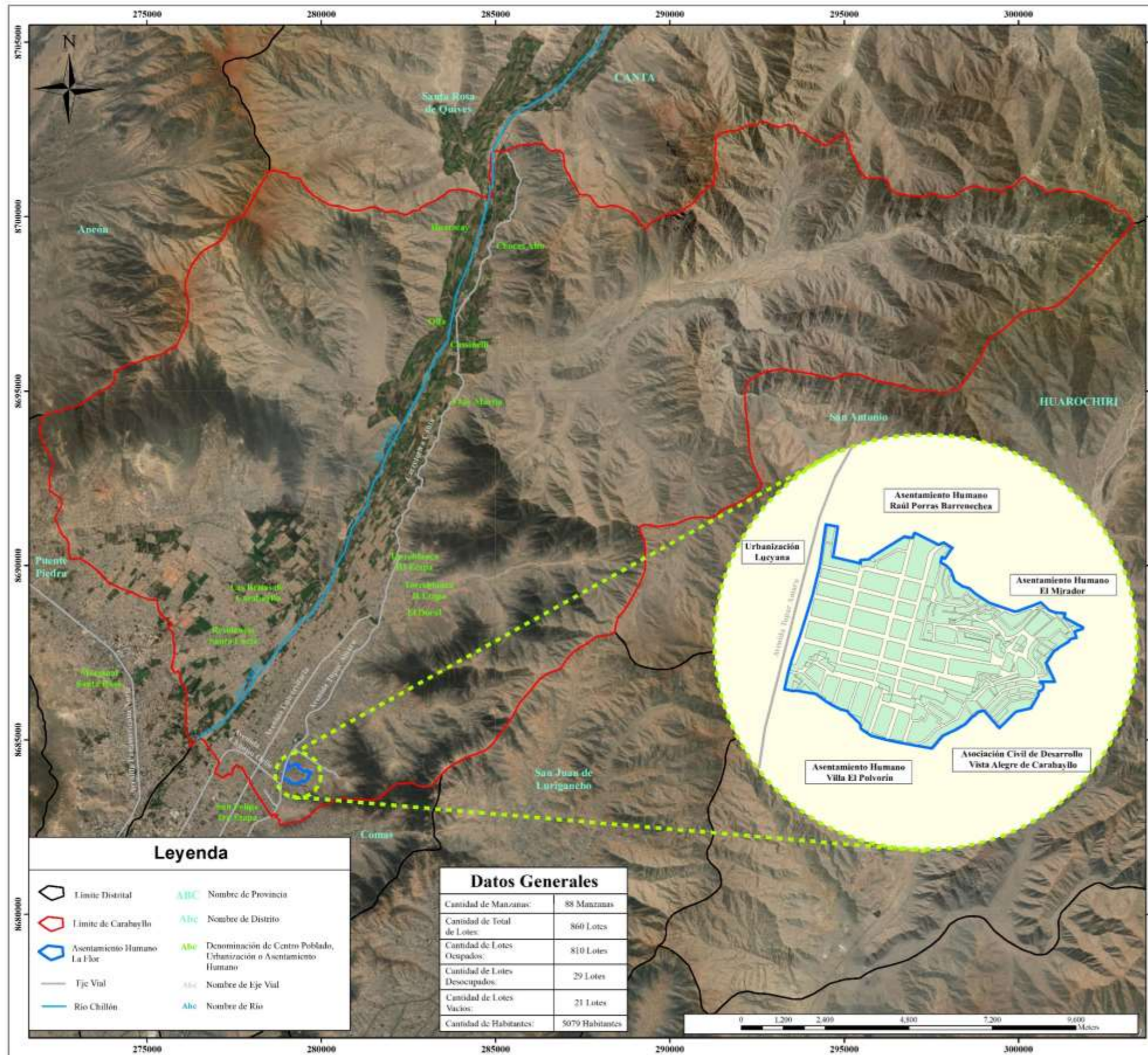
Superficie 1.627426 ha      Elevación: 274 msnm

Asimismo, en el ámbito de estudio las altitudes varían entre 220 y 330 m.s.n.m. La temperatura media es de 18 °C, pero en verano puede llegar a 30° C y en invierno a 12°C (Plan de Desarrollo Local Concertado al 2021 - Municipalidad Distrital de Carabayllo, 2016)

Además, se observan un mayor porcentaje en viviendas familiares, pequeños comercios, 2 iglesias, 2 colegios y 1 centro de salud.

A continuación, se presenta el mapa de ubicación del asentamiento humano La Flor en el distrito de Carabayllo.





MAPA DEPARTAMENTAL DEL PERÚ



MAPA PROVINCIAL - DEPARTAMENTO LIMA



MAPA DISTRITAL - PROVINCIA LIMA

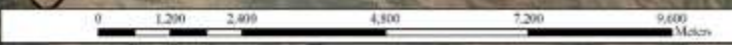


**Leyenda**

- Límite Distrital
- Límite de Carabayllo
- Asentamiento Humano La Flor
- Eje Vial
- Río Chillón
- ABC Nombre de Provincia
- ABC Nombre de Distrito
- ABC Denominación de Centro Poblado, Urbanización o Asentamiento Humano
- ABC Nombre de Eje Vial
- ABC Nombre de Río

**Datos Generales**

Cantidad de Manzanas:	88 Manzanas
Cantidad de Total de Lotes:	860 Lotes
Cantidad de Lotes Ocupados:	810 Lotes
Cantidad de Lotes Desocupados:	29 Lotes
Cantidad de Lotes Vacíos:	21 Lotes
Cantidad de Habitantes:	5079 Habitantes



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DE UBICACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR

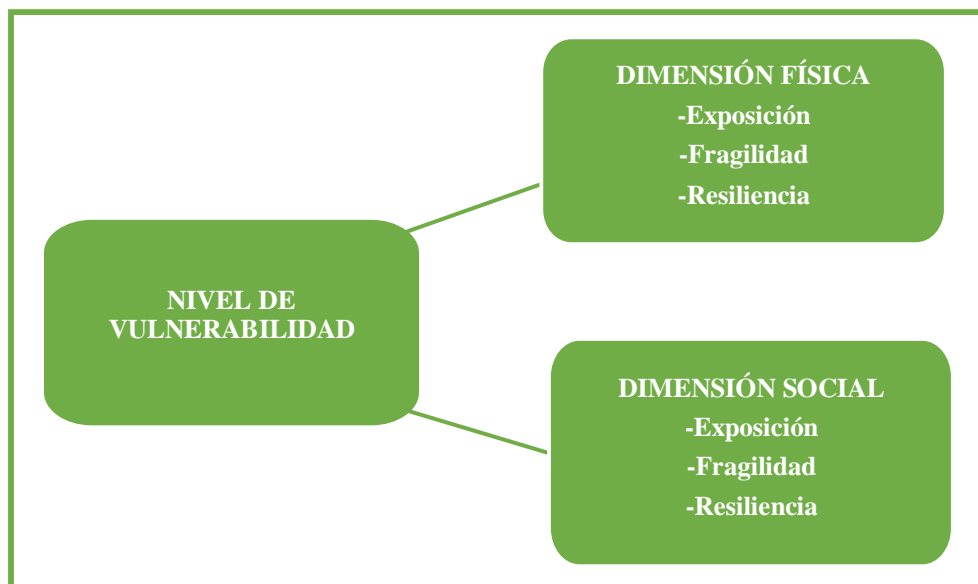
DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1:75.000	01
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACIL ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



## 4.2. Determinación del nivel de la Vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud

### 4.2.1. Estructura conceptual para la determinación del nivel de la vulnerabilidad

Para determinar el nivel de la vulnerabilidad en la presente investigación se van a evaluar a criterio propio 2 dimensiones: Física y Social, los cuales fueron las dimensiones más significativas y representativas en el asentamiento humano La Flor.



*Figura 17.* Estructura conceptual para determinar el nivel de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que la dimensión física está referida al aspecto físico de las viviendas, es decir va estar señalada por indicadores que condicionan directamente a los diversos sistemas constructivos presentes en el área de estudio, y con respecto a la dimensión social va estar representada por indicadores que caracterizan socioeconómicamente a la población del asentamiento humano La Flor.

#### **4.2.2. Determinación del nivel de la dimensión física ante un sismo de gran magnitud**

Para la determinación del nivel de la dimensión física se tuvo que identificar los indicadores de los sistemas constructivos para posteriormente ser evaluados.

##### **4.2.2.1. Determinación de los indicadores a evaluar de los sistemas constructivos**

Los indicadores de los sistemas constructivos fueron identificados mediante las diversas salidas que se realizaron al asentamiento humano La Flor, observando las diversas características que presenta el aspecto físico de las edificaciones. A su vez estos indicadores se han recopilado y adaptado de tesis y manuales realizados anteriormente como: el Manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017), Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan de Lurigancho elaborado por Campos (2018), la evaluación de riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa elaborada por Castro (2014) y por criterio propio.

- Indicador 1: Principales elementos estructurales

Los elementos estructurales son de suma importancia en una edificación ya que van a servir de rigidez y soporte ante el peso de la construcción y un movimiento sísmico de gran magnitud. Los principales elementos estructurales son el cimiento, los muros, las columnas, las vigas, losas, etc. Para la evaluación del presente indicador se van a identificar y agrupar los elementos estructurales en 5 subcategorías (descriptores), los cuales serán ordenados de forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable, como se observa a continuación:



a. Ninguno: Si no presenta ningún elemento estructural, el lote es considerado como un lote de muy alta vulnerabilidad.

b. Cimiento y muros: El cimiento es la base de una construcción, la cual brinda solidez a la vivienda. El cimiento transmite las cargas o pesos al terreno. Por otro lado, los muros son elementos estructurales generalmente elaborados con ladrillos y cemento, cuya función es transmitir las cargas de la losa y viga a pisos inferiores y a la cimentación. Una vivienda que solo presente cimiento y muros se considera de alta vulnerabilidad.

c. Cimiento, muro y columna: Las columnas son elementos verticales generalmente de concreto reforzado, los cuales van a transmitir el peso o carga hacia los pisos inferiores y a la cimentación. Una vivienda que solo presente cimiento, muro y columnas se considera de media vulnerabilidad.

d. Cimiento, muros, columnas y vigas: Las vigas son elementos horizontales generalmente de concreto reforzado, los cuales van a transmitir el peso o carga hacia el muro. Una vivienda que solo presente cimiento, muros, columnas y vigas se considera de baja vulnerabilidad.

e. Cimiento, muros, columnas, vigas y losas: Las losas son sistemas de techo que por lo general son de concreto. La función de la losa es transmitir la carga y los efectos de los sismos hacia las vigas. Del mismo modo las losas mantienen unidas a las vigas, columnas y muros, por lo que la vivienda se va tornar de muy baja vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud.

Nota: El criterio que se tomó para el presente indicador fue identificar de manera general los principales elementos estructurales que se observan en las viviendas y a su vez haciéndole las consultas al jefe del hogar. Cabe recalcar que, para la definición de las subcategorías ya mencionadas, se contó con el apoyo y asesoramiento de un ingeniero civil.



*Figura 18.* Vivienda no cuenta con “Ningún” Principal Elemento Estructural  
AA.HH La Flor Etapa 2, Sector II – Mz C Lt 03 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 19.* Vivienda con presencia de Cimiento y Muro  
AA.HH La Flor Etapa 1 – Mz 80 Lt 05 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 20.* Vivienda con presencia de Cimiento, Columna, Muro, Viga y Losa  
AA.HH La Flor Etapa 1 - Mz 79 Lt 03. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 2: Material Predominante en Paredes

El tipo de material predominante en las paredes de las edificaciones influye notoriamente en el grado de vulnerabilidad de la vivienda ante un sismo de gran magnitud, debido que el tipo de material en paredes brinda un grado de resistencia ante posibles daños o desplomes de la vivienda.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las 5 subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Estera: El material menos resistente en paredes (vulnerabilidad muy alta)
- b. Triplay: De poca resistencia (vulnerabilidad alta)
- c. Madera: Material de regular resistencia en paredes (vulnerabilidad media)
- d. Adobe: Material de buena resistencia en paredes (vulnerabilidad baja)
- e. Ladrillo: Considerado el material de mayor resistencia en paredes (vulnerabilidad muy baja)

Nota: En la evaluación del presente indicador se consideró al material con mayor predominancia en todas las paredes del lote. Si en caso en el lote no se defina la predominancia de un material sobre otro, se optará por considerar el material más vulnerable.



*Figura 21.* Vivienda que presenta Estera como material predominante en las paredes.  
Mz 81C Lt 06 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 22.* Vivienda que presenta Triplay como material predominante en las paredes.  
Mz D Lt 02 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 23.* Vivienda que presenta Madera como material predominante en las paredes.  
Mz E Lt 16 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 3: Material Predominante en Techos

El tipo de material que son usados como techo en las edificaciones también rigen un papel importante al determinar el nivel de vulnerabilidad de la vivienda ante un gran sismo, debido que el tipo de material que se tenga como techo brindará cierto grado de rigidez y resistencia a la vivienda para no colapsar ante un evento sísmico de gran magnitud.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Estera: Material de muy baja resistencia en techos (vulnerabilidad muy alta)
- b. Triplay: De baja resistencia en techos (vulnerabilidad alta)
- c. Madera: Material de regular resistencia en techos (vulnerabilidad media)
- d. Calamina: Material de buena resistencia en techos (vulnerabilidad baja)
- e. Concreto: Considerado el material más resistente (vulnerabilidad muy baja)

Nota: En la evaluación del presente indicador se consideró al tipo de material con mayor predominancia en todos los techos del lote. Si en caso en el lote no se defina la predominancia de un material sobre otro, se optará por considerar el material más vulnerable.



*Figura 24.* Vivienda con presencia de Madera como Material predominante en el Techo.  
Mz 90 Lt 01 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 25.* Vivienda con presencia de Calamina como Material predominante en el Techo.  
Mz E Lt 02 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector I – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 26.* Vivienda con presencia de Concreto como Material predominante en el Techo.  
Mz F Lt 01 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector I – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 4: Estado de Conservación

Para el indicador Estado de Conservación se definen las mismas subcategorías que se encuentran en el Manual del Cenepred 2017, los cuales también juegan un rol importante al momento de determinar el nivel de vulnerabilidad de una edificación, ya que una vivienda que presente rajaduras, deterioro y no reciba mantenimiento se torna muy vulnerable.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Muy Malo: Las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso (vulnerabilidad muy alta).
- b. Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, la estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome. Los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos (vulnerabilidad alta).
- c. Regular: Las edificaciones reciben mantenimiento esporádico, las estructuras no tienen deterioro (en caso de tenerlas no lo compromete y es subsanable) o los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso (vulnerabilidad media).
- d. Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal (vulnerabilidad baja).
- e. Muy Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y no presentan deterioro alguno (vulnerabilidad muy baja).





*Figura 27.* Viviendas que presenta un muy mal estado de Conservación.  
Mz J Lt 8 y 9 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector 2 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 28.* Vivienda que presenta un Regular estado de conservación.  
Mz 99 Lt 12 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 29.* Vivienda que presenta un Buen estado de Conservación.  
Mz C2 Lt 10 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector 2 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



- Indicador 5: Antigüedad

El indicador antigüedad es un factor condicionante para determinar la vulnerabilidad en una vivienda, por lo que a mayor cantidad de años de la edificación mayor será su vulnerabilidad.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. De 41 años a más: Las viviendas que se ubican en este rango, presentan una cantidad muy significativa de años por lo que se las considera de vulnerabilidad muy alta.
- b. De 31 a 40 años: Aquellas edificaciones que tienen un tiempo significativo de haber sido construidas se les considera de vulnerabilidad alta
- c. De 21 a 30 años: Las edificaciones que presentan un regular tiempo de haber sido construidas se les considera de vulnerabilidad regular.
- d. De 11 a 20 años: Aquellas viviendas que tienen pocos años de haber sido construidas se les considera como viviendas de baja vulnerabilidad.
- e. De 0 a 10 años: Las viviendas que recientemente han sido construidas se les considera como viviendas de muy baja vulnerabilidad.



*Figura 30.* Vivienda que presenta una Antigüedad de 41 años a más.  
Mz 88B Lt 7 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 31.* Vivienda cuya antigüedad es de 21 a 30 años.  
Mz 85 Lt 07 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 32.* Vivienda cuya antigüedad es de 11 a 20 años.  
Mz D2 Lt 05 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector II – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 6: Pendiente del Terreno

La pendiente es el grado de inclinación del terreno, la cual es determinante para calcular la vulnerabilidad de una edificación. Por lo tanto, la pendiente del terreno es directamente proporcional a la vulnerabilidad; es decir, a mayor pendiente mayor será la vulnerabilidad de la vivienda. Las viviendas asentadas en pendientes elevadas son expuestas a fuerzas que ejerce el terreno sobre las paredes de la edificación, haciéndolas vulnerables.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. De 50 – 80%: Las viviendas que estén asentadas en pendientes muy altas son consideradas de muy alta vulnerabilidad
- b. De 30 – 50%: De alta vulnerabilidad son consideradas las viviendas que se encuentren asentadas en pendientes altas.
- c. De 20 – 30%: De media vulnerabilidad son consideradas las viviendas que se encuentren asentadas en pendientes medias.
- d. De 10 – 20%: Las viviendas que estén asentadas en pendientes bajas son consideradas de baja vulnerabilidad.
- e. De 0 – 10%: Aquellas viviendas que estén asentadas en pendientes casi llanas son consideradas de muy baja vulnerabilidad.



*Figura 33.* Viviendas cuya pendiente es de 50 a 80%.  
Mz H Lt 13 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector I – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 34.* Viviendas cuya pendiente es de 20 a 30%.  
Mz 81B Lt 06 – AA.HH La Flor Etapa 1- Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 35.* Viviendas cuya pendiente es de 0 a 10%.  
Mz 80 Lt 03 – AA.HH La Flor Etapa 1- Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 7: Número de Pisos

Una edificación también se hace vulnerable por el número de pisos que presente, la vulnerabilidad es directamente proporcional al número de pisos, es decir, a mayor número de pisos, mayor será la vulnerabilidad de la vivienda, debido al peso que ejerce cada piso respecto al piso inferior.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. 5 pisos a más: Las viviendas que presenten de 5 pisos a más ejercen un peso muy significativo sobre la base del terreno, haciéndole una edificación de vulnerabilidad muy alta.
- b. 4 pisos: Las edificaciones que presenten 4 pisos ejercen un peso significativo sobre la base del terreno, haciéndole una vivienda de vulnerabilidad alta.
- c. 3 pisos: Se consideran viviendas de vulnerabilidad media a las edificaciones que presenten 3 pisos, las cuales ejercen un peso regular sobre la base del terreno.
- d. 2 pisos: Se considera viviendas de vulnerabilidad baja a las edificaciones que presenten 2 pisos, las cuales ejercen un menor peso sobre la base del terreno.
- e. 1 piso: Se consideran viviendas de vulnerabilidad muy baja a las construcciones que presenten 1 piso, las cuales ejercen un peso mucho menor sobre la base del terreno.



*Figura 36.* Vivienda que presenta 5 Pisos.  
Mz 92 Lt 01 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 37.* Vivienda que presenta 3 Pisos.  
Mz B Lt 11 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector II – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 38.* Vivienda que presenta 1 Piso.  
Mz F Lt 1 – AA.HH La Flor Etapa 2, Sector II – Carabayllo. Fuente: Elaboración Propia

- Indicador 8: Cargas Vivas sobre el Techo

Las cargas vivas son todo tipo de objetos que almacenamos en el techo, la cual va influir directamente en la vulnerabilidad de la vivienda, debido que estos depósitos de objetos ejercen una presión en la parte superior de la vivienda. Esta presión va depender del peso o del tipo de objetos que se encuentren sobre el techo.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. **Materiales de Construcción:** Las viviendas que tienen acumulación de materiales de construcción (ladrillos, fierros, cementos) en el techo se consideran de muy alta vulnerabilidad
- b. **Objetos Pesados:** Las edificaciones que presenten objetos pesados (latas, puertas, muebles) en el techo se consideran de alta vulnerabilidad.
- c. **Maderas Sueltas:** Se consideran viviendas de regular vulnerabilidad, aquellas edificaciones que presenten sobre el techo depósitos de maderas sueltas.
- d. **Tanques elevados:** Se consideran viviendas de baja vulnerabilidad, aquellas construcciones que presenten sobre el techo tanques elevados.
- e. **Ninguno:** Las edificaciones que no presenten ningún objeto o carga sobre el techo se consideran viviendas de muy baja vulnerabilidad.





*Figura 39.* Vivienda que presenta Objetos Pesados como Cargas Vivas en el Techo.  
Mz 83 Lt 02 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabaylo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 40.* Vivienda que presenta un Tanque Elevado como Cargas Vivas en el Techo.  
Mz 84 Lt 06 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabaylo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 41.* Vivienda que presenta Materiales de Construcción como Cargas vivas en el techo.  
Mz 82 Lt 04 – AA.HH La Flor Etapa 1 – Carabaylo. Fuente: Elaboración Propia



- Indicador 9: Reforzamiento de la Vivienda

El reforzamiento de la vivienda es la capacidad que tiene la población para fortalecer, reparar o remodelar su edificación, la cual puede presentar daños o desgaste ya sea por el transcurrir de los años o la ocurrencia de sismos. En una vivienda se pueden reforzar sus paredes, columnas, vigas y techo. El reforzamiento de la vivienda es inversamente proporcional a la vulnerabilidad de la edificación.

A continuación, se identifica y presenta el orden de los descriptores en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. No se pretende reforzar la vivienda: Aquellas viviendas se consideran de muy alta vulnerabilidad
- b. Se proyecta reforzar la vivienda a largo plazo: De alta vulnerabilidad son consideradas aquellas viviendas.
- c. Se planea reforzar la vivienda a mediano o corto plazo: Aquellas viviendas se consideran de regular vulnerabilidad.
- d. Se empezó a reforzar la vivienda: De baja vulnerabilidad son consideradas aquellas viviendas.
- e. La vivienda ya ha sido reforzada: De muy baja vulnerabilidad son consideradas aquellas viviendas.

#### 4.2.2.2. Evaluación de los parámetros de la dimensión física

Para determinar el nivel de la dimensión física se presentan 3 factores: La exposición, la fragilidad y la resiliencia, las cuales agrupan a los diversos indicadores físicos que se determinaron e identificaron en el área de estudio.

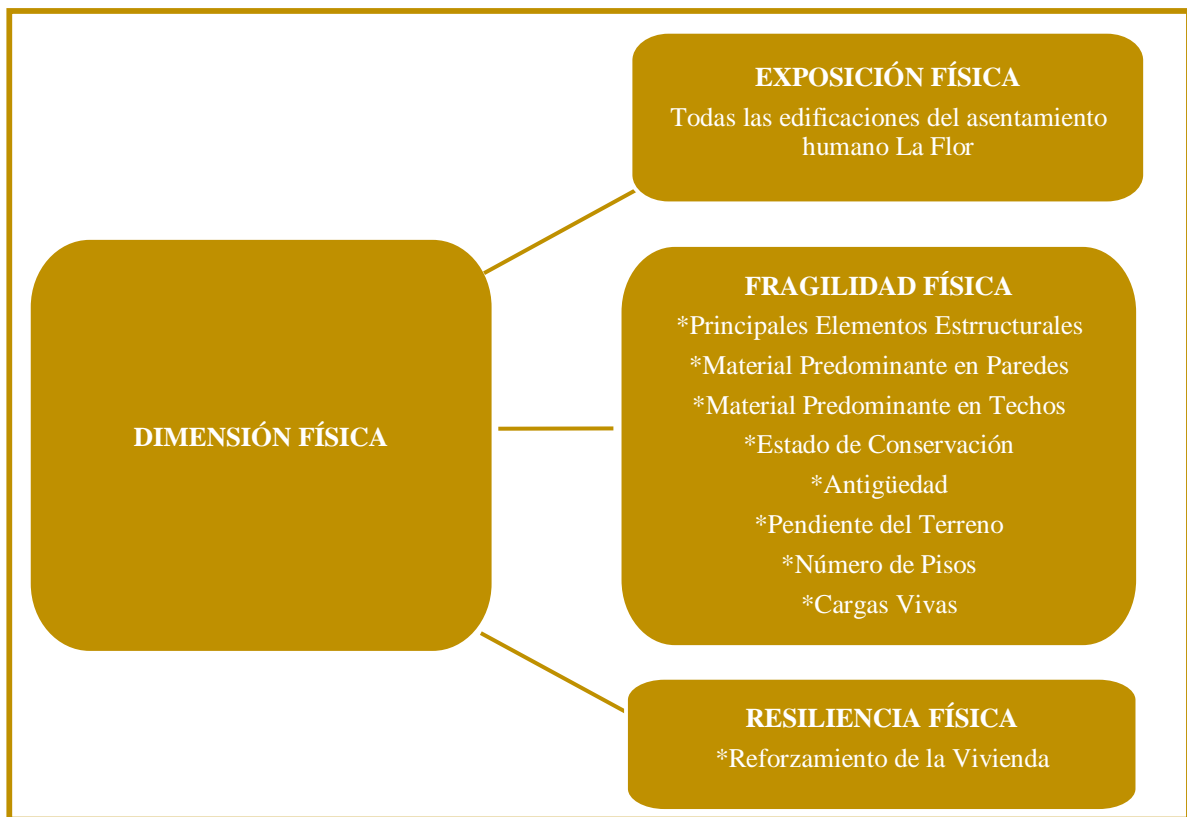


Figura 42. Estructura conceptual de la Dimensión Física. Fuente: Elaboración Propia

Nota: Luego de ser agrupados los indicadores, van a ser evaluados con la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico). Es necesario mencionar que a partir de la aplicación de la metodología AHP, los indicadores pasan a denominarse parámetros, mientras que sus subcategorías pasan a denominarse descriptores.

Por otro lado, se recomienda realizar primero la evaluación de los parámetros y posteriormente de sus respectivos descriptores, con la cual obtendremos una valoración numérica o ponderación de cada uno de ellos mediante una toma de decisiones y comparaciones

entre los parámetros, que será necesario para el procesamiento y la determinación del nivel de la dimensión física.

#### 4.2.2.2.1. Factor a evaluar: Exposición Física

Para la presente tesis solo serán evaluados los factores Fragilidad y Resiliencia, debido que el factor Exposición considera a todas las viviendas del asentamiento humano La Flor, las cuales se encuentran expuestas ante un sismo de gran magnitud, es por esta razón que el factor exposición termina siendo obviado.

#### 4.2.2.2.2. Factor a evaluar: Fragilidad Física

Los 8 parámetros de la fragilidad física que fueron definidos en la Figura 42, van a ser evaluados mediante la aplicación de la metodología AHP como se menciona en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017). A su vez estos parámetros han sido ordenados de acuerdo al grado de importancia por criterio propio y por fuentes ya antes mencionadas.

Los 8 parámetros a evaluar son los siguientes:

1. Principales Elementos Estructurales
2. Material predominante en Paredes
3. Material predominante en Techos
4. Estado de Conservación
5. Antigüedad de la vivienda
6. Pendiente del terreno
7. Número de pisos
8. Cargas Vivas

Nota: La evaluación de la fragilidad física y sus parámetros son importantes para conocer las características físicas de las edificaciones, en qué condiciones se encuentran y qué tan vulnerables pueden ser en un posible sismo de gran magnitud.

➤ Aplicación de la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico)

Para la ponderación de la fragilidad física se va emplear una matriz de 8x8, debido que son 8 los parámetros evaluados, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, los cuales van a ser comparados entre sí (filas con columnas) y se les va designar una ponderación según la escala de Saaty. Esta ponderación va estar en función del grado o nivel de importancia o preferencia entre uno y otro parámetro (ver Tabla 12).

Tabla 12

*Matriz de comparación de los parámetros de la Fragilidad Física*

PARÁMETROS	Principales Elementos Estructurales	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de Conservación	Antigüedad	Pendiente del Terreno	Nº Pisos	Cargas Vivas
Principales Elementos Estructurales	1.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
Material Predominante Paredes	0.250	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
Material Predominante Techos	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Estado de Conservación	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Antigüedad	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000
Pendiente del Terreno	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
Nº Pisos	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Cargas Vivas	0.111	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000
SUMA	2.246	6.218	9.093	13.950	19.783	26.583	34.333	43.000
1/SUMA	0.445	0.161	0.110	0.072	0.051	0.038	0.029	0.023

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se determina la matriz de normalización (ver Tabla 13), para lo cual se siguen los mismos procedimientos y cálculos empleados en el capítulo de la Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (ver cap. 2.1.4.2.).

Tabla 13

*Matriz de Normalización de los parámetros de la Fragilidad Física*

PARÁMETROS	Principales Elementos Estructurales	Material Predominante Paredes	Material Predominante Techos	Estado de Conservación	Antigüedad	Pendiente del Terreno	Nº Pisos	Cargas Vivas	VP
Principales Elementos Estructurales	0.445	0.643	0.440	0.358	0.303	0.263	0.233	0.209	0.362
Material Predominante Paredes	0.111	0.161	0.330	0.287	0.253	0.226	0.204	0.186	0.220
Material Predominante Techos	0.111	0.054	0.110	0.215	0.202	0.188	0.175	0.163	0.152
Estado de Conservación	0.089	0.040	0.037	0.072	0.152	0.150	0.146	0.140	0.103
Antigüedad	0.074	0.032	0.027	0.024	0.051	0.113	0.117	0.116	0.069
Pendiente del Terreno	0.064	0.027	0.022	0.018	0.017	0.038	0.087	0.093	0.046
Nº Pisos	0.056	0.023	0.018	0.014	0.013	0.013	0.029	0.070	0.029
Cargas Vivas	0.049	0.020	0.016	0.012	0.010	0.009	0.010	0.023	0.019
									1.000

Fuente: Elaboración Propia

Donde: VP es el Vector Priorización

Asimismo, se tendrán los pesos ponderados de los parámetros de la fragilidad física (ver Tabla 14).

Tabla 14

*Peso Ponderado de los parámetros de la Fragilidad Física*

PARÁMETROS	Peso Ponderado
Principales Elementos Estructurales	0.362
Material Predominante Paredes	0.220

Material Predominante Techos	0.152
Estado de Conservación	0.103
Antigüedad	0.069
Pendiente del Terreno	0.046
Nº Pisos	0.029
Cargas Vivas	0.019

Fuente: Elaboración Propia

Para la validación de los criterios tomados se realiza el cálculo de la Relación de Consistencia (ver cap. 2.1.4.2.), en la cual se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.404, debido que para el presente caso se están empleando matrices de 8x8 (ver Tabla 9). A continuación, se muestran los resultados de la Relación de Consistencia (ver Tabla 15).

Tabla 15

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Fragilidad Física*

IC	0.135
RC	0.096

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 15, se observa que la RC es 0.096 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Aplicación de la metodología AHP en la evaluación de los parámetros de la Fragilidad Física

Para la evaluación de cada uno de los parámetros de la fragilidad física se va emplear una matriz de 5x5, debido que cada parámetro consta de 5 descriptores, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, y posteriormente se seguirán los mismos procedimientos y cálculos empleados en el capítulo de la Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (cap. 2.1.4.2.), con el fin de obtener el peso ponderado de los descriptores de cada uno de los

parámetros de la fragilidad física y su respectiva validación mediante la Relación de Consistencia.

Cabe recalcar que para el cálculo de la Relación de Consistencia en la evaluación de cada uno de los parámetros de la fragilidad física se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.115, debido que se están empleando matrices de 5x5 (ver Tabla 9).

a. Parámetro a Evaluar: Principales Elementos Estructurales

Para la ponderación de los descriptores del parámetro Principales Elementos Estructurales se realizó una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 16

*Matriz de comparación del parámetro Principales Elementos Estructurales*

Principales Elementos Estructurales	Ninguno	Cimiento y Muro	Cimiento, Muro y Columna	Cimiento, Muro, Columna, Viga	Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa
Ninguno	1.000	4.000	6.000	7.000	9.000
Cimiento y Muro	0.250	1.000	4.000	5.000	7.000
Cimiento, Muro y Columna	0.167	0.250	1.000	3.000	6.000
Cimiento, Muro, Columna, Viga	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	0.111	0.143	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.671	5.593	11.500	16.333	26.000
1/SUMA	0.599	0.179	0.087	0.061	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

*Matriz de Normalización del parámetro Principales Elementos Estructurales*

Principales Elementos Estructurales	Ninguno	Cimiento y Muro	Cimiento, Muro y Columna	Cimiento, Muro, Columna, Viga	Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	Vector Priorización
Ninguno	0.599	0.715	0.522	0.429	0.346	0.522
Cimiento y Muro	0.150	0.179	0.348	0.306	0.269	0.250
Cimiento, Muro y Columna	0.100	0.045	0.087	0.184	0.231	0.129
Cimiento, Muro, Columna, Viga	0.086	0.036	0.029	0.061	0.115	0.065

Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	0.067	0.026	0.014	0.020	0.038	0.033
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Principales Elementos Estructurales*

Principales Elementos Estructurales	Peso Ponderado
Ninguno	0.522
Cimiento y Muro	0.250
Cimiento, Muro y Columna	0.129
Cimiento, Muro, Columna, Viga	0.065
Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Principales Elementos Estructurales*

IC	0.105
RC	0.094

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 19, se observa que la RC es 0.094 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

b. Parámetro a Evaluar: Material Predominante en Paredes

Para la ponderación de los descriptores del parámetro Material Predominante en Paredes se realizó una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se muestran a continuación:



Tabla 20

*Matriz de comparación del parámetro Material Predominante en Paredes*

Material Predominante en Paredes	Estera	Triplay	Madera	Adobe	Ladrillo
Estera	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Triplay	0.333	1.000	3.000	6.000	8.000
Madera	0.200	0.333	1.000	3.000	6.000
Adobe	0.143	0.167	0.333	1.000	3.000
Ladrillo	0.111	0.125	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.625	9.500	17.333	27.000
1/SUMA	0.560	0.216	0.105	0.058	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

*Matriz de Normalización del parámetro Material Predominante en Paredes*

Material Predominante en Paredes	Estera	Triplay	Madera	Adobe	Ladrillo	Vector Priorización
Estera	0.560	0.649	0.526	0.404	0.333	0.494
Triplay	0.187	0.216	0.316	0.346	0.296	0.272
Madera	0.112	0.072	0.105	0.173	0.222	0.137
Adobe	0.080	0.036	0.035	0.058	0.111	0.064
Ladrillo	0.062	0.027	0.018	0.019	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Material Predominante en Paredes*

Material Predominante en Paredes	Peso Ponderado
Estera	0.494
Triplay	0.272
Madera	0.137
Adobe	0.064
Ladrillo	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Material Predominante en Paredes*

IC	0.069
RC	0.062

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 23, se observa que la RC es 0.062 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

c. Parámetro a Evaluar: Material Predominante en Techos

En la ponderación de los descriptores del parámetro Material Predominante en Techos se realizó una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 24

*Matriz de comparación del parámetro Material Predominante en Techos*

Material Predominante en Techos	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Concreto
Estera	1.000	3.000	5.000	6.000	9.000
Triplay	0.333	1.000	3.000	4.000	8.000
Calamina	0.200	0.333	1.000	3.000	7.000
Madera	0.167	0.250	0.333	1.000	4.000
Concreto	0.111	0.125	0.143	0.250	1.000
SUMA	1.811	4.708	9.476	14.250	29.000
1/SUMA	0.552	0.212	0.106	0.070	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

*Matriz de Normalización del parámetro Material Predominante en Techos*

Material Predominante en Techos	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Concreto	Vector Priorización
Estera	0.552	0.637	0.528	0.421	0.310	0.490
Triplay	0.184	0.212	0.317	0.281	0.276	0.254
Calamina	0.110	0.071	0.106	0.211	0.241	0.148
Madera	0.092	0.053	0.035	0.070	0.138	0.078
Concreto	0.061	0.027	0.015	0.018	0.034	0.031

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Material Predominante en Techos*

Material Predominante en Techos	Peso Ponderado
Estera	0.490
Triplay	0.254
Calamina	0.148
Madera	0.078
Concreto	0.031

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Material Predominante en Techos*

IC	0.082
RC	0.074

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 27, se observa que la RC es 0.074 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

#### d. Parámetro a Evaluar: Estado de Conservación

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Estado de Conservación consistió en realizar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 28

*Matriz de comparación del parámetro Estado de Conservación*

Estado de Conservación	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Malo	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Regular	0.200	0.333	1.000	4.000	6.000
Bueno	0.143	0.200	0.250	1.000	3.000
Muy Bueno	0.111	0.143	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.417	17.333	26.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.106	0.058	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29

*Matriz de Normalización del parámetro Estado de Conservación*

Estado de Conservación	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.560	0.642	0.531	0.404	0.346	0.496
Malo	0.187	0.214	0.319	0.288	0.269	0.255
Regular	0.112	0.071	0.106	0.231	0.231	0.150
Bueno	0.080	0.043	0.027	0.058	0.115	0.064
Muy Bueno	0.062	0.031	0.018	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Estado de Conservación*

Estado de Conservación	Peso Ponderado
Muy Malo	0.496
Malo	0.255
Regular	0.150
Bueno	0.064
Muy Bueno	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Estado de Conservación*

IC	0.080
RC	0.072

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 31, se observa que la RC es 0.072 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

#### e. Parámetro a Evaluar: Antigüedad

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Antigüedad consistió en realizar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 32

*Matriz de comparación del parámetro Antigüedad*

Antigüedad	41 años a más	31 - 40 años	21 - 30 años	11 - 20 años	0 - 10 años
41 años a más	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
31 - 40 años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
21 - 30 años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
11 - 20 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
0 - 10 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

*Matriz de Normalización del parámetro Antigüedad*

Antigüedad	41 años a más	31 - 40 años	21 - 30 años	11 - 20 años	0 - 10 años	Vector Priorización
41 años a más	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
31 - 40 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
21 - 30 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
11 - 20 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
0 - 10 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Antigüedad*

Antigüedad	Peso Ponderado
41 años a más	0.503
31 - 40 años	0.260
21 - 30 años	0.134
11 - 20 años	0.068
0 - 10 años	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Antigüedad*

IC	0.061
RC	0.055

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 35, se observa que la RC es 0.055 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

f. Parámetro a Evaluar: Pendiente del Terreno

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Pendiente del Terreno consistió en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 36

*Matriz de comparación del parámetro Pendiente del Terreno*

Pendiente del Terreno	50 - 80%	30 - 50%	20 - 30%	10 - 20%	0 - 10%
50 - 80%	1.000	4.000	6.000	8.000	9.000
30 - 50%	0.250	1.000	4.000	6.000	7.000
20 - 30%	0.167	0.250	1.000	3.000	5.000
10 - 20%	0.125	0.167	0.333	1.000	3.000
0 - 10%	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.653	5.560	11.533	18.333	25.000
1/SUMA	0.605	0.180	0.087	0.055	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37

*Matriz de Normalización del parámetro Pendiente del Terreno*

Pendiente del Terreno	50 - 80%	30 - 50%	20 - 30%	10 - 20%	0 - 10%	Vector Priorización
50 - 80%	0.605	0.719	0.520	0.436	0.360	0.528
30 - 50%	0.151	0.180	0.347	0.327	0.280	0.257
20 - 30%	0.101	0.045	0.087	0.164	0.200	0.119
10 - 20%	0.076	0.030	0.029	0.055	0.120	0.062
0 - 10%	0.067	0.026	0.017	0.018	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno*

Pendiente del Terreno	Peso Ponderado
50 - 80%	0.528
30 - 50%	0.257
20 - 30%	0.119
10 - 20%	0.062
0 - 10%	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Pendiente del Terreno*

IC	0.099
RC	0.089

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 39, se observa que la RC es 0.089 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

## g. Parámetro a Evaluar: Número de Pisos

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Número de Pisos consistió en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 40

*Matriz de comparación del parámetro Número de Pisos*

Número de Pisos	5 pisos a más	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 pisos a más	1.000	3.000	5.000	6.000	8.000
4 pisos	0.333	1.000	3.000	5.000	6.000
3 pisos	0.200	0.333	1.000	3.000	4.000
2 pisos	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
1 piso	0.125	0.167	0.250	0.333	1.000
SUMA	1.825	4.700	9.583	15.333	22.000
1/SUMA	0.548	0.213	0.104	0.065	0.045

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41

*Matriz de Normalización del parámetro Número de Pisos*

Número de Pisos	5 pisos a más	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso	Vector Priorización
5 pisos a más	0.548	0.638	0.522	0.391	0.364	0.493
4 pisos	0.183	0.213	0.313	0.326	0.273	0.261
3 pisos	0.110	0.071	0.104	0.196	0.182	0.132
2 pisos	0.091	0.043	0.035	0.065	0.136	0.074
1 piso	0.068	0.035	0.026	0.022	0.045	0.039

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Número de Pisos*

Número de Pisos	Peso Ponderado
5 pisos a más	0.493
4 pisos	0.261
3 pisos	0.132
2 pisos	0.074
1 piso	0.039

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Número de Pisos*

IC	0.068
RC	0.061

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 43, se observa que la RC es 0.061 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

#### h. Parámetro a Evaluar: Cargas Vivas

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Cargas Vivas consistió en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 44

*Matriz de comparación del parámetro Cargas Vivas*

Cargas Vivas	Material Construcción	Objetos Pesados	Madera Suelta	Tanques Elevados	Ninguno
Material Construcción	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Objetos Pesados	0.333	1.000	3.000	5.000	8.000
Madera Suelta	0.200	0.333	1.000	3.000	6.000
Tanques Elevados	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Ninguno	0.111	0.125	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.658	9.500	16.333	27.000
1/SUMA	0.560	0.215	0.105	0.061	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

*Matriz de Normalización del parámetro Cargas Vivas*

Cargas Vivas	Material Construcción	Objetos Pesados	Madera Suelta	Tanques Elevados	Ninguno	Vector Priorización
Material Construcción	0.560	0.644	0.526	0.429	0.333	0.498
Objetos Pesados	0.187	0.215	0.316	0.306	0.296	0.264
Madera Suelta	0.112	0.072	0.105	0.184	0.222	0.139
Tanques Elevados	0.080	0.043	0.035	0.061	0.111	0.066
Ninguno	0.062	0.027	0.018	0.020	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 46

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Cargas Vivas*

Cargas Vivas	Peso Ponderado
Material Construcción	0.498
Objetos Pesados	0.264
Madera Suelta	0.139
Tanques Elevados	0.066
Ninguno	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Cargas Vivas*

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 47, se observa que la RC es 0.058 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Determinación del Valor: Fragilidad Física

Luego de haber obtenido el peso de los parámetros y sus respectivos descriptores, se realizarán los siguientes pasos:

- Todos los parámetros y los descriptores son agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 48).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso de cada descriptor por el peso de sus respectivos parámetros fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos del producto anteriormente mencionado.

Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\begin{aligned} & - \text{Primera fila: } 0.522 \times 0.362 + 0.494 \times 0.220 + 0.490 \times 0.152 + 0.496 \times 0.103 + \\ & 0.503 \times 0.069 + 0.528 \times 0.046 + 0.493 \times 0.029 + 0.498 \times 0.019 = 0.506 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \text{Segunda fila: } 0.250 \times 0.362 + 0.272 \times 0.220 + 0.254 \times 0.152 + 0.255 \times 0.103 \\ & + 0.260 \times 0.069 + 0.257 \times 0.046 + 0.261 \times 0.029 + 0.264 \times 0.019 = 0.258 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \text{Tercera fila: } 0.129 \times 0.362 + 0.137 \times 0.220 + 0.148 \times 0.152 + 0.150 \times 0.103 + \\ & 0.134 \times 0.069 + 0.119 \times 0.046 + 0.132 \times 0.029 + 0.139 \times 0.019 = 0.136 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \text{Cuarta fila: } 0.065 \times 0.362 + 0.064 \times 0.220 + 0.078 \times 0.152 + 0.064 \times 0.103 + \\ & 0.068 \times 0.069 + 0.062 \times 0.046 + 0.074 \times 0.029 + 0.066 \times 0.019 = 0.067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \text{Quinta fila: } 0.033 \times 0.362 + 0.033 \times 0.220 + 0.031 \times 0.152 + 0.034 \times 0.103 + \\ & 0.035 \times 0.069 + 0.034 \times 0.046 + 0.039 \times 0.029 + 0.033 \times 0.019 = 0.033 \end{aligned}$$

Tabla 48  
Determinación del valor de la Fragilidad Física

PARÁMETROS																								Valor de la Fragilidad Física
Principales Elementos Estructurales			Material Predominante en Paredes			Material Predominante en Techos			Estado de Conservación			Antigüedad			Pendiente del Terreno			Número de Pisos			Cargas Vivas			
Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	
Ninguno	0.522	0.362	Estera	0.494	0.220	Estera	0.490	0.152	Muy Malo	0.496	0.103	41 años a más	0.503	0.069	50 - 80%	0.528	0.046	5 pisos a más	0.493	0.029	Material de Construcción	0.498	0.019	0.505966
Cimiento y Muro	0.250	0.362	Triplay	0.272	0.220	Triplay	0.254	0.152	Malo	0.255	0.103	31 - 40 años	0.260	0.069	30 - 50%	0.257	0.046	4 pisos	0.261	0.029	Objetos Pesados	0.264	0.019	0.257560
Cimiento, Muro y Columna	0.129	0.362	Madera	0.137	0.220	Calamina	0.148	0.152	Regular	0.150	0.103	21 - 30 años	0.134	0.069	20 - 30%	0.119	0.046	3 pisos	0.132	0.029	Madera Suelta	0.139	0.019	0.135973
Cimiento, Muro, Columna y Viga	0.065	0.362	Adobe	0.064	0.220	Madera	0.078	0.152	Bueno	0.064	0.103	11 - 20 años	0.068	0.069	10 - 20%	0.062	0.046	2 pisos	0.074	0.029	Tanques Elevados	0.066	0.019	0.067002
Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	0.033	0.362	Ladrillo	0.033	0.220	Concreto	0.031	0.152	Muy Bueno	0.034	0.103	0 - 10 años	0.035	0.069	0 - 10%	0.034	0.046	1 piso	0.039	0.029	Ninguno	0.033	0.019	0.033157

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Fragilidad Física

Como consecuencia de obtener el valor de la Fragilidad Física se van a realizar intervalos o rangos con la cual se van a definir los 4 Niveles de la Fragilidad Física.

Tabla 49

*Determinación del Rango del Nivel de la Fragilidad Física*

Valor de la Fragilidad Física	Rango	Nivel de la Fragilidad Física
0.505966	$0.257560 \leq V \leq 0.505966$	<b>MUY ALTO</b>
0.257560	$0.135973 \leq V < 0.257560$	<b>ALTO</b>
0.135973	$0.067002 \leq V < 0.135973$	<b>MEDIO</b>
0.067002	$0.033157 \leq V < 0.067002$	<b>BAJO</b>
0.033157		

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.2.3. Factor a evaluar: Resiliencia Física

Para determinar la resiliencia física se necesita identificar los parámetros a evaluar. Para el presente estudio solo se evaluó el parámetro “Reforzamiento de la vivienda”, el cual también está considerado en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017).

La evaluación de este parámetro es importante para conocer qué medidas está tomando la población con respecto a las mejoras de sus edificaciones para resistir y recuperarse frente a un posible evento sísmico.

➤ Aplicación de la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico)

Para la ponderación de la resiliencia física no se va emplear la metodología AHP, debido que solo se va evaluar un solo parámetro. Por ende, el peso ponderado del único parámetro a evaluar será 1.

➤ Aplicación de la metodología AHP en la evaluación del parámetro de la Resiliencia Física

Para la evaluación del único parámetro de la resiliencia física se va emplear una matriz de 5x5, debido que el parámetro consta de 5 descriptores, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, y posteriormente se seguirán los mismos procedimientos y operaciones empleados en el capítulo Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (ver cap. 2.1.4.2.), con el fin de obtener el peso ponderado de cada descriptor del parámetro de la resiliencia física y su respectiva validación mediante la relación de consistencia.

Cabe recalcar que para el cálculo de la Relación de Consistencia en la evaluación del parámetro de la resiliencia física se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.115, debido que se están empleando matrices de 5x5 (ver Tabla 9).

a. Parámetro a Evaluar: Reforzamiento de Vivienda

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Reforzamiento de Vivienda se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 50

*Matriz de comparación del parámetro Reforzamiento de Vivienda*

Reforzamiento de la Vivienda	No se pretende reforzar	Se proyecta reforzar a largo plazo	Se planea reforzar a mediano o corto plazo	Se empezó a reforzar	Ya ha sido reforzada
No se pretende reforzar	1.000	4.000	6.000	7.000	9.000
Se proyecta reforzar a largo plazo	0.250	1.000	4.000	5.000	7.000
Se planea reforzar a mediano o corto plazo	0.167	0.250	1.000	3.000	5.000
Se empezó a reforzar	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Ya ha sido reforzada	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.671	5.593	11.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.599	0.179	0.087	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51

*Matriz de Normalización del parámetro Reforzamiento de Vivienda*

Reforzamiento de la Vivienda	No se pretende reforzar	Se proyecta reforzar a largo plazo	Se planea reforzar a mediano o corto plazo	Se empezó a reforzar	Ya ha sido reforzada	Vector Priorización
No se pretende reforzar	0.599	0.715	0.520	0.429	0.360	0.525
Se proyecta reforzar a largo plazo	0.150	0.179	0.347	0.306	0.280	0.252
Se planea reforzar a mediano o corto plazo	0.100	0.045	0.087	0.184	0.200	0.123
Se empezó a reforzar	0.086	0.036	0.029	0.061	0.120	0.066
Ya ha sido reforzada	0.067	0.026	0.017	0.020	0.040	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Reforzamiento de Vivienda*

Reforzamiento de la Vivienda	Peso Ponderado
No se pretende reforzar	0.525
Se proyecta reforzar a largo plazo	0.252
Se planea reforzar a mediano o corto plazo	0.123
Se empezó a reforzar	0.066
Ya ha sido reforzada	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53  
*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Reforzamiento de Vivienda*

IC	0.097
RC	0.087

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 53, se observa que la RC es 0.087 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Determinación del Valor: Resiliencia Física

Luego de haber definido el peso del parámetro y los descriptores, se realizarán los siguientes pasos, similares a los mencionados en la determinación del valor de la fragilidad física:

- El parámetro y sus respectivos descriptores serán agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 54).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso de cada descriptor por el peso de su respectivo parámetro fila por fila. Dichas operaciones se muestran a continuación:

Primera fila:  $0.525 \times 1 = 0.525$

Segunda fila:  $0.252 \times 1 = 0.252$

Tercera fila:  $0.123 \times 1 = 0.123$

Cuarta fila:  $0.066 \times 1 = 0.066$

Quinta fila:  $0.034 \times 1 = 0.034$

Tabla 54  
*Determinación del valor de la Resiliencia Física*

PARÁMETROS			Descripción de la Resiliencia Física	Valor de la Resiliencia Física
Reforzamiento de la Vivienda				
Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro		
No se pretende reforzar	0.525	1	Reforzamiento de la Vivienda "No se pretende reforzar"	0.525
Se proyecta reforzar a largo plazo	0.252	1	Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo"	0.252
Se planea reforzar a mediano o corto plazo	0.123	1	Reforzamiento de la Vivienda "Se planea reforzar a mediano o corto plazo"	0.123
Se empezó a reforzar	0.066	1	Reforzamiento de la Vivienda "Se empezó a reforzar"	0.066
Ya ha sido reforzada	0.034	1	Reforzamiento de la Vivienda "Ya ha sido reforzada"	0.034

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Resiliencia Física

Luego de haber obtenido el valor de la Resiliencia Física, se determinará los rangos o intervalos para definir los 4 Niveles de la Resiliencia Física.

Tabla 55  
*Determinación del Rango del Nivel de la Resiliencia Física*

Valor de la Resiliencia Física	Rango	Nivel de la Resiliencia Física
0.525	<b><math>0.252 \leq V \leq 0.525</math></b>	<b>MUY ALTO</b>
0.252	<b><math>0.123 \leq V &lt; 0.252</math></b>	<b>ALTO</b>
0.123	<b><math>0.066 \leq V &lt; 0.123</math></b>	<b>MEDIO</b>
0.066	<b><math>0.034 \leq V &lt; 0.066</math></b>	<b>BAJO</b>
0.034		

Fuente: Elaboración Propia



➤ Determinación del Valor: Dimensión Física

Luego de haber definido el valor de la fragilidad física y de la resiliencia física se determinará el valor de la dimensión física.

Cabe recalcar que el peso de la fragilidad física y la resiliencia física es 50% para cada uno (criterio propio), entendiéndose que para el presente estudio ambos factores mantienen el mismo nivel de importancia.

Para determinar el valor de la dimensión física se realizaron los siguientes procedimientos:

- Los valores y la descripción de la fragilidad y de la resiliencia física serán agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 56).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso y el valor de la fragilidad física, así como del peso y valor de la resiliencia física, fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos de los productos anteriormente mencionados. Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\text{Primera fila: } 0.506 \times 0.5 + 0.525 \times 0.5 = 0.516$$

$$\text{Segunda fila: } 0.258 \times 0.5 + 0.252 \times 0.5 = 0.255$$

$$\text{Tercera fila: } 0.136 \times 0.5 + 0.123 \times 0.5 = 0.130$$

$$\text{Cuarta fila: } 0.067 \times 0.5 + 0.066 \times 0.5 = 0.067$$

$$\text{Quinta fila: } 0.033 \times 0.5 + 0.034 \times 0.5 = 0.034$$

Tabla 56  
Determinación del valor de la Dimensión Física

FRAGILIDAD FÍSICA			RESILIENCIA FÍSICA			Descripción de la Dimensión Física	Valor de la Dimensión Física
Descripción de la Fragilidad Física	Valor de la Fragilidad Física	Peso de la Fragilidad Física	Descripción de la Resiliencia Física	Valor de la Resiliencia Física	Peso de la Resiliencia Física		
Principales Elementos Estructurales "Ninguno", Pared de "Estera", Techo de "Estera", Est. Conservación "Muy malo", Antigüedad de "41 años a más", Pendiente del Terreno "50 - 80%", Número de pisos de "5 pisos a más", Cargas vivas de "Materiales de construcción".	0.506	0.5	Reforzamiento de la Vivienda "No se pretende reforzar"	0.525	0.5	Principales Elementos Estructurales "Ninguno", Pared de "Estera", Techo de "Estera", Est. Conservación "Muy malo", Antigüedad de "41 años a más", Pendiente del Terreno "50 - 80%", Número de pisos de "5 pisos a más", Cargas vivas de "Materiales de construcción".Reforzamiento de la Vivienda "No se pretende reforzar"	0.51548300
Principales Elementos Estructurales "Cimiento y Muro", Pared de "Triplay", Techo de "Triplay", Est. Conservación "Malo", Antigüedad de "31-40 años", Pendiente del Terreno "30 - 50%", Número de pisos "4 pisos", Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados"	0.258	0.5	Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo"	0.252	0.5	Principales Elementos Estructurales "Cimiento y Muro", Pared de "Triplay", Techo de "Triplay", Est. Conservación "Malo", Antigüedad de "31-40 años", Pendiente del Terreno "30 - 50%", Número de pisos "4 pisos", Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados"Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo"	0.25478000
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro y Columna", Pared de "Madera", Techo de "Calamina", Est. Conservación "Regular", Antigüedad de "21-30 años", Pendiente del Terreno "20 - 30%", Número de pisos "3 pisos", Cargas vivas "Maderas sueltas"	0.136	0.5	Reforzamiento de la Vivienda "Se planea reforzar a mediano o corto plazo"	0.123	0.5	Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro y Columna", Pared de "Madera", Techo de "Calamina", Est. Conservación "Regular", Antigüedad de "21-30 años", Pendiente del Terreno "20 - 30%", Número de pisos "3 pisos", Cargas vivas "Maderas sueltas"Reforzamiento de la Vivienda "Se planea reforzar a mediano o corto plazo"	0.12948650
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna y Viga", Pared de "Adobe", Techo de "Madera", Est. Conservación "Bueno", Antigüedad de "11-20 años", Pendiente del Terreno "10 - 20%", Número de pisos "2 pisos", Cargas vivas de "Tanques elevados"	0.067	0.5	Reforzamiento de la Vivienda "Se empezó a reforzar"	0.066	0.5	Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna y Viga", Pared de "Adobe", Techo de "Madera", Est. Conservación "Bueno", Antigüedad de "11-20 años", Pendiente del Terreno "10 - 20%", Número de pisos "2 pisos", Cargas vivas de "Tanques elevados"Reforzamiento de la Vivienda "Se empezó a reforzar"	0.06650100
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa", Pared de "Ladrillo", Techo de "Ladrillo", Est. Conservación "Muy Bueno", Antigüedad de "0-10 años", Pendiente del Terreno "0 - 10%", Número de pisos "1 piso", Cargas vivas de "Ninguno"	0.033	0.5	Reforzamiento de la Vivienda "Ya ha sido reforzada"	0.034	0.5	Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa", Pared de "Ladrillo", Techo de "Ladrillo", Est. Conservación "Muy Bueno", Antigüedad de "0-10 años", Pendiente del Terreno "0 - 10%", Número de pisos "1 piso", Cargas vivas de "Ninguno"Reforzamiento de la Vivienda "Ya ha sido reforzada"	0.03357850

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Dimensión Física

Luego de haber obtenido el valor de la Dimensión Física, se determinarán los rangos o intervalos para definir los 4 Niveles de la Dimensión Física como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 57

*Determinación del Rango del Nivel de la Dimensión Física*

Valor de la Dimensión Física	Rango	Nivel de la Dimensión Física
0.51548300	$0.25478000 \leq V \leq 0.51548300$	<b>MUY ALTO</b>
0.25478000	$0.12948650 \leq V < 0.25478000$	<b>ALTO</b>
0.12948650	$0.06650100 \leq V < 0.12948650$	<b>MEDIO</b>
0.06650100	$0.03357850 \leq V < 0.06650100$	<b>BAJO</b>
0.03357850		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3. Determinación del nivel de la dimensión social ante un sismo de gran magnitud

Para la determinación del nivel de la dimensión social se tuvo que identificar los indicadores de la población para posteriormente ser evaluados.

##### 4.2.3.1. Determinación de los indicadores a evaluar de la Población

Los indicadores evaluados de la población fueron identificados y definidos mediante las diversas visitas y consultas que se realizaron a la población del asentamiento humano La Flor, los cuales fueron de aspecto social y económico. A su vez estos indicadores fueron recopilados y adaptados de tesis y manuales realizados anteriormente como: el Manual para la

evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017), Modelamiento geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito Leimebamba – Amazonas elaborado por Flores (2016), Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan de Lurigancho elaborado por Campos (2018) y por criterio propio.

- Indicador 1: Grupo Etario

El Grupo Etario está conformado por el rango de edades de la población, los cuales van a influir en la vulnerabilidad de una vivienda ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Es decir, la presencia de niños (0 a 3 años) o personas de la tercera edad (mayores a 65 años) evidencian una mayor vulnerabilidad en la vivienda, debido que ambos son dependientes y requieren de una atención especial.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. De 0 a 3 años y mayores de 65 años: Aquellas personas (infantes y personas de la tercera edad) son muy dependientes lo cual van a necesitar del apoyo de alguien, por lo que se les considera muy altamente vulnerables.
- b. De 4 a 12 años y de 60 a 65 años: Son considerados como población altamente vulnerable debido a que se encuentran niños y adultos mayores
- c. De 13 a 15 años y de 50 a 59 años: Aquellas personas que se encuentran en este rango de edad se les considera medianamente vulnerables debido a que encuentran adolescentes y adultos.
- d. De 16 a 29 años: Son considerados como población de baja vulnerabilidad debido a que se encuentran personas jóvenes.

- e. De 30 a 49 años: Son considerados como población de muy baja vulnerabilidad, debido a que se encuentran personas adultas.

Nota: Como el estudio es a nivel de lote, se considerará la subcategoría que presente la mayor cantidad de personas. En casos que se presenten una igualdad de personas en las subcategorías, se optará por el caso más fatalista o el más vulnerable. Por ejemplo, si en una vivienda de 5 personas: 2 personas son mayores de 65 años, 2 personas tienen entre 30 a 49 años y 1 persona tiene 15 años, se optará por la subcategoría “De 0 a 3 años y mayor de 65 años” (caso más vulnerable).

- Indicador 2: Discapacidad

La Discapacidad es una condición social, la cual vuelve vulnerable a la población ante un evento sísmico, debido que presentan diversas limitaciones para realizar sus actividades normalmente. Según sea el tipo de discapacidad será mayor la vulnerabilidad.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Para usar brazos y piernas: De muy alta vulnerabilidad se considera a la población que presente esta limitación.
- b. Visual: La población que presente esta limitación se considera altamente vulnerable
- c. Para oír o hablar: Aquella población que presente dicha limitación se considera medianamente vulnerable.
- d. Mental o intelectual: De baja vulnerabilidad se considera a la población que presente dicha limitación.
- e. No tiene: De muy baja vulnerabilidad se considera a la población que no presente limitaciones.

Nota: Para la evaluación del indicador Discapacidad se considerará la subcategoría que presente la mayor predominancia de personas de todo el lote.

- Indicador 3: Tipo de Seguro

El seguro es un medio el cual garantiza la protección ante sucesos que puedan dañar la salud de las personas. El Tipo de Seguro es un indicador socio-económico el cual es inversamente proporcional a la vulnerabilidad. Una vivienda con algún tipo de seguro resulta menos vulnerable ante la posible ocurrencia de un sismo.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Ninguno: Aquellas viviendas donde haya una predominancia de personas que no poseen ningún tipo de seguro se les va considerar muy altamente vulnerables.
- b. SIS: Las viviendas donde haya una mayor predominancia de personas que poseen este tipo de seguro se encuentran principalmente en situación de pobreza y pobreza extrema, los cuales van a ser considerados altamente vulnerables.
- c. ESSALUD: Este tipo de seguro está dirigido a los trabajadores dependientes. Aquellas viviendas que tengan una mayor predominancia de personas por este seguro son considerados regularmente vulnerables.
- d. FFAA-PNP: Es un tipo de seguro exclusivamente para las fuerzas armadas y la policía. Las viviendas que tengan una mayor predominancia de personas con este tipo de seguro serán consideradas como población de baja vulnerabilidad.
- e. Seguro Privado u Otro: Este tipo de seguro es un poco más costoso y a la vez más beneficioso que los otros seguros. Aquellas viviendas donde haya una

predominancia de personas que poseen este tipo de seguro se les va considerar de muy baja vulnerabilidad.

Nota: Para la evaluación del indicador Tipo de Seguro se considerará la subcategoría que presente la mayor predominancia de personas de todo el lote.

- **Indicador 4: Servicios Básicos**

Los Servicios Básicos como la luz, agua y desagüe son fundamentales para una vivienda. Una edificación que no cuente con alguno de estos servicios básicos la torna vulnerable.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Ninguno: Aquellas viviendas que no presenten ningún servicio básico son consideradas muy altamente vulnerables.
- b. Solo Luz: Son altamente vulnerables aquella la población que solo cuente con Luz.
- c. Solo Pílon de Agua: Las viviendas que solo presenten acceso a un Pílon de agua son consideradas regularmente vulnerables.
- d. Luz y Pílon de Agua: Las viviendas que tengan acceso a la Luz y a un Pílon de agua se consideran de Baja vulnerabilidad.
- e. Agua, Desagüe y Luz: Aquellas viviendas que poseen todos los servicios básicos se consideran de muy baja vulnerabilidad.

- **Indicador 5: Tenencia de Vivienda**

La Tenencia de la vivienda es un indicador económico. Este indicador permite identificar zonas en las que se necesita la acción del saneamiento físico legal, a su vez el

otorgamiento de créditos financieros y determinar qué zonas necesitan el otorgamiento de bonos de recuperación y reconstrucción posterior al impacto de un sismo de gran magnitud.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Prestada: Para aquellas personas que poseen este tipo de tenencia sobre la vivienda se considera muy altamente vulnerable.
- b. Cedida por el trabajo o institución: Para la población que posee este tipo de tenencia sobre la vivienda se considera altamente vulnerable.
- c. Alquilada: Se considera medianamente vulnerable a aquellas viviendas que poseen este tipo de tenencia.
- d. Propia sin título de propiedad: Son consideradas de baja vulnerabilidad a aquellas viviendas que poseen este tipo de tenencia.
- e. Propia con título de propiedad: Son consideradas de muy baja vulnerabilidad a aquellas viviendas que poseen este tipo de tenencia.

- **Indicador 6: Nivel Educativo Alcanzado**

El Nivel Educativo o grado máximo alcanzado es un factor social, la cual condiciona la vulnerabilidad de la población, debido que nos proporciona de alguna forma conocimientos básicos y de prevención ante la posible ocurrencia de un sismo. Por lo que en efecto las viviendas con bajos niveles de educación son más propensas a que sufran algún daño ante un posible fenómeno natural.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).



- a. Ninguno: Se considera muy altamente vulnerable a la población que no tiene ningún nivel educativo alcanzado.
- b. Inicial: Se considera altamente vulnerable a la población que se encuentre en esta etapa educativa.
- c. Primaria: Se considera medianamente vulnerable a la población que se encuentre entre los grados de 1er y 6to grado del nivel Primario.
- d. Secundaria: Aquella población que se encuentre entre los grados de 1ero y 5to del nivel Secundario, son considerados de baja vulnerabilidad, debido a la mayor parte de los conocimientos básicos adquiridos durante el ciclo escolar.
- e. Superior: Se consideran de muy baja vulnerabilidad a la población que se encuentre o que haya culminado su grado académico superior, debido a la gran cantidad de conocimientos adquiridos.

Nota: Para el procesamiento de la información del “nivel educativo alcanzado” se consideró a la subcategoría que más predomina en la vivienda, es decir a la subcategoría que presente la mayor cantidad de personas. En casos de igualdad en la cantidad de personas con diferente nivel educativo, se considera el caso más fatalista. Por ejemplo, si en una vivienda de 4 personas: 2 personas alcanzaron el nivel educativo de Primaria y 2 personas alcanzaron el nivel educativo de Secundaria, se optará por el nivel educativo Primaria (caso más fatalista).

- Indicador 7: Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos

Los conocimientos que tenga la población sobre ocurrencia de sismos es muy importante debido que se van a tener en cuenta las causas y consecuencias de estos desastres, y con ello optar medidas preventivas y de planificación.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos (muy altamente vulnerable).
- b. Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos (altamente vulnerable).
- c. Existe un regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos (medianamente vulnerable).
- d. Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos (baja vulnerabilidad).
- e. Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos (muy baja vulnerabilidad).

- Indicador 8: Participación en simulacros de sismos

La participación en simulacros de sismos va permitir que la población esté preparada de cierta forma ante la probable ocurrencia de sismos, con el fin de evitar pérdidas significativas de vida.

A continuación, se identifica y presenta el orden de las subcategorías en forma descendente del más desfavorable (más vulnerable) al menos desfavorable (menos vulnerable).

- a. Nadie participa en simulacros de sismo (población muy altamente vulnerable).
- b. Existe un escaso número de habitantes que participan en simulacros de sismo (población altamente vulnerable).
- c. Existe un regular número de habitantes que participan en simulacros de sismo (población medianamente vulnerable).
- d. La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismo (población de baja vulnerabilidad).

e. Todos los habitantes participan en simulacros de sismo (población de muy baja vulnerabilidad).

#### 4.2.3.2. Evaluación de los parámetros de la dimensión social

Para determinar el nivel de la dimensión social se presentan 3 factores: La exposición, la fragilidad y la resiliencia, las cuales agrupan a los diversos indicadores sociales que se determinaron e identificaron en el área de estudio.

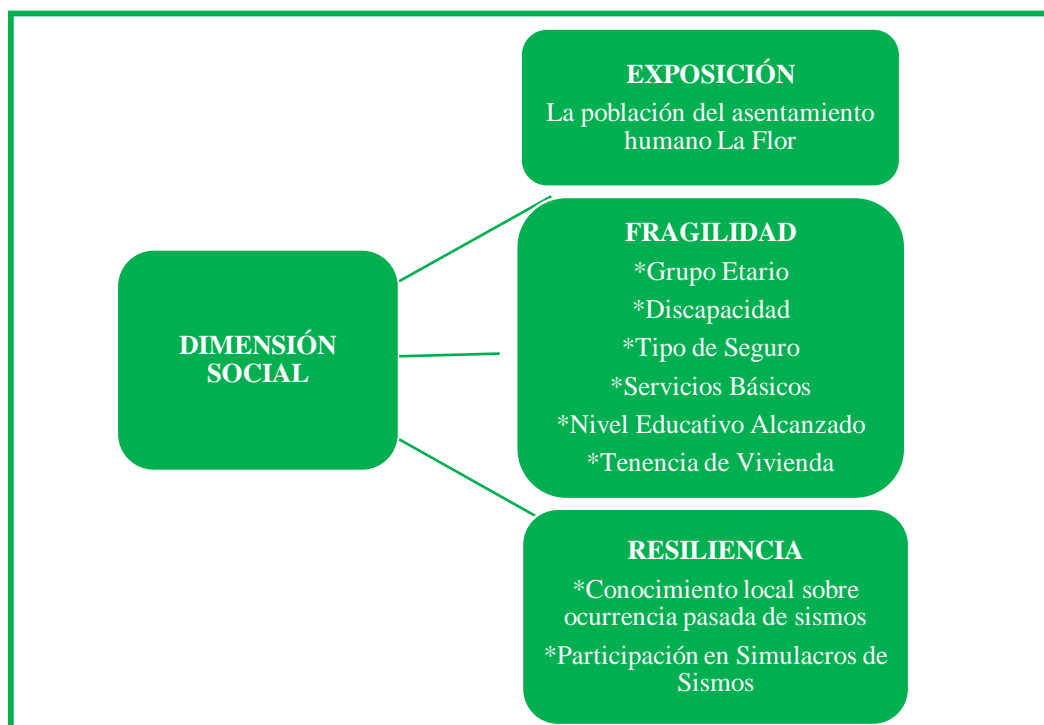


Figura 43. Estructura conceptual de la Dimensión Social. Fuente: Elaboración Propia

Nota: Al igual que en la dimensión física, los indicadores de la dimensión social van a ser agrupados y van a ser evaluados con la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico). Es necesario mencionar que a partir de la aplicación de la metodología AHP, los indicadores pasan a denominarse parámetros, mientras que sus subcategorías pasan a denominarse descriptores.

Por otro lado, se recomienda realizar primero la evaluación de los parámetros y posteriormente de sus respectivos descriptores, con la cual obtendremos una valoración

numérica o ponderación de cada uno de ellos mediante una toma de decisiones y comparaciones entre los parámetros, que será necesario para el procesamiento y la determinación del nivel de la dimensión social.

#### 4.2.3.2.1. Factor a evaluar: Exposición Social

Para la presente tesis solo serán evaluados los factores Fragilidad y Resiliencia, debido que el factor Exposición considera a toda la población del asentamiento humano La Flor, la cual se encuentra expuesta ante un sismo de gran magnitud, es por esta razón que el factor exposición termina siendo obviado.

#### 4.2.3.2.2. Factor a evaluar: Fragilidad Social

Los 6 parámetros de la fragilidad social que fueron clasificados en la Figura 43, van a ser evaluados mediante la aplicación de la metodología AHP como se menciona en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017). A su vez estos parámetros han sido ordenados de acuerdo al grado de importancia por criterio propio y por fuentes ya antes mencionadas.

Los 6 parámetros a evaluar son los siguientes:

1. Grupo Etario
2. Discapacidad
3. Servicios Básicos
4. Tipo de Seguro
5. Tenencia de Vivienda
6. Nivel Educativo Alcanzado

Nota: La evaluación de la fragilidad social y sus parámetros son importantes para conocer las características sociales de la población, en qué condiciones se encuentran y qué tan vulnerables pueden estar ante un posible sismo de gran magnitud.

➤ Aplicación de la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico)

Para la ponderación de la fragilidad social se va emplear una matriz de 6x6, debido que son 6 los parámetros evaluados, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, los cuales van a ser comparados entre sí (filas con columnas) y se les va designar una ponderación según la escala de Saaty. Esta ponderación va estar en función del grado o nivel de importancia o preferencia entre uno y otro parámetro (ver Tabla 58).

Tabla 58

*Matriz de comparación de los parámetros de la Fragilidad Social*

PARAMETROS	Grupo Etario	Discapacidad	Tipo de Seguro	Servicios Básicos	Tenencia de Vivienda	Nivel Educativo Alcanzado
Grupo Etario	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Discapacidad	0.500	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Tipo de Seguro	0.333	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000
Servicios Básicos	0.250	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
Tenencia de Vivienda	0.200	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Nivel Educativo Alcanzado	0.167	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000
SUMA	2.450	3.950	7.783	12.583	18.333	25.000
1/SUMA	0.408	0.253	0.128	0.079	0.055	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se determina la matriz de normalización (ver Tabla 59), para lo cual se siguen los mismos procedimientos y cálculos empleados en el capítulo de la Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (ver cap. 2.1.4.2.).

Tabla 59

*Matriz de Normalización de los parámetros de la Fragilidad Social*

PARÁMETROS	Grupo Etario	Discapacidad	Tipo de Seguro	Servicios Básicos	Tenencia de Vivienda	Nivel Educativo Alcanzado	Vector Priorización
Grupo Etario	0.408	0.506	0.385	0.318	0.273	0.240	0.355
Discapacidad	0.204	0.253	0.385	0.318	0.273	0.240	0.279
Tipo de Seguro	0.136	0.084	0.128	0.238	0.218	0.200	0.168
Servicios Básicos	0.102	0.063	0.043	0.079	0.164	0.160	0.102
Tenencia de Vivienda	0.082	0.051	0.032	0.026	0.055	0.120	0.061
Nivel Educativo Alcanzado	0.068	0.042	0.026	0.020	0.018	0.040	0.036

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se tendrán los pesos ponderados de los parámetros de la fragilidad social (ver Tabla 60).

Tabla 60

*Peso Ponderado de los parámetros de la Fragilidad Social*

PARÁMETROS	Peso Ponderado
Grupo Etario	0.355
Discapacidad	0.279
Tipo de Seguro	0.168
Servicios Básicos	0.102
Tenencia de Vivienda	0.061
Nivel Educativo Alcanzado	0.036

Fuente: Elaboración Propia

Para la validación de los criterios tomados se realiza el cálculo de la Relación de Consistencia (ver cap. 2.1.4.2.), en la cual se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.252, debido que para el presente caso se están empleando matrices de 6x6 (ver Tabla 9). A continuación, se muestran los resultados de la Relación de Consistencia (ver Tabla 61).

Tabla 61

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Fragilidad Social*

IC	0.084
RC	0.075

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 61, se observa que la RC es 0.075 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Aplicación de la metodología AHP en la evaluación de los parámetros de la Fragilidad Social

Para la evaluación de cada uno de los parámetros de la fragilidad social se va emplear una matriz de 5x5, debido que cada parámetro consta de 5 descriptores, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, y posteriormente se seguirán los mismos procedimientos y cálculos empleados en el capítulo de la Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (cap. 2.1.4.2.), con el fin de obtener el peso ponderado de los descriptores de cada uno de los parámetros de la fragilidad social y su respectiva validación mediante la Relación de Consistencia.

Cabe recalcar que para el cálculo de la Relación de Consistencia en la evaluación de cada uno de los parámetros de la fragilidad social se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.115, debido que se están empleando matrices de 5x5 (ver Tabla 9).

a. Parámetro a Evaluar: Grupo Etario

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Grupo Etario se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 62

*Matriz de comparación del parámetro Grupo Etario*

Grupo Etario	De 0-3 años y mayores a 65 años	De 4-12 años y de 60-65 años	De 13-15 años y de 50-59 años	De 16-29 años	De 30-49 años
De 0-3 años y mayores a 65 años	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 4-12 años y de 60-65 años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 13-15 años y de 50-59 años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 16-29 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
De 30-49 años	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63

*Matriz de Normalización del parámetro Grupo Etario*

Grupo Etario	De 0-3 años y mayores a 65 años	De 4-12 años y de 60-65 años	De 13-15 años y de 50-59 años	De 16-29 años	De 30-49 años	Vector Priorización
De 0-3 años y mayores a 65 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 4-12 años y de 60-65 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 13-15 años y de 50-59 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 16-29 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 30-49 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Grupo Etario*

Grupo Etario	Peso Ponderado
De 0-3 años y mayores a 65 años	0.503
De 4-12 años y de 60-65 años	0.260
De 13-15 años y de 50-59 años	0.134
De 16-29 años	0.068
De 30-49 años	0.035

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 65

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

IC	0.061
RC	0.055

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 65, se observa que la RC es 0.055 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

b. Parámetro a Evaluar: Discapacidad

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Discapacidad consistió en realizar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 66

*Matriz de comparación del parámetro Discapacidad*

Discapacidad	Para usar brazos y piernas	Visual	Para oír o hablar	Mental o Intelectual	No tiene
Para usar brazos y piernas	1.000	2.000	3.000	5.000	9.000
Visual	0.500	1.000	3.000	5.000	9.000
Para oír o hablar	0.333	0.333	1.000	3.000	8.000
Mental o Intelectual	0.200	0.200	0.333	1.000	8.000
No tiene	0.111	0.111	0.125	0.125	1.000
SUMA	2.144	3.644	7.458	14.125	35.000
1/SUMA	0.466	0.274	0.134	0.071	0.029

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67

*Matriz de Normalización del parámetro Discapacidad*

Discapacidad	Para usar brazos y piernas	Visual	Para oír o hablar	Mental o Intelectual	No tiene	Vector Priorización
Para usar brazos y piernas	0.466	0.549	0.402	0.354	0.257	0.406
Visual	0.233	0.274	0.402	0.354	0.257	0.304
Para oír o hablar	0.155	0.091	0.134	0.212	0.229	0.164

Mental o Intelectual	0.093	0.055	0.045	0.071	0.229	0.098
No tiene	0.052	0.030	0.017	0.009	0.029	0.027

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Discapacidad*

Discapacidad	Peso Ponderado
Para usar brazos y piernas	0.406
Visual	0.304
Para oír o hablar	0.164
Mental o Intelectual	0.098
No tiene	0.027

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69

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

IC	0.106
RC	0.095

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 69, se observa que la RC es 0.095 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

#### c. Parámetro a Evaluar: Tipo de Seguro

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Tipo de Seguro consistió en realizar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 70

*Matriz de comparación del parámetro Tipo de Seguro*

Tipo de Seguro	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA - PNP	Seguro Privado
No tiene	1.000	4.000	5.000	7.000	9.000
SIS	0.250	1.000	3.000	5.000	7.000
ESSALUD	0.200	0.333	1.000	3.000	6.000
FFAA - PNP	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000

Seguro Privado	0.111	0.143	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.704	5.676	9.500	16.333	26.000
1/SUMA	0.587	0.176	0.105	0.061	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71

*Matriz de Normalización del parámetro Tipo de Seguro*

Tipo de Seguro	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA - PNP	Seguro Privado	Vector Priorización
No tiene	0.587	0.705	0.526	0.429	0.346	0.519
SIS	0.147	0.176	0.316	0.306	0.269	0.243
ESSALUD	0.117	0.059	0.105	0.184	0.231	0.139
FFAA - PNP	0.084	0.035	0.035	0.061	0.115	0.066
Seguro Privado	0.065	0.025	0.018	0.020	0.038	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro*

Tipo de Seguro	Peso Ponderado
No tiene	0.519
SIS	0.243
ESSALUD	0.139
FFAA - PNP	0.066
Seguro Privado	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tipo de Seguro*

IC	0.082
RC	0.074

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 73, se observa que la RC es 0.074 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

d. Parámetro a Evaluar: Servicios Básicos

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Servicios Básicos consistió en realizar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 74

*Matriz de comparación del parámetro Servicios Básicos*

Servicios Básicos	No tiene	Luz	Pilón de Agua	Luz y Pilón de Agua	Agua, Desagüe y Luz
No tiene	1.000	4.000	6.000	8.000	9.000
Luz	0.250	1.000	4.000	6.000	8.000
Pilón de Agua	0.167	0.250	1.000	3.000	6.000
Luz y Pilón de Agua	0.125	0.167	0.333	1.000	3.000
Agua, Desagüe y Luz	0.111	0.125	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.653	5.542	11.500	18.333	27.000
1/SUMA	0.605	0.180	0.087	0.055	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75

*Matriz de Normalización del parámetro Servicios Básicos*

Servicios Básicos	No tiene	Luz	Pilón de Agua	Luz y Pilón de Agua	Agua, Desagüe y Luz	Vector Priorización
No tiene	0.605	0.722	0.522	0.436	0.333	0.524
Luz	0.151	0.180	0.348	0.327	0.296	0.261
Pilón de Agua	0.101	0.045	0.087	0.164	0.222	0.124
Luz y Pilón de Agua	0.076	0.030	0.029	0.055	0.111	0.060
Agua, Desagüe y Luz	0.067	0.023	0.014	0.018	0.037	0.032

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Servicios Básicos*

Servicios Básicos	Peso Ponderado
No tiene	0.524
Luz	0.261
Pilón de Agua	0.124
Luz y Pilón de Agua	0.060
Agua, Desagüe y Luz	0.032

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Servicios Básicos*

IC	0.104
RC	0.094

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 77, se observa que la RC es 0.094 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

e. Parámetro a Evaluar: Tenencia de Vivienda

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Tenencia de Vivienda se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 78

*Matriz de comparación del parámetro Tenencia de Vivienda*

Tenencia de Vivienda	Prestada	Cedida por trabajo	Alquilada	Propia sin título de propiedad	Propia con título de propiedad
Prestada	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Cedida por trabajo	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Alquilada	0.250	0.333	1.000	4.000	6.000
Propia sin título de propiedad	0.167	0.200	0.250	1.000	5.000
Propia con título de propiedad	0.125	0.143	0.167	0.200	1.000
SUMA	2.042	3.676	8.417	16.200	27.000
1/SUMA	0.490	0.272	0.119	0.062	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79

*Matriz de Normalización del parámetro Tenencia de Vivienda*

Tenencia de Vivienda	Prestada	Cedida por trabajo	Alquilada	Propia sin título de propiedad	Propia con título de propiedad	Vector Priorización
Prestada	0.490	0.544	0.475	0.370	0.296	0.435
Cedida por trabajo	0.245	0.272	0.356	0.309	0.259	0.288
Alquilada	0.122	0.091	0.119	0.247	0.222	0.160
Propia sin título de propiedad	0.082	0.054	0.030	0.062	0.185	0.083
Propia con título de propiedad	0.061	0.039	0.020	0.012	0.037	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Tenencia de Vivienda*

Tenencia de Vivienda	Peso Ponderado
Prestada	0.435
Cedida por trabajo	0.288
Alquilada	0.160
Propia sin título de propiedad	0.083
Propia con título de propiedad	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tenencia de Vivienda*

IC	0.103
RC	0.093

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 81, se observa que la RC es 0.093 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

f. Parámetro a Evaluar: Nivel Educativo Alcanzado

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Nivel Educativo Alcanzado se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 82

*Matriz de comparación del parámetro Nivel Educativo Alcanzado*

Nivel Educativo Alcanzado	Ninguno	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior
Ninguno	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Inicial	0.500	1.000	4.000	6.000	8.000
Primaria	0.250	0.250	1.000	4.000	6.000
Secundaria	0.167	0.167	0.250	1.000	4.000

Superior	0.125	0.125	0.167	0.250	1.000
SUMA	2.042	3.542	9.417	17.250	27.000
1/SUMA	0.490	0.282	0.106	0.058	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83

*Matriz de Normalización del parámetro Nivel Educativo Alcanzado*

Nivel Educativo Alcanzado	Ninguno	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior	Vector Priorización
Ninguno	0.490	0.565	0.425	0.348	0.296	0.425
Inicial	0.245	0.282	0.425	0.348	0.296	0.319
Primaria	0.122	0.071	0.106	0.232	0.222	0.151
Secundaria	0.082	0.047	0.027	0.058	0.148	0.072
Superior	0.061	0.035	0.018	0.014	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Nivel Educativo Alcanzado*

Nivel Educativo Alcanzado	Peso Ponderado
Ninguno	0.425
Inicial	0.319
Primaria	0.151
Secundaria	0.072
Superior	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85

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

IC	0.098
RC	0.088

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 85, se observa que la RC es 0.088 la cual es menor que el 10%.

Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Determinación del Valor: Fragilidad Social

Luego de haber obtenido el peso de los parámetros y sus respectivos descriptores, se realizarán los siguientes pasos:

- Todos los parámetros y los descriptores son agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 86).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso de cada descriptor por el peso de sus respectivos parámetros fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos del producto anteriormente mencionado. Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\text{Primera fila: } 0.503 \times 0.355 + 0.406 \times 0.279 + 0.519 \times 0.168 + 0.524 \times 0.102 + 0.435 \times 0.061 + 0.425 \times 0.036 = 0.474$$

$$\text{Segunda fila: } 0.260 \times 0.355 + 0.304 \times 0.279 + 0.243 \times 0.168 + 0.261 \times 0.102 + 0.288 \times 0.061 + 0.319 \times 0.036 = 0.274$$

$$\text{Tercera fila: } 0.134 \times 0.355 + 0.164 \times 0.279 + 0.139 \times 0.168 + 0.124 \times 0.102 + 0.160 \times 0.061 + 0.151 \times 0.036 = 0.145$$

$$\text{Cuarta fila: } 0.068 \times 0.355 + 0.098 \times 0.279 + 0.066 \times 0.168 + 0.060 \times 0.102 + 0.083 \times 0.061 + 0.072 \times 0.036 = 0.076$$

$$\text{Quinta fila: } 0.035 \times 0.355 + 0.027 \times 0.279 + 0.033 \times 0.168 + 0.032 \times 0.102 + 0.034 \times 0.061 + 0.033 \times 0.036 = 0.032$$



Tabla 86  
Determinación del valor de la Fragilidad Social

PARÁMETROS																		Descripción de la Fragilidad Social	Valor de la Fragilidad Social
Grupo Etario			Discapacidad			Tipo de Seguro			Servicios Básicos			Tenencia de Vivienda			Nivel Educativo Alcanzado				
Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro		
De 0-3 años y mayores a 65 años	0.503	0.355	Para usar brazos y piernas	0.406	0.279	No tiene	0.519	0.168	No tiene	0.524	0.102	Prestada	0.435	0.061	Ninguno	0.425	0.036	Grupo Etario "De 0-3 años y mayores a 65 años", Discapacidad para "Para usar brazos y piernas", Tipo de Seguro "No tiene", Servicios Básicos "No tiene", Tenencia de Vivienda "Prestada", Nivel Educativo Alcanzado "Ninguno"	0.4743140
De 4-12 años y de 60-65 años	0.260	0.355	Visual	0.304	0.279	SIS	0.243	0.168	Luz	0.261	0.102	Cedida por trabajo	0.288	0.061	Inicial	0.319	0.036	Grupo Etario "De 4-12 años y de 60-65 años", Discapacidad "Visual", Tipo de Seguro "SIS", Servicios Básicos "Luz", Tenencia de Vivienda "Cedida por trabajo", Nivel Educativo Alcanzado "Inicial"	0.2736140
De 13-15 años y de 50-59 años	0.134	0.355	Para oír o hablar	0.164	0.279	ESSALUD	0.139	0.168	Pilón de Agua	0.124	0.102	Alquilada	0.160	0.061	Primaria	0.151	0.036	Grupo Etario "De 13-15 años y de 50-59 años", Discapacidad "Para oír o hablar", Tipo de Seguro "ESSALUD", Servicios Básicos "Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Alquilada", Nivel Educativo Alcanzado "Primaria"	0.1445220
De 16-29 años	0.068	0.355	Mental o Intelectual	0.098	0.279	FFAA - PNP	0.066	0.168	Luz y Pilón de Agua	0.060	0.102	Propia sin título de propiedad	0.083	0.061	Secundaria	0.072	0.036	Grupo Etario "De 16-29 años", Discapacidad "Mental o Intelectual", Tipo de Seguro "FFAA - PNP", Servicios Básicos "Luz y Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Propia sin título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Secundaria"	0.0763450
De 30-49 años	0.035	0.355	No tiene	0.027	0.279	Seguro Privado	0.033	0.168	Agua, Desagüe y Luz	0.032	0.102	Propia con título de propiedad	0.034	0.061	Superior	0.033	0.036	Grupo Etario "De 30-49 años", Discapacidad "No tiene", Tipo de Seguro "Seguro Privado", Servicios Básicos "Agua, Desagüe y Luz", Tenencia de Vivienda "Propia con título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Superior"	0.0320280

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Fragilidad Social

Como consecuencia de obtener el valor de la Fragilidad Social se van a realizar intervalos o rangos con la cual se van a definir los 4 Niveles de la Fragilidad Social.

Tabla 87

*Determinación del Rango del Nivel de la Fragilidad Social*

Valor de la Fragilidad Social	Rango	Nivel de la Fragilidad Social
0.4743140	$0.2736140 \leq V \leq 0.4743140$	<b>MUY ALTO</b>
0.2736140	$0.1445220 \leq V < 0.2736140$	<b>ALTO</b>
0.1445220	$0.0763450 \leq V < 0.1445220$	<b>MEDIO</b>
0.0763450	$0.0320280 \leq V < 0.0763450$	<b>BAJO</b>
0.0320280		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3.2.3. Factor a evaluar: Resiliencia Social

Para determinar la resiliencia social se necesita identificar los parámetros a evaluar. Para el presente estudio solo se evaluaron 2 parámetros “Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos” y “Participación en simulacro de sismos”, los cuales fueron adaptados a los parámetros considerados en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017). La evaluación de este parámetro es importante para conocer qué medidas está tomando la población, en cuestión de conocimientos y capacitaciones, para resistir y recuperarse frente a un posible evento sísmico.

➤ Aplicación de la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico)

Para la ponderación de la resiliencia social no se va emplear la metodología AHP, debido que solo se va evaluar dos parámetros. Por criterio propio se consideran a ambos parámetros el mismo grado de importancia, por el cual se le va designar a cada parámetro un valor numérico de 0.5 como peso ponderado.

Posteriormente se va realizar la metodología AHP a cada uno de los parámetros a evaluar de la resiliencia social.

➤ Aplicación de la metodología AHP en la evaluación de los parámetros de la Resiliencia Social

Para la evaluación de cada uno de los parámetros de la resiliencia social se va emplear una matriz de 5x5, debido que cada parámetro consta de 5 descriptores, ordenados del más vulnerable al menos vulnerable, y posteriormente se seguirán los mismos procedimientos y cálculos empleados en el capítulo de la Aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (cap. 2.1.4.2.), con el fin de obtener el peso ponderado de los descriptor de cada uno de los parámetros de la resiliencia social y su respectiva validación mediante la Relación de Consistencia.

Cabe recalcar que para el cálculo de la Relación de Consistencia en la evaluación de cada uno de los parámetros de la resiliencia social se propone como Índice Aleatorio (IA) el valor 1.115, debido que se están empleando matrices de 5x5 (ver Tabla 9).

a. **Parámetro a Evaluar: Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos**

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 88**

*Matriz de comparación del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos*

Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.333	1.000	3.000	5.000	8.000
Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.111	0.125	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.658	9.533	16.333	26.000
1/SUMA	0.560	0.215	0.105	0.061	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89

*Matriz de Normalización del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos*

Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	Vector Priorización
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.560	0.644	0.524	0.429	0.346	0.501
Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.187	0.215	0.315	0.306	0.308	0.266
Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.112	0.072	0.105	0.184	0.192	0.133
Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.115	0.067
Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.062	0.027	0.021	0.020	0.038	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos*

Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	Peso Ponderado
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.501
Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.266
Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.133
Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.067
Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.034

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos*

IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 91, se observa que la RC es 0.053 la cual es menor que el 10%. Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

b. Parámetro a Evaluar: Participación en simulacro de sismos

La aplicación de la metodología AHP para el parámetro Participación en simulacro de sismos se resume en desarrollar una matriz de comparación, matriz de normalización y la validación mediante la Relación de Consistencia, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 92

*Matriz de comparación del parámetro Participación en simulacro de sismos*

Participación en simulacros de Sismos en los últimos 5 años	Nadie participa en simulacros de sismos	Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	Varios habitantes participan en simulacros de sismos	La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	Todos los habitantes participan en simulacros de sismos
Nadie participa en simulacros de sismos	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Varios habitantes participan en simulacros de sismos	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93

*Matriz de Normalización del parámetro Participación en simulacro de sismos*

Participación en simulacros de Sismos en los últimos 5 años	Nadie participa en simulacros de sismos	Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	Varios habitantes participan en simulacros de sismos	La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	Vector Priorización
Nadie participa en simulacros de sismos	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Varios habitantes participan en simulacros de sismos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94

*Peso Ponderado de los descriptores del parámetro Participación en simulacro de sismos*

Participación en simulacros de Sismos en los últimos 5 años	Peso Ponderado
Nadie participa en simulacros de sismos	0.503
Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	0.260
Varios habitantes participan en simulacros de sismos	0.134
La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	0.068
Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Participación en simulacro de sismos*

IC	0.061
RC	0.055

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 95, se observa que la RC es 0.055 la cual es menor que el 10%. Por lo tanto, se demuestra que la evaluación realizada es Aceptable.

➤ Determinación del Valor: Resiliencia Social

Luego de haber definido el peso de los parámetros y sus respectivos descriptores, se realizarán los siguientes pasos:

- Todos los parámetros y los descriptores son agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 96).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso de cada descriptor por el peso de sus respectivos parámetros fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos del producto anteriormente mencionado. Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\text{Primera fila: } 0.501 \times 0.5 + 0.503 \times 0.5 = 0.502$$

$$\text{Segunda fila: } 0.266 \times 0.5 + 0.260 \times 0.5 = 0.263$$

$$\text{Tercera fila: } 0.133 \times 0.5 + 0.134 \times 0.5 = 0.134$$

$$\text{Cuarta fila: } 0.067 \times 0.5 + 0.068 \times 0.5 = 0.068$$

$$\text{Quinta fila: } 0.034 \times 0.5 + 0.035 \times 0.5 = 0.035$$



Tabla 96  
*Determinación del valor de la Resiliencia Social*

PARÁMETROS						Descripción de la Resiliencia Social	Valor de la Resiliencia Social
Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos			Participación en simulacros de Sismos en los últimos 5 años				
Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso Parámetro		
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.501	0.500	Nadie participa en simulacros de sismos	0.503	0.500	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Nadie participa en simulacros de sismos"	0.50200
Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.266	0.500	Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	0.260	0.500	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos"	0.26300
Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.133	0.500	Varios habitantes participan en simulacros de sismos	0.134	0.500	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Varios habitantes participan en simulacros de sismos"	0.13350
Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.067	0.500	La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	0.068	0.500	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.06750
Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	0.034	0.500	Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	0.035	0.500	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Todos los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.03450

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Resiliencia Social

Luego de haber obtenido el valor de la Resiliencia Social, se determinará los rangos o intervalos para definir los 4 Niveles de la Resiliencia Social.

Tabla 97

*Determinación del Rango del Nivel de la Resiliencia Social*

Valor de la Resiliencia Social	Rango	Nivel de la Resiliencia Social
0.50200	$0.26300 \leq V \leq 0.50200$	<b>MUY ALTO</b>
0.26300	$0.13350 \leq V < 0.26300$	<b>ALTO</b>
0.13350	$0.06750 \leq V < 0.13350$	<b>MEDIO</b>
0.06750	$0.03450 \leq V < 0.06750$	<b>BAJO</b>
0.03450		

Fuente: Elaboración Propia

➤ Determinación del Valor: Dimensión Social

Luego de haber definido el valor de la fragilidad social y de la resiliencia social se determinará el valor de la dimensión social.

Cabe recalcar que el peso de la fragilidad y la resiliencia social es 50% para cada uno (criterio propio), entendiéndose que para el presente estudio ambos factores mantienen el mismo nivel de importancia.

Para determinar el valor de la dimensión social se realizaron los siguientes procedimientos:

- Los valores y la descripción de la fragilidad y la resiliencia social son agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 98).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso y el valor de la fragilidad social, así como del peso y valor de la resiliencia social, fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos de los productos anteriormente mencionados. Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\text{Primera fila: } 0.474 \times 0.5 + 0.502 \times 0.5 = 0.488$$

$$\text{Segunda fila: } 0.274 \times 0.5 + 0.263 \times 0.5 = 0.268$$

$$\text{Tercera fila: } 0.145 \times 0.5 + 0.134 \times 0.5 = 0.139$$

$$\text{Cuarta fila: } 0.076 \times 0.5 + 0.068 \times 0.5 = 0.072$$

$$\text{Quinta fila: } 0.032 \times 0.5 + 0.035 \times 0.5 = 0.033$$

Tabla 98  
Determinación del valor de la Dimensión Social

FRAGILIDAD SOCIAL			RESILIENCIA SOCIAL			Descripción de la Dimensión Social	Valor de la Dimensión Social
Descripción de la Fragilidad Social	Valor de la Fragilidad Social	Peso de la Fragilidad Social	Descripción de la Resiliencia Social	Valor de la Resiliencia Social	Peso de la Resiliencia Social		
Grupo Etario "De 0-3 años y mayores a 65 años", Discapacidad para "Para usar brazos y piernas", Tipo de Seguro "No tiene", Servicios Básicos "No tiene", Tenencia de Vivienda "Prestada", Nivel Educativo Alcanzado "Ninguno"	0.4743140	0.5	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Nadie participa en simulacros de sismos"	0.50200	0.5	Grupo Etario "De 0-3 años y mayores a 65 años", Discapacidad para "Para usar brazos y piernas", Tipo de Seguro "No tiene", Servicios Básicos "No tiene", Tenencia de Vivienda "Prestada", Nivel Educativo Alcanzado "Ninguno" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Nadie participa en simulacros de sismos"	0.48815700
Grupo Etario "De 4-12 años y de 60-65 años", Discapacidad "Visual", Tipo de Seguro "SIS", Servicios Básicos "Luz", Tenencia de Vivienda "Cedida por trabajo", Nivel Educativo Alcanzado "Inicial"	0.2736140	0.5	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos"	0.26300	0.5	Grupo Etario "De 4-12 años y de 60-65 años", Discapacidad "Visual", Tipo de Seguro "SIS", Servicios Básicos "Luz", Tenencia de Vivienda "Cedida por trabajo", Nivel Educativo Alcanzado "Inicial", Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos"	0.26830700
Grupo Etario "De 13-15 años y de 50-59 años", Discapacidad "Para oír o hablar", Tipo de Seguro "ESSALUD", Servicios Básicos "Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Alquilada", Nivel Educativo Alcanzado "Primaria"	0.1445220	0.5	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Varios habitantes participan en simulacros de sismos"	0.13350	0.5	Grupo Etario "De 13-15 años y de 50-59 años", Discapacidad "Para oír o hablar", Tipo de Seguro "ESSALUD", Servicios Básicos "Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Alquilada", Nivel Educativo Alcanzado "Primaria", Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Varios habitantes participan en simulacros de sismos"	0.13901100
Grupo Etario "De 16-29 años", Discapacidad "Mental o Intelectual", Tipo de Seguro "FFAA - PNP", Servicios Básicos "Luz y Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Propia sin título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Secundaria"	0.0763450	0.5	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.06750	0.5	Grupo Etario "De 16-29 años", Discapacidad "Mental o Intelectual", Tipo de Seguro "FFAA - PNP", Servicios Básicos "Luz y Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Propia sin título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Secundaria", Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.07192250
Grupo Etario "De 30-49 años", Discapacidad "No tiene", Tipo de Seguro "Seguro Privado", Servicios Básicos "Agua, Desagüe y Luz", Tenencia de Vivienda "Propia con título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Superior"	0.0320280	0.5	Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Todos los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.03450	0.5	Grupo Etario "De 30-49 años", Discapacidad "No tiene", Tipo de Seguro "Seguro Privado", Servicios Básicos "Agua, Desagüe y Luz", Tenencia de Vivienda "Propia con título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Superior", Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Todos los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.03326400

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Dimensión Social

Con el valor de la Dimensión Social se va determinar los 4 Niveles de la Dimensión Social con previa realización de los intervalos o rangos.

Tabla 99

*Determinación del Rango del Nivel de la Dimensión Social*

Valor de la Dimensión Social	Rango	Nivel de la Dimensión Social
0.48815700	$0.26830700 \leq V \leq 0.48815700$	<b>MUY ALTO</b>
0.26830700	$0.13901100 \leq V < 0.26830700$	<b>ALTO</b>
0.13901100	$0.07192250 \leq V < 0.13901100$	<b>MEDIO</b>
0.07192250	$0.03326400 \leq V < 0.07192250$	<b>BAJO</b>
0.03326400		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4. Determinación del valor y rango de la vulnerabilidad

➤ Determinación del valor: Vulnerabilidad

Luego de haber definido el valor de la dimensión física y de la dimensión social se determinará el valor de la vulnerabilidad.

Cabe recalcar que para el presente estudio se consideró a criterio propio que el peso de la dimensión física y la dimensión social es de 60 y 40% respectivamente debido que el aspecto físico de una vivienda cumple un rol muy importante ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, haciendo que la población se torne menos vulnerable ante posibles consecuencias del desastre.

Para determinar el valor de la vulnerabilidad se realizaron los siguientes procedimientos:

- Los valores y la descripción de la dimensión física y social son agrupados en una tabla y ordenados verticalmente del más vulnerable al menos vulnerable (ver Tabla 100).

- Luego se van a realizar operaciones de multiplicación entre el peso y el valor de la dimensión física, así como del peso y valor de la dimensión social, fila por fila, para finalmente realizar un sumatorio horizontal con los resultados obtenidos de los productos anteriormente mencionados. Dichas operaciones se muestran a continuación:

$$\text{Primera fila: } 0.516 \times 0.6 + 0.488 \times 0.4 = 0.505$$

$$\text{Segunda fila: } 0.255 \times 0.6 + 0.268 \times 0.4 = 0.260$$

$$\text{Tercera fila: } 0.129 \times 0.6 + 0.139 \times 0.4 = 0.133$$

$$\text{Cuarta fila: } 0.067 \times 0.6 + 0.072 \times 0.4 = 0.069$$

$$\text{Quinta fila: } 0.034 \times 0.6 + 0.033 \times 0.4 = 0.034$$

Tabla 100

## Determinación del valor de la Vulnerabilidad

Descripción de la Dimensión Física	Valor de la Dimensión Física	Peso de la Dimensión Física	Descripción de la Dimensión Social	Valor de la Dimensión Social	Peso de la Dimensión Social	Valor de la Vulnerabilidad
Principales Elementos Estructurales "Ninguno", Pared de "Estera", Techo de "Estera", Est. Conservación "Muy malo", Antigüedad de "41 años a más", Pendiente del Terreno "50 – 80%", Número de pisos de "5 pisos a más", Cargas vivas de "Materiales de construcción".Reforzamiento de la Vivienda "No se pretende reforzar"	0.516	0.6	Grupo Etario "De 0-3 años y mayores a 65 años", Discapacidad para "Para usar brazos y piernas", Tipo de Seguro "No tiene", Servicios Básicos "No tiene", Tenencia de Vivienda "Prestada", Nivel Educativo Alcanzado "Ninguno" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Nadie participa en simulacros de sismos"	0.488	0.4	0.50455260
Principales Elementos Estructurales "Cimiento y Muro", Pared de "Triplay", Techo de "Triplay", Est. Conservación "Malo", Antigüedad de "31-40 años", Pendiente del Terreno "30 - 50%", Número de pisos "4 pisos", Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados"Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo"	0.255	0.6	Grupo Etario "De 4-12 años y de 60-65 años", Discapacidad "Visual", Tipo de Seguro "SIS", Servicios Básicos "Luz", Tenencia de Vivienda "Cedida por trabajo", Nivel Educativo Alcanzado "Inicial" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos"	0.268	0.4	0.26019080
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro y Columna", Pared de "Madera", Techo de "Calamina", Est. Conservación "Regular", Antigüedad de "21-30 años", Pendiente del Terreno "20 - 30%", Número de pisos "3 pisos", Cargas vivas "Maderas sueltas"Reforzamiento de la Vivienda "Se planea reforzar a mediano o corto plazo"	0.129	0.6	Grupo Etario "De 13-15 años y de 50-59 años", Discapacidad "Para oír o hablar", Tipo de Seguro "ESSALUD", Servicios Básicos "Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Alquilada", Nivel Educativo Alcanzado "Primaria" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Varios habitantes participan en simulacros de sismos"	0.139	0.4	0.13329630
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna y Viga", Pared de "Adobe", Techo de "Madera", Est. Conservación "Bueno", Antigüedad de "11-20 años", Pendiente del Terreno "10 – 20%", Número de pisos "2 pisos", Cargas vivas de "Tanques elevados"Reforzamiento de la Vivienda "Se empezó a reforzar"	0.067	0.6	Grupo Etario "De 16-29 años", Discapacidad "Mental o Intelectual", Tipo de Seguro "FFAA - PNP", Servicios Básicos "Luz y Pilón de Agua", Tenencia de Vivienda "Propia sin título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Secundaria" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.072	0.4	0.06866960
Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa", Pared de "Ladrillo", Techo de "Ladrillo", Est. Conservación "Muy Bueno", Antigüedad de "0-10 años", Pendiente del Terreno "0 - 10%", Número de pisos "1 piso", Cargas vivas de "Ninguno"Reforzamiento de la Vivienda "Ya ha sido reforzada"	0.034	0.6	Grupo Etario "De 30-49 años", Discapacidad "No tiene", Tipo de Seguro "Seguro Privado", Servicios Básicos "Agua, Desagüe y Luz", Tenencia de Vivienda "Propia con título de propiedad", Nivel Educativo Alcanzado "Superior" Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos ", Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años "Todos los habitantes participan en simulacros de sismos"	0.033	0.4	0.03345270

Fuente: Elaboración Propia

➤ Rango del Nivel de la Vulnerabilidad

Hallando el Valor de la Vulnerabilidad se podrán realizar los intervalos o rangos los cuales van a definir los 4 Niveles de la Vulnerabilidad.

Tabla 101  
*Determinación del Rango del Nivel de la Vulnerabilidad*

Valor de la Vulnerabilidad	Rango	Nivel de la Vulnerabilidad
0.50455260	$0.26019080 \leq V \leq 0.50455260$	<b>MUY ALTO</b>
0.26019080	$0.13329630 \leq V < 0.26019080$	<b>ALTO</b>
0.13329630	$0.06866960 \leq V < 0.13329630$	<b>MEDIO</b>
0.06866960	$0.03345270 \leq V < 0.06866960$	<b>BAJO</b>
0.03345270		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3. Aplicación de los Modelos de Geo-procesamiento en el Sistema de Información

**Geográfica (GIS), para determinar los niveles de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.**

Para determinar la vulnerabilidad sísmica en el asentamiento humano La Flor se empleó el “Model Builder o Modelo de Construcción” en la plataforma ArcGIS, en la cual se van automatizar todos los procesos de geoprocésamiento necesarios para la generación de los planos de los parámetros, de las dimensiones y finalmente el del nivel de vulnerabilidad, haciendo que el trabajo sea más práctico y eficiente. Para el presente estudio se elaboraron 5 modelos de construcción los cuales son procesos adaptados de los modelos propuestos por



Campos (2018) en la tesis “Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en san juan de lurigancho”, las cuales se detallan a continuación:

➤ El primer modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”

El presente modelo va permitir importar datos del Excel (datos tomados en campo) a la plataforma ArcGis y unirla a la base gráfica georreferenciada (lotes), obteniendo como resultado 9 features class georreferenciados o Geodatos; es decir 8 geodatos de la fragilidad física y 1 geodato de la resiliencia física.

Nota: Cabe recalcar que todos los resultados serán almacenados en “Geodatabases” (gdb\*)

➤ El segundo modelo “M\_DIMENSION\_FISICA”

Con el presente modelo se va a obtener la representación de los 9 parámetros con sus respectivos descriptores físicos en todo el asentamiento humano La Flor, a su vez va permitir determinar el Nivel de la Fragilidad Física, el Nivel de la Resiliencia Física y por último determinar el Nivel de la Dimensión Física.

➤ El tercer modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PSOCIALES”

Este modelo va permitir importar datos del Excel (datos tomados en campo) a la plataforma ArcGis y unirla a la base gráfica georreferenciada (lotes), obteniendo como resultado 8 features class georreferenciados o Geodatos; es decir 6 geodatos de la fragilidad social y 2 geodatos de la resiliencia social, los cuales serán almacenados en un Geodatabase.

➤ El cuarto modelo “M\_DIMENSION\_SOCIAL”

La función del presente modelo es obtener la representación de los 8 parámetros con sus respectivos descriptores sociales en todo el asentamiento humano La Flor, a su vez va permitir determinar el Nivel de la Fragilidad Social, el Nivel de la Resiliencia Social y por último determinar el Nivel de la Dimensión Social.

➤ El quinto modelo “M\_VULNERABILIDAD”

El último modelo va realizar la intersección de los datos del Nivel de la Dimensión Física y del Nivel de la Dimensión Social para finalmente obtener el plano del Nivel de Vulnerabilidad Sísmica en el asentamiento humano La Flor.

Nota: Cabe recalcar que para la elaboración correcta de los modelos se toma en cuenta el orden y secuencia de las herramientas de geoprocésamiento con las cuales se van a procesar los datos para su posterior producto.

#### **4.3.1. Aplicación del Model Builder para obtener el Nivel de la Dimensión Física**

Para la elaboración del Primer Modelo se tuvo que tener en cuenta previamente las siguientes pautas:

- Se trasladan los datos de campo de la dimensión física (fichas y encuestas) al software Excel 2016, para aquello se establecen ciertos códigos para los nombres de los descriptores de cada parámetro de la fragilidad y resiliencia física, como se observan en las siguientes tablas:

Tabla 102

Codificación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Física

DENOMINACIÓN DEL PARÁMETRO	CÓDIGO DEL PARÁMETRO	DENOMINACIÓN DEL DESCRIPTOR	CÓDIGO DEL DESCRIPTOR
Principales Elementos Estructurales	ESTRUC	Ninguno	ESTRUC_1
		Cimiento y Muro	ESTRUC_2
		Cimiento, Muro y Columna	ESTRUC_3
		Cimiento, Muro, Columna, Viga	ESTRUC_4
		Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa	ESTRUC_5
Material Predominante en Paredes	PARED	Estera	PARED_1
		Triplay	PARED_2
		Madera	PARED_3
		Adobe	PARED_4
		Ladrillo	PARED_5
Material Predominante en Techos	TECHO	Estera	TECHO_1
		Triplay	TECHO_2
		Calamina	TECHO_3
		Madera	TECHO_4
		Concreto	TECHO_5
Estado de Conservación	CONSERV	Muy Malo	CONSERV_1
		Malo	CONSERV_2
		Regular	CONSERV_3
		Bueno	CONSERV_4
		Muy Bueno	CONSERV_5
Antigüedad	ANTIGU	41 años a más	ANTIGU_1
		31 - 40 años	ANTIGU_2
		21 - 30 años	ANTIGU_3
		11 - 20 años	ANTIGU_4
		0 - 10 años	ANTIGU_5
Pendiente del Terreno	PEND	50 - 80%	PEND_1
		30 - 50%	PEND_2
		20 - 30%	PEND_3
		10 - 20%	PEND_4
		0 - 10%	PEND_5
Número de Pisos	NPIS	5 pisos a más	NPIS_1
		4 pisos	NPIS_2
		3 pisos	NPIS_3
		2 pisos	NPIS_4
		1 piso	NPIS_5
Cargas Vivas	CARGASV	Material de Construcción	CARGASV_1
		Objetos Pesados	CARGASV_2
		Madera Suelta	CARGASV_3
		Tanques Elevados	CARGASV_4
		Ninguno	CARGASV_5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103

Codificación del parámetro y los descriptores de la Resiliencia Física

DENOMINACIÓN DEL PARÁMETRO	CÓDIGO DEL PARÁMETRO	DENOMINACIÓN DEL DESCRIPTOR	CÓDIGO DEL DESCRIPTOR
Reforzamiento de la Vivienda	REF_VIV	No se pretende reforzar	REF_VIV_1
		Se proyecta reforzar a largo plazo	REF_VIV_2
		Se planea reforzar a mediano o corto plazo	REF_VIV_3
		Se empezó a reforzar	REF_VIV_4
		Ya ha sido reforzada	REF_VIV_5

Fuente: Elaboración Propia

- En el software Excel, digitar el número “1” en el código de descriptor que le corresponde al lote, este procedimiento se realizará lote por lote y a su vez para todos los descriptors de todos los parámetros. Cada parámetro debe estar en una hoja del software Excel 2016, con sus 5 descriptors además de la manzana, lote y asociación (denominación), como se observa a continuación:

Tabla 104

*Traslado de datos obtenidos en campo del parámetro Principales Elementos Estructurales al software Excel 2016*

DENOMINACIÓN	MANZANA	LOTE	ESTRUC_1	ESTRUC_2	ESTRUC_3	ESTRUC_4	ESTRUC_5
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	01	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	03	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	04	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	05A	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	06	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	09	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 2 (SECTOR I)	B	01	0	0	0	0	1
AAHH LA FLOR - ETAPA 2 (SECTOR I)	B	03	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

- Luego, la base gráfica de los lotes del Asentamiento Humano La Flor, proporcionada por la Municipalidad Distrital de Carabayllo (formato DWG), debe ser exportada, georreferenciada, editada, actualizada y almacenada en una Geodatabase. en el software Arcmap.

Para importar los datos de campo (excel) en el software Arcmap, se ejecutará el primer modelo denominado “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”, la cual se crea y detalla a continuación:

- En la pestaña Catalog del software Arcmap, se crea una carpeta, seguido de una caja de herramientas (Toolbox), para posteriormente crear el primer Model denominado “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”.
- Para realizar los procesos y la estructura del modelo, se le da click derecho al model “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS” y se selecciona la opción “Edit” (ver Figura 44), la cual va a generar una ventana llamada workspace o espacio de trabajo en donde se desarrollarán los procesos o las secuencias de las herramientas (ver Figura 45).

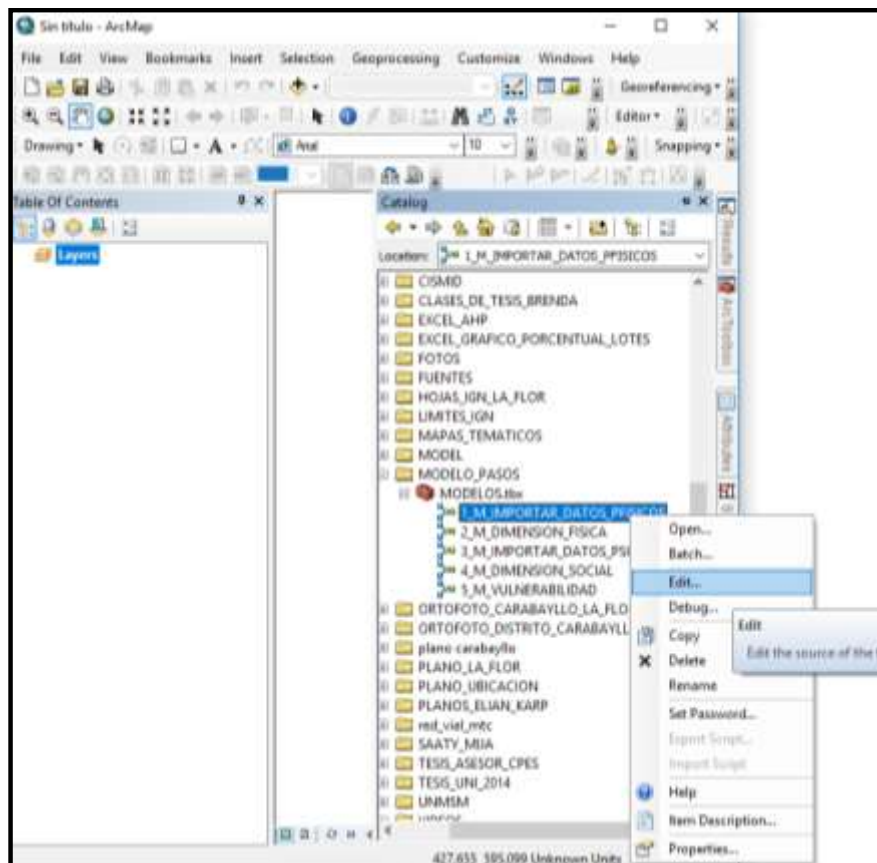


Figura 44. Edición del modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”

Fuente: Elaboración Propia

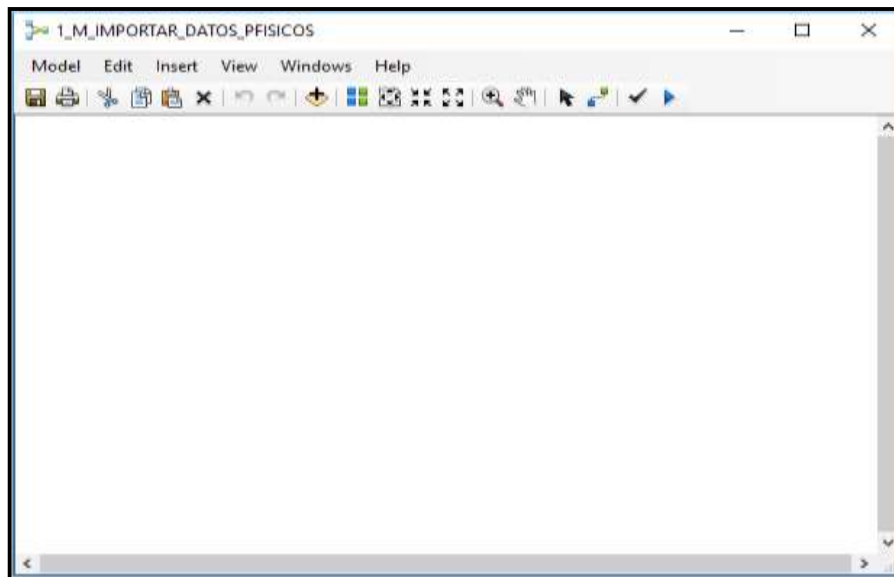


Figura 45. Workspace o Espacio de Trabajo  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.1.1. Aplicación del primer modelo: “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”

Una vez creado el modelo, insertar los features class de “Lotes” y del “Excel” llenado con los datos tomados en campo que corresponden a la dimensión física (1). Como el proceso del modelo se va realizar para los 9 parámetros físicos, se opta por crear una lista, haciendo click derecho en el feature class “Lotes”, seleccionar “Properties” y en la pestaña “General” asignar la opción “A list of values”. La lista del feature class “Lotes” será codificado y exportado, mediante la herramienta “Select”, a la “File Geodatabase” por Default (2).

Para el caso del feature class “Excel”, también se opta por crear una lista, debido que las 9 variables físicas las seguirán el mismo proceso. La herramienta “Excel to Table” va permitir importar al software Arcmap los datos llenados en Excel de cada variable. A su vez son almacenados y codificados en el File Geodatabase por Default (3). Posteriormente, aplicando la herramienta “Join Field”, se unen tabularmente los features class de Lotes y Excel, mediante un campo en común entre ambos features class. Para este caso, el campo en común consta de “Denominación&Manzana&Lote” (4). Finalmente, con la herramienta “Delete Field” se borran los campos que no son necesarios (5), y con la herramienta “Select” se van a

exportar los 9 feature class de la dimensión física a un Geodatabase llamado “MD\_FÍSICO”

(6). Ver Figura 46.

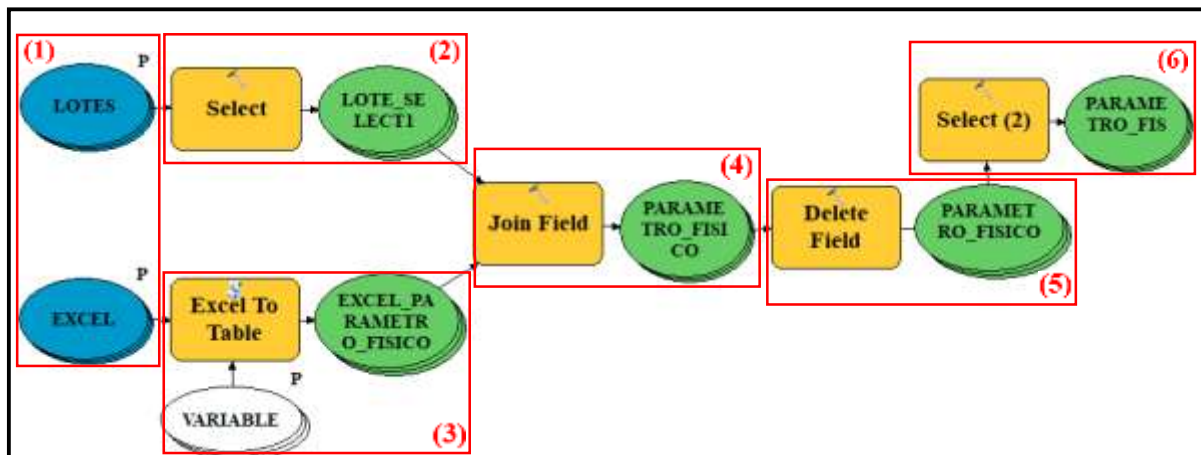


Figura 46. Estructura del modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.1.2. Aplicación del segundo modelo: “M\_DIMENSIÓN\_FÍSICA”

El segundo modelo es creado y aplicado para determinar el nivel de la dimensión física, la fragilidad física, la resiliencia física y los 9 parámetros con sus respectivos descriptores físicos, de los cuales 8 son de la fragilidad física (Principales Elementos Estructurales, Material Predominante en Paredes, Material Predominante en Techos, Estado de Conservación, Antigüedad, Pendiente del Terreno, Número de Pisos y Cargas Vivas) y 1 es de la resiliencia física (Reforzamiento de Vivienda).

### **A. Sub modelo: Generación de los Parámetros de la Fragilidad Física**

En el espacio de trabajo, se insertan los 8 Geodatos de la fragilidad física que fueron resultados del modelo anterior, los cuales van a seguir el mismo proceso individualmente, por lo cual se detalla la secuencia de herramientas del presente modelo en uno de ellos.

#### ➤ Secuencia de procesos del parámetro “Principales Elementos Estructurales”

Con la herramienta “Add Field” se va crear el campo Pdes\_Estr, en la cual se van a calcular los pesos de los descriptores del parámetro (1). Para el nombre de los descriptores de cada parámetro se va crear un campo (Nom\_Des) con la herramienta “Add field” (2). A su vez con la herramienta “Select Layer By Attribute” se va seleccionar los lotes que presenten como característica el primer descriptor (3), y posteriormente con la herramienta “Calculate Field” se calcula el peso (4) y nombre (5) del descriptor. Los pesos de cada descriptor de los parámetros fueron evaluados previamente por la metodología AHP. (Ver cap. 4.2.2.2.2.)

Del mismo modo para los siguientes 4 descriptores se realiza el mismo proceso. Asimismo, se considera que los procesos deben seguir un orden es por ello que existe una precondición entre cada descriptor seleccionado; es decir, una vez terminado la secuencia de procesos de un descriptor empieza con el proceso del siguiente descriptor.

Luego, con “Add Field” se agrega un campo (Ppar\_Estr) para insertar el peso del parámetro (6), a su vez se hace una selección de solo los lotes con viviendas ocupadas con la herramienta “Select Layer By Attribute” (7), se le calcula el peso del parámetro con la herramienta “Calculate Field” (8) y se exporta el parámetro a una Geodatabase mediante la herramienta “Select” (9). Ver Figura 47.

El peso del parámetro se evaluó previamente con la metodología AHP (ver Tabla 14).



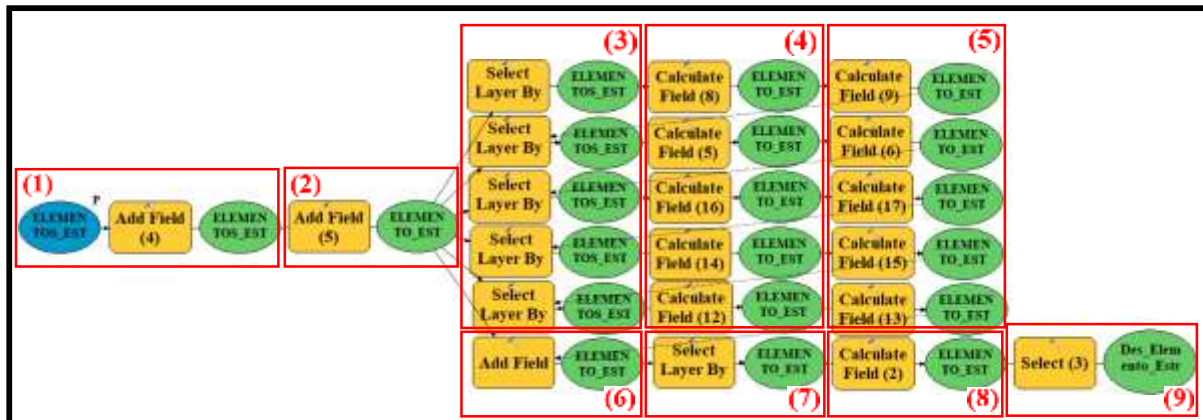


Figura 47. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Principales Elementos Estructurales  
Fuente: Elaboración Propia

Los mismos procesos se van a realizar para los otros 7 parámetros que son parte de la fragilidad física, como se muestra en la Figura 48.

#### Resultados del Submodelo:

Asimismo, mediante la aplicación de este modelo se van a generar 8 planos, donde se representan e identifican los 8 parámetros de la fragilidad física con sus respectivos descriptores presentes en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo. Ver Plano N° 02 al Plano N° 09.

Además, en los planos se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada parámetro de la fragilidad física identificados en el área de estudio.

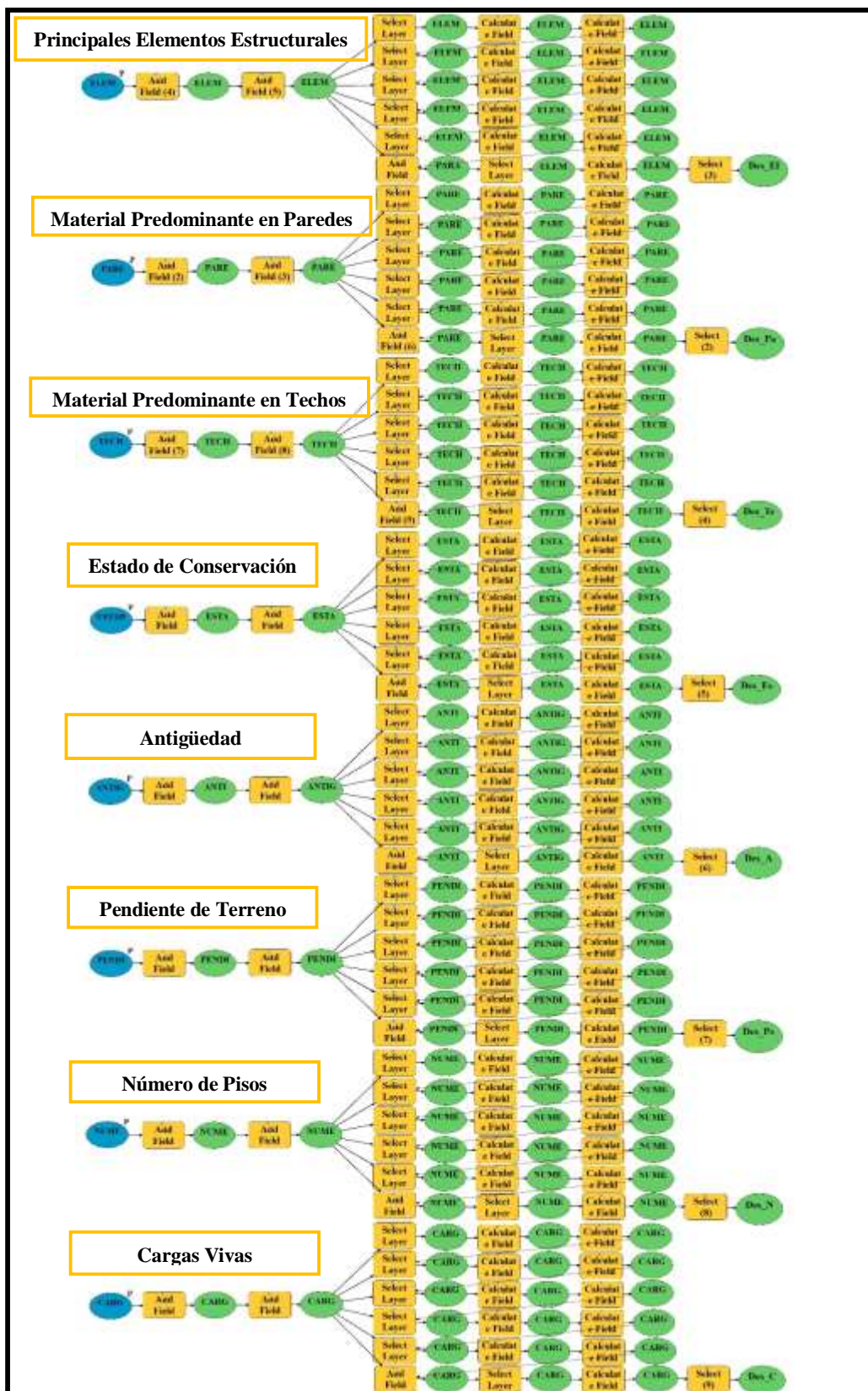
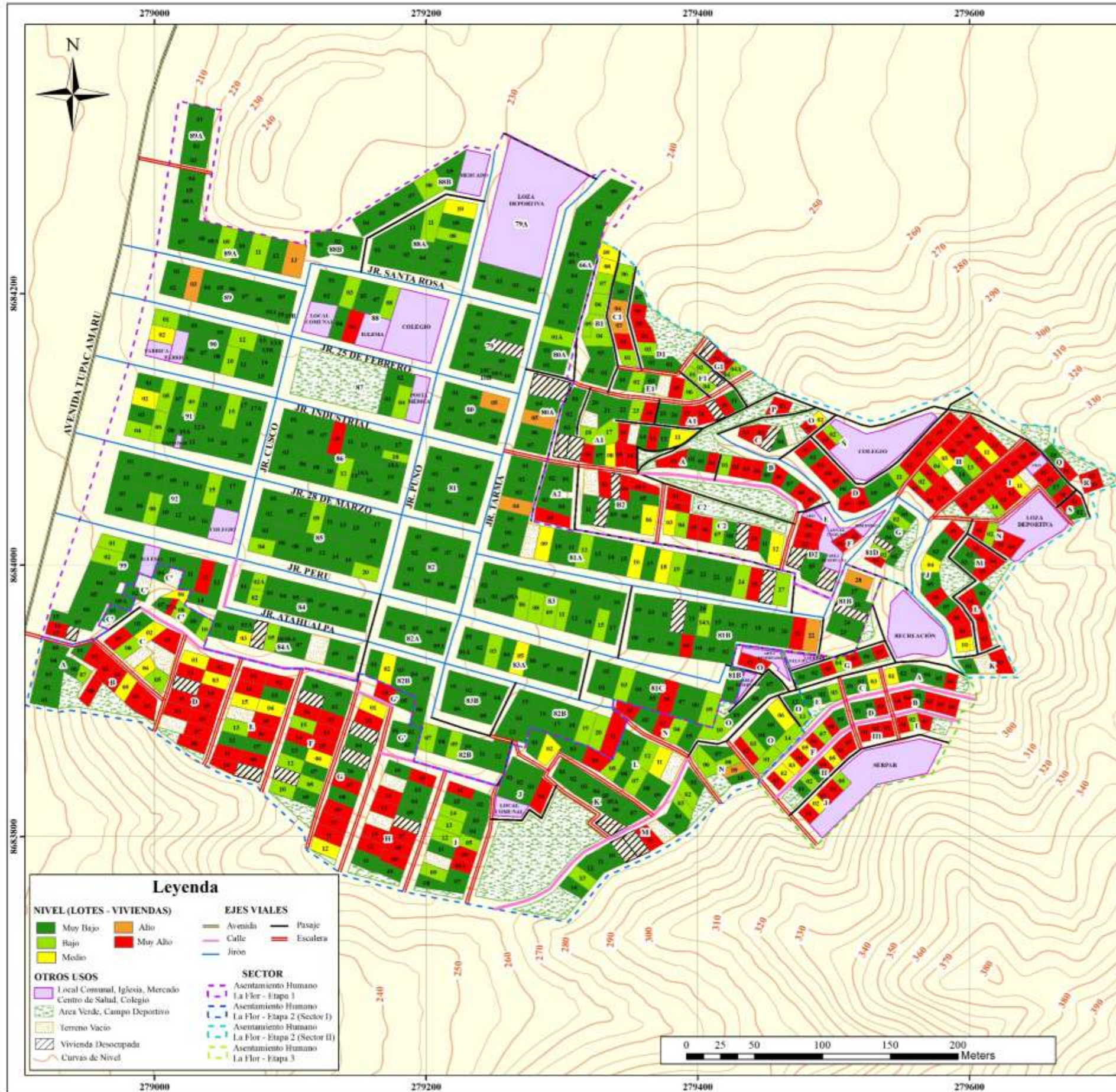


Figura 48. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Fragilidad Física.  
Fuente: Elaboración Propia





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	CIMIENTO, MURO, COLUMNA, VIGA Y LOSA	459	56.67
Verde claro	Bajo	CIMIENTO, MURO, COLUMNA Y VIGA	110	13.58
Amarillo	Medio	CIMIENTO, MURO Y COLUMNA	43	5.31
Naranja	Alto	CIMIENTO Y MURO	10	1.23
Rojo	Muy Alto	NINGUNO	188	23.21
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

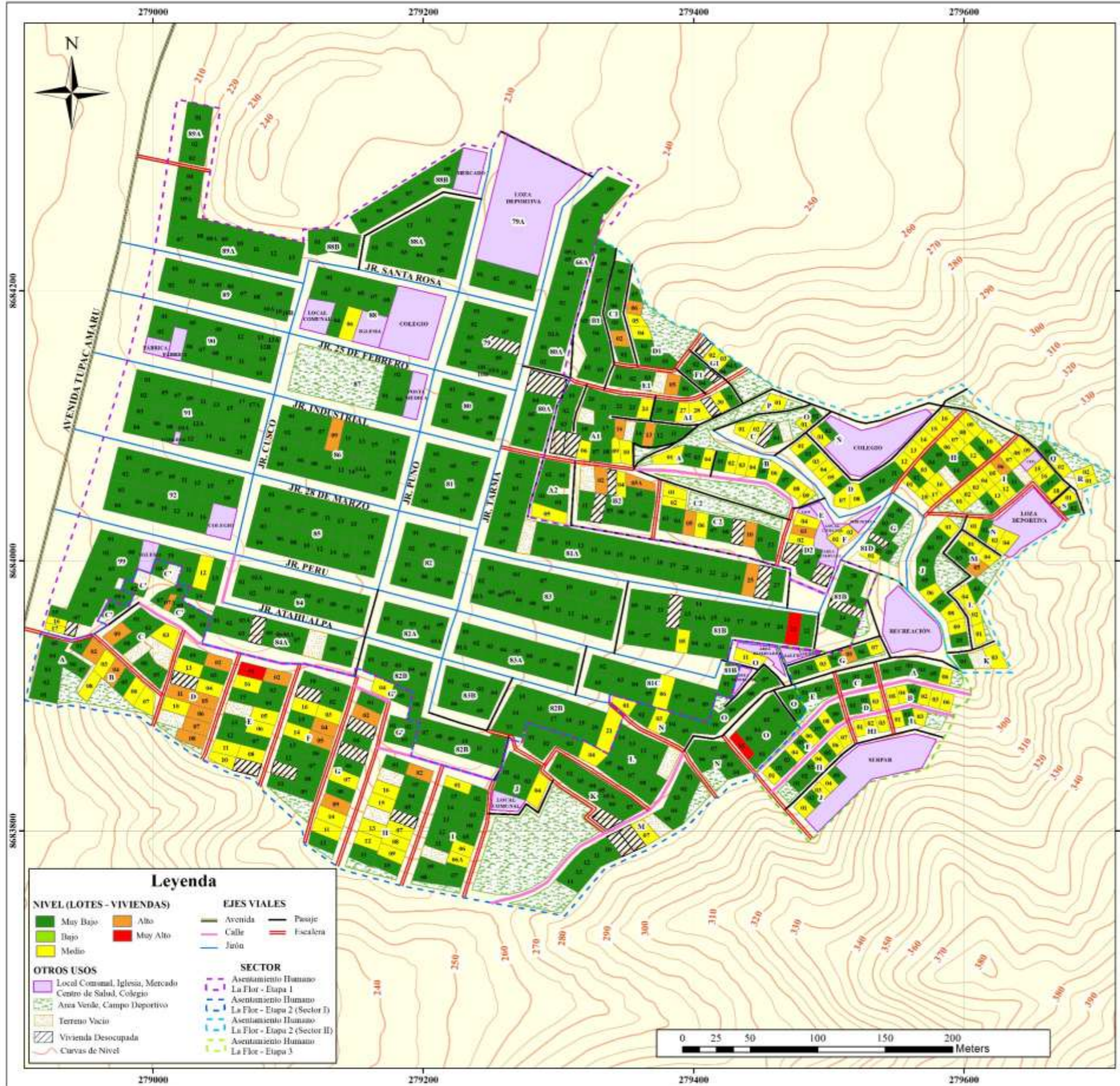
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>02</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº LOTES	% LOTES
Verde Oscuro	Muy Bajo	LADRILLO	622	76.79
Verde Claro	Bajo	ADOBE	0	0
Amarillo	Medio	MADERA	154	19.01
Naranja	Alto	TRIPLAY	31	3.83
Rojo	Muy Alto	ESTERA	3	0.37
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo (Verde Oscuro)
- Bajo (Verde Claro)
- Medio (Amarillo)
- Alto (Naranja)
- Muy Alto (Rojo)

**EJES VIALES**

- Avenida (Línea gruesa)
- Calle (Línea normal)
- Paseje (Línea delgada)
- Escalera (Línea con rayas)
- Juñ (Línea con puntos)

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado (Línea punteada)
- Centro de Salud, Colegio (Línea con triángulos)
- Área Verde, Campo Deportivo (Línea con círculos)
- Terreno Vicio (Línea con triángulos invertidos)
- Vivienda Desocupada (Línea con triángulos)
- Cuervas de Nivel (Línea con números)

**SECTOR**

- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 1 (Línea punteada)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I) (Línea con triángulos)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II) (Línea con triángulos invertidos)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3 (Línea con triángulos)

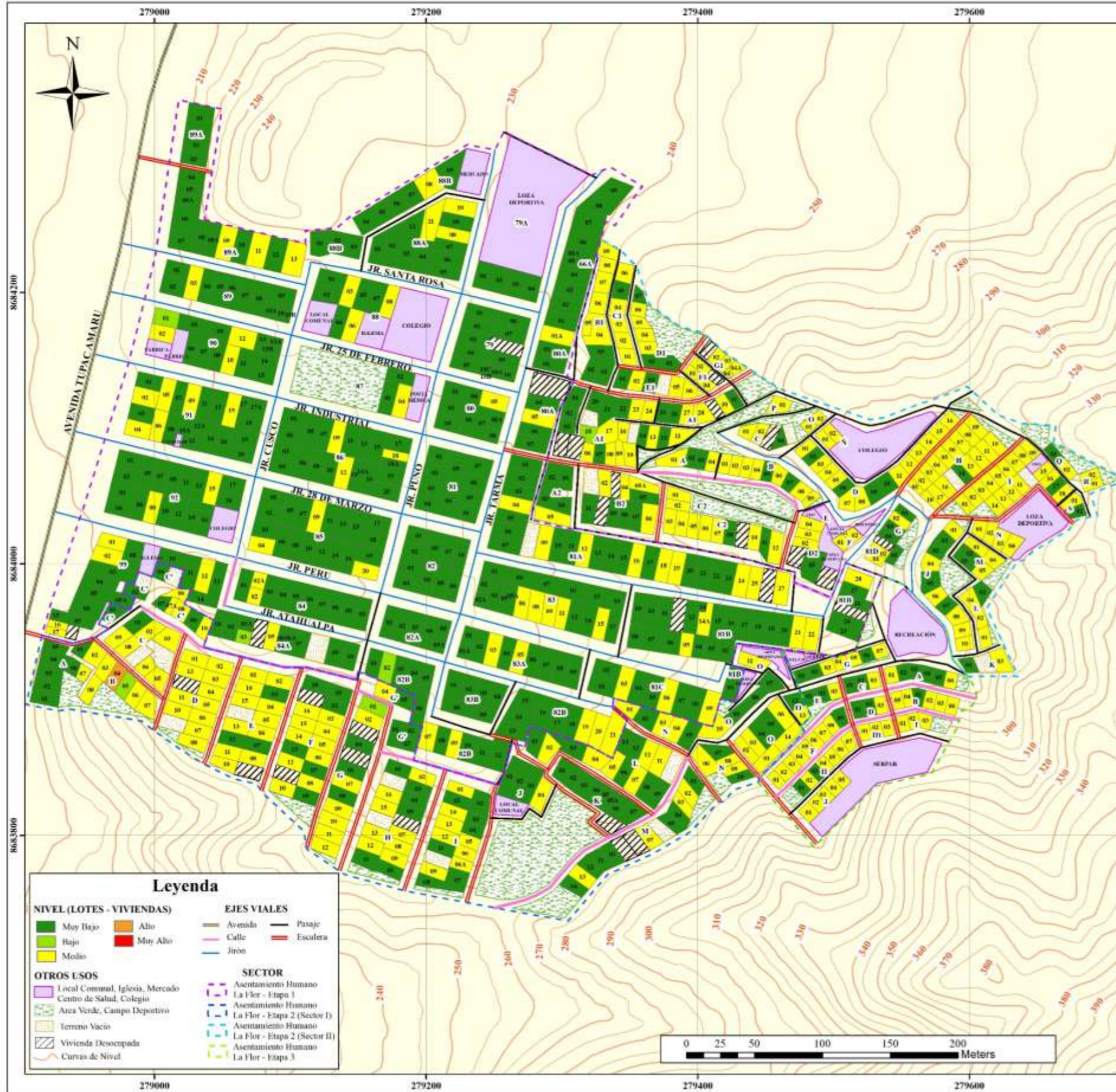
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL PARÁMETRO "MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES"**

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO Nº
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 400	<b>03</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	CONCRETO	459	56.67
Verde claro	Bajo	MADERA	6	0.74
Amarillo	Medio	CALAMINA	344	42.47
Naranja	Alto	TRIPLAY	1	0.12
Rojo	Muy Alto	ESTERA	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

**EJES VIALES**

- Avenida
- Calle
- Jirón
- Pasaje
- Escalera

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado
- Centro de Salud, Colegio
- Area Verde, Campo Deportivo
- Terreno Vacío
- Vivienda Desocupada
- Curvas de Nivel

**SECTOR**

- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 1
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 2 (Sector I)
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 2 (Sector II)
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 3

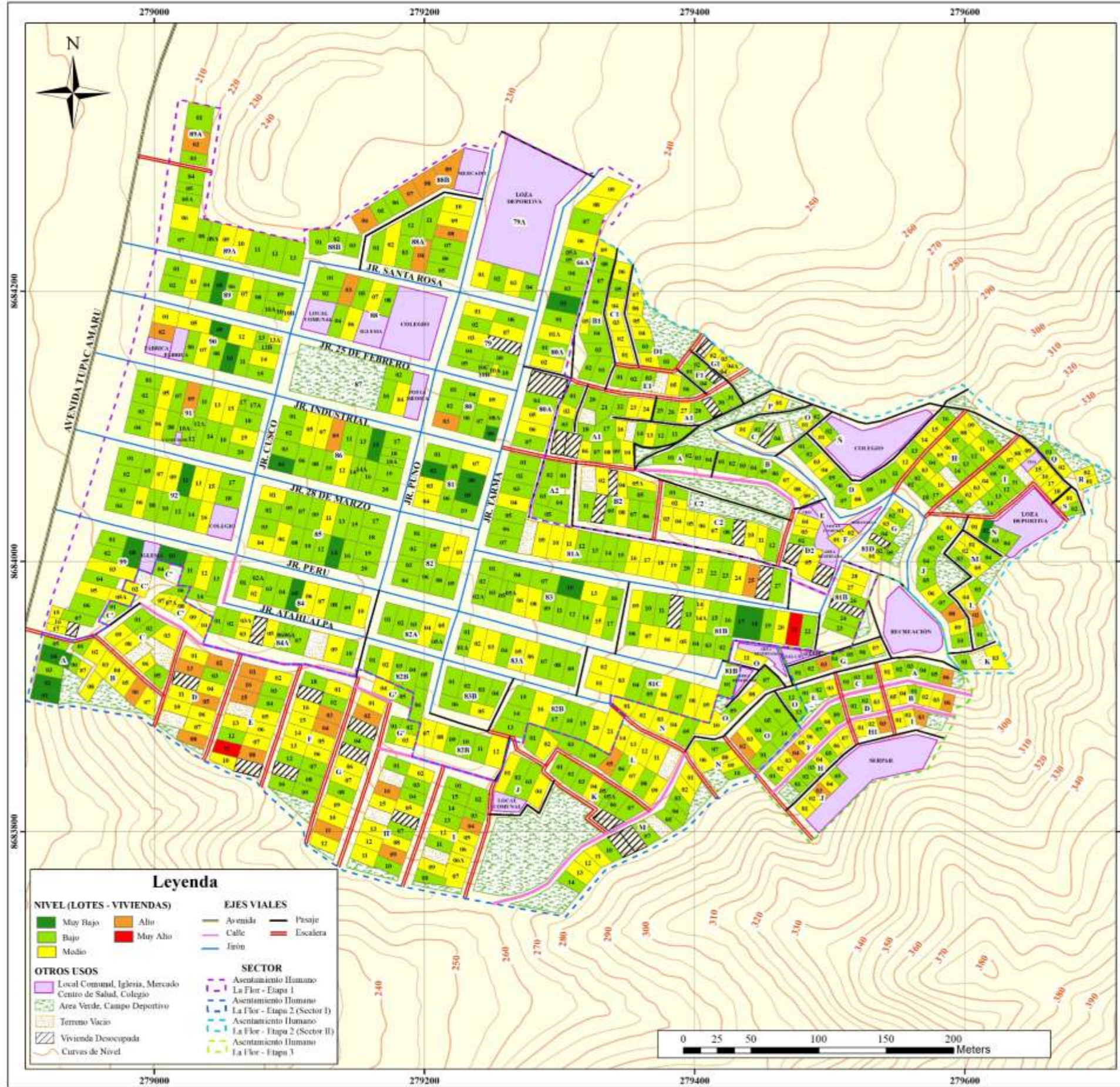
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOGRAFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS"

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>04</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
■	Muy Bajo	MUY BUENO	22	2.72
■	Bajo	BUENO	438	54.07
■	Medio	REGULAR	308	38.02
■	Alto	MALO	40	4.94
■	Muy Alto	MUY MALO	2	0.25
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Legenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

**EJES VIALES**

- Avenida
- Calle
- Tirón
- Paseje
- Escalera

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado
- Centro de Salud, Colegio
- Area Verde, Campo Deportivo
- Terreno Vacío
- Vivienda Desocupada
- Curvas de Nivel

**SECTOR**

- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 1
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 2 (Sector I)
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 2 (Sector II)
- Asentamiento Humano
- La Flor - Etapa 3

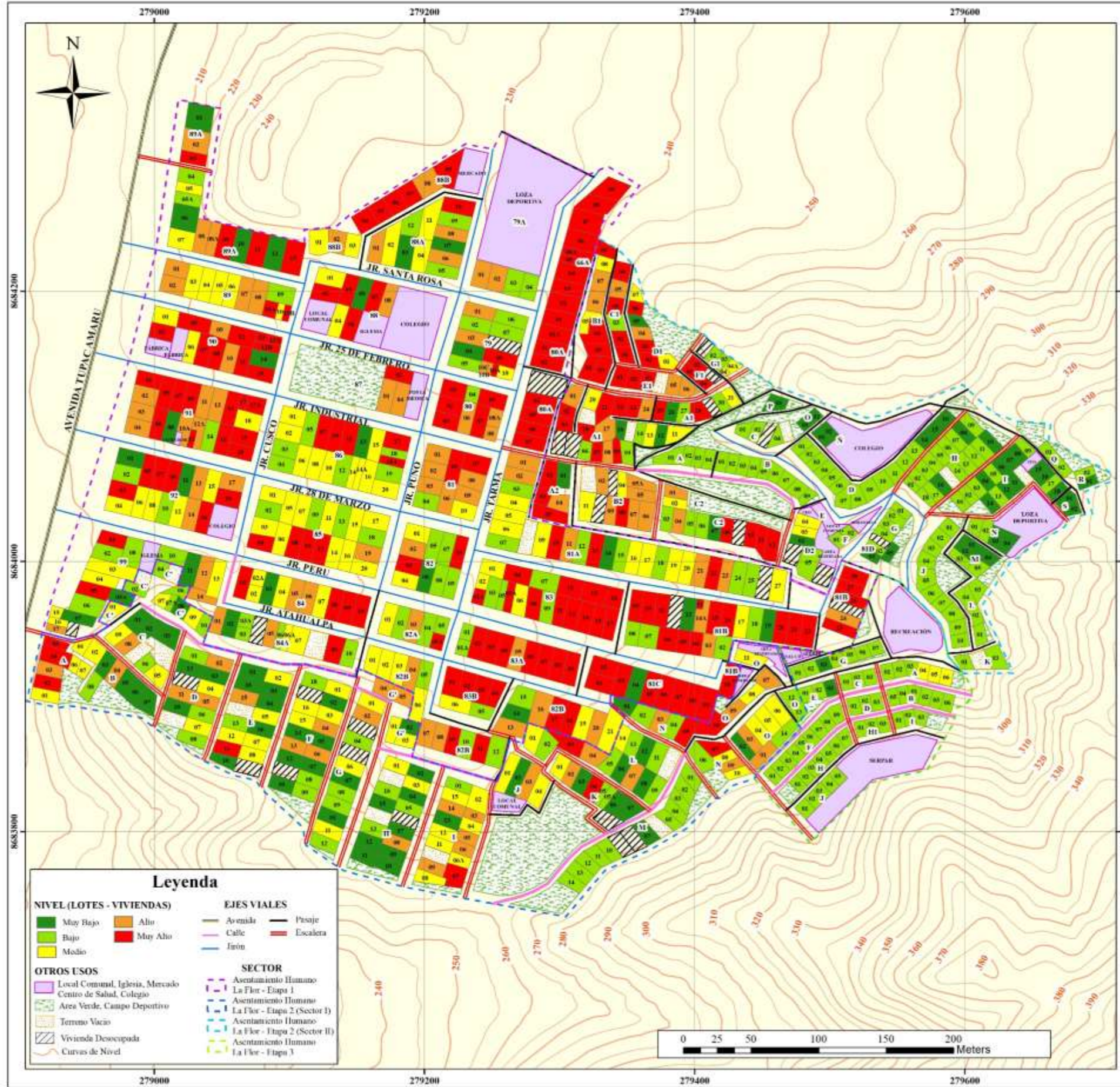
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "ESTADO DE CONSERVACIÓN"

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>05</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Green	Muy Bajo	0 - 10 AÑOS	109	13.46
Light Green	Bajo	11 - 20 AÑOS	251	30.98
Yellow	Medio	21 - 30 AÑOS	144	17.78
Orange	Alto	31 - 40 AÑOS	115	14.20
Red	Muy Alto	41 AÑOS A MÁS	191	23.58
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

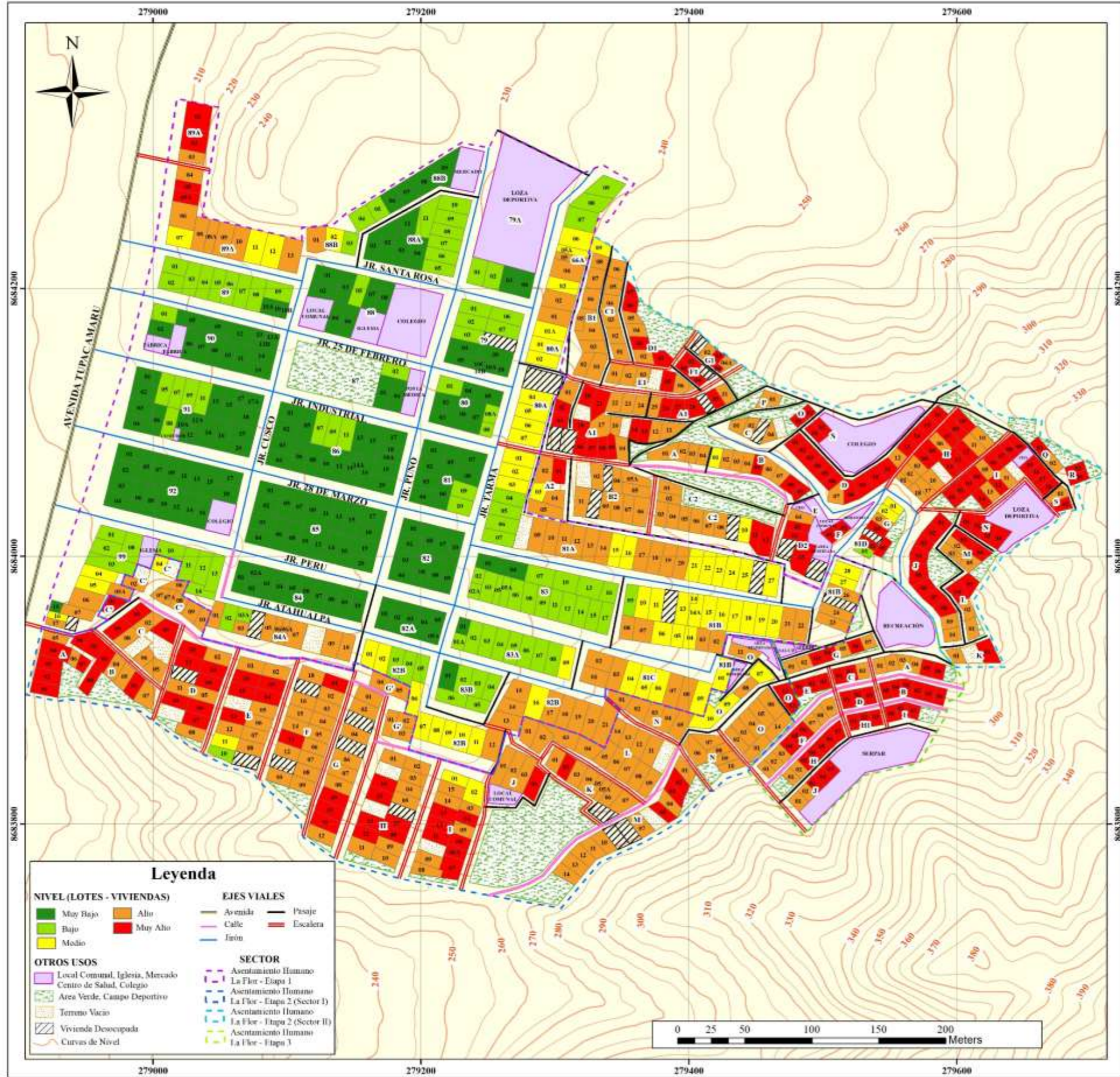
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "ANTIGÜEDAD"

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>06</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GOMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	Nº LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	0 - 10%	164	20.25
Verde claro	Bajo	10 - 20%	96	11.85
Amarillo	Medio	20 - 30%	72	8.89
Naranja	Alto	30 - 50%	287	35.43
Rojo	Muy Alto	50 - 80%	191	23.58
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

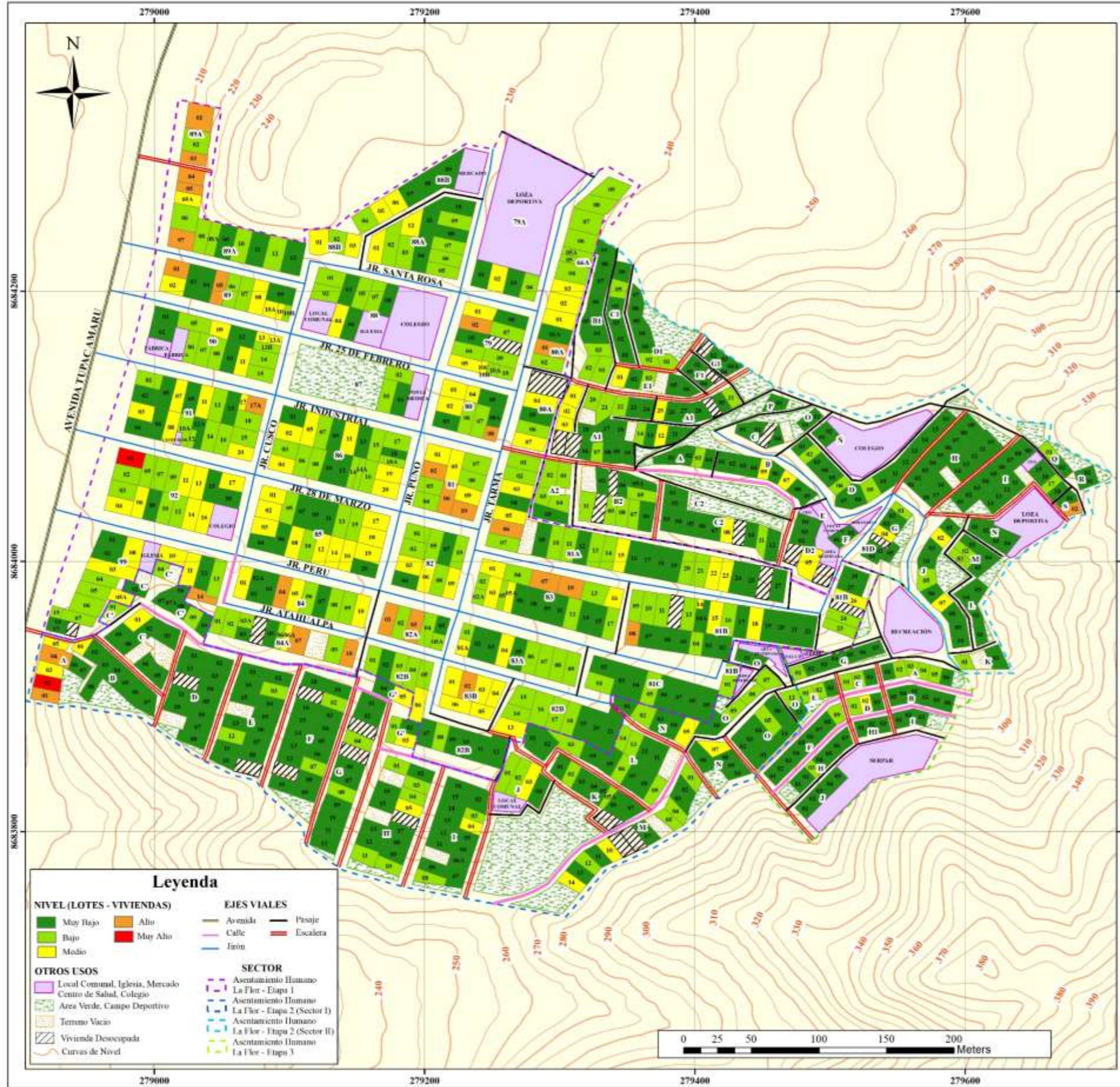
TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO		"PENDIENTE DEL TERRENO"				PLANO Nº
DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>07</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	1 PISO	432	53.33
Verde claro	Bajo	2 PISOS	227	28.02
Amarillo	Medio	3 PISOS	121	14.94
Naranja	Alto	4 PISOS	28	3.46
Rojo	Muy Alto	5 PISOS A MÁS	2	0.25
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

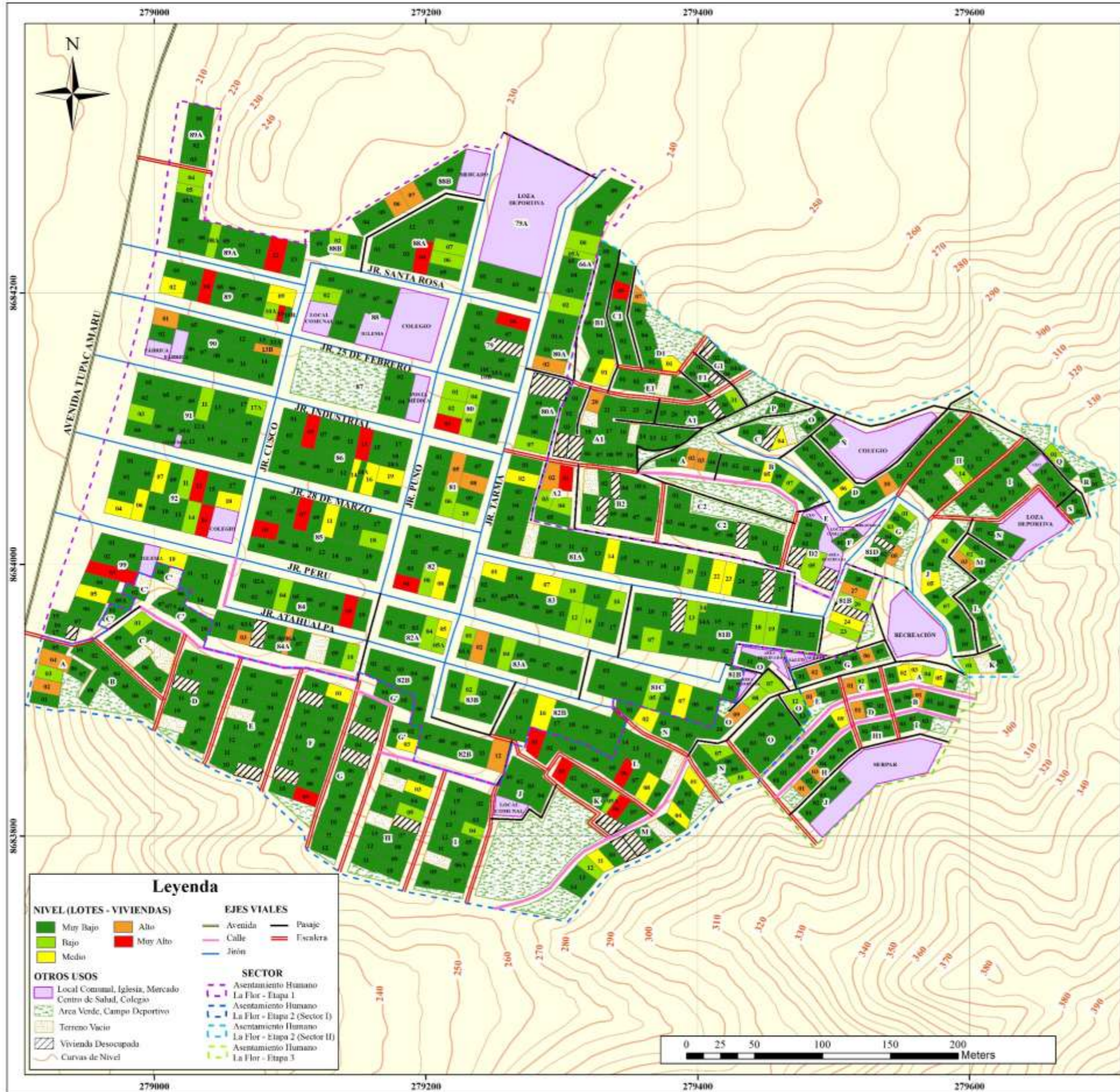
TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO		"NÚMERO DE PISOS"				
DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N° <b>08</b>
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	NINGUNO	645	79.62
Verde claro	Bajo	TANQUES ELEVADOS	71	8.77
Amarillo	Medio	MADERAS SUELTAS	41	5.06
Naranja	Alto	OBJETOS PESADOS	31	3.83
Rojo	Muy Alto	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	22	2.72
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "CARGAS VIVAS"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>09</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLO			



### **B. Sub modelo: Generación del nivel de la fragilidad física**

Se realiza la intersección de todos los parámetros de la Fragilidad Física, que se obtuvieron como producto del modelo anterior empleando la herramienta “Intersect” (1). Se crea un campo (VAL\_FFIS) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la fragilidad física mediante la herramienta “Calculate Field” (3). La fórmula para calcular el Valor de la Fragilidad Física es la siguiente:

$$VFF = PP_1 \times PDP_1 + PP_2 \times PDP_2 + \dots + PP_8 \times PDP_8$$

Donde; PP<sub>1</sub>: Peso del Parámetro N°1, PDP<sub>1</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 1, PP<sub>2</sub>: Peso del Parámetro N° 2, PDP<sub>2</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 2, PP<sub>8</sub>: Peso del Parámetro N° 8, PDP<sub>8</sub>: Peso Descriptor Parámetro N° 8.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_VFF) en la cual se va insertar el Nivel de la fragilidad física (4). Para aquello, con la herramienta “Select” se va a realizar la selección de lotes (5) de acuerdo a los rangos del valor de la fragilidad física que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 49), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” el Nivel de la fragilidad física que le corresponde a los lotes (6). Luego se aplica la herramienta “Merge” para unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7). Con la herramienta “Add Field” (8), se crea un campo (PFACT\_FF) en la cual se va calcular el peso de la fragilidad física mediante la herramienta “Calculate Field” (9) y seguidamente con la herramienta “Select” se va exportar a una geodatabase (10). Ver Figura 57.

Se considera a criterio propio, que la fragilidad y la resiliencia física tienen el mismo nivel de importancia por lo cual se le designa 0.5 de peso para cada factor.

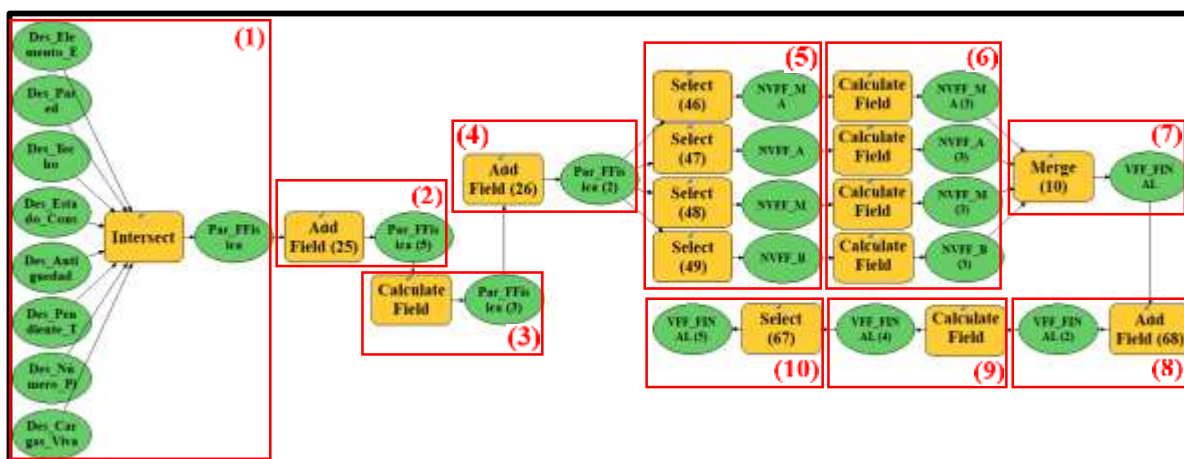
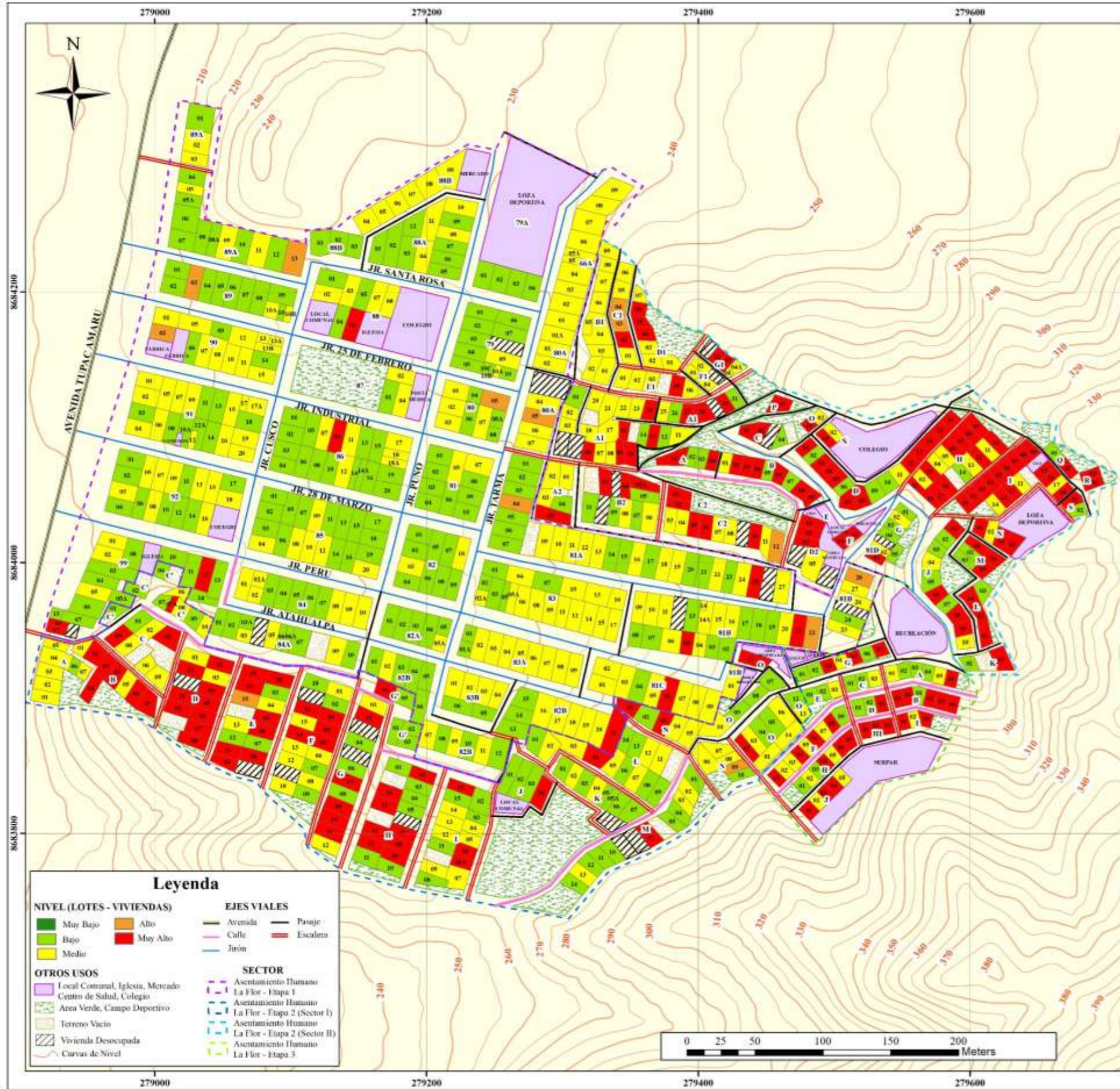


Figura 50. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Fragilidad Física  
Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la fragilidad física, donde se representan e identifican la intersección de los 8 parámetros evaluados en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 10). Asimismo, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la fragilidad física encontrados en el área de estudio.





RANGO	NIVEL DE LA FRAGILIDAD FÍSICA	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
2.000 > V > 2.000	Muy Alto	Los Principales Elementos Estructurales "Columna y Muro / Columna y Muro y Columna", con paredes de "Trinche / Madera", con un Estado de Conservación "Muy Buena / Buena", una Antigüedad de "31 - 40 años", una Pendiente del Terreno de "30 - 35%", una Elevación de "3 pisos / 2 - 3 pisos", con Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados / Maderas sueltas".	98	13,31
1.000 > V > 0.200	Alto	Los Principales Elementos Estructurales "Columna y Muro / Columna, Muro y Columna", con paredes de "Trinche / Madera", con un Estado de Conservación "Buena / Buena", una Antigüedad de "31 - 40 años / 21 - 30 años", con Pendiente del Terreno de "30 - 35% / 20 - 30%", una Elevación de "3 pisos / 3 pisos", con Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados / Maderas sueltas".	13	1,48
0.600 > V > 0.100	Medio	Los Principales Elementos Estructurales "Columna, Muro y Columna / Columna, Muro, Columna y Viga", con paredes de "Madera / Adobe", con un Estado de Conservación "Buena / Buena", una Antigüedad de "21 - 30 años / 11 - 20 años", con Pendiente del Terreno de "20 - 30% / 10 - 20%", una Elevación de "3 pisos / 2 pisos", con Cargas vivas de "Maderas sueltas / Jambes Elevados".	311	38,40
0.300 > V > 0.000	Bajo	Los Principales Elementos Estructurales "Columna, Muro, Columna y Viga / Columna, Muro, Columna, Viga y Losa", con paredes de "Adobe / Ladrillo", con un Estado de Conservación "Buena / Buena", una Antigüedad de "11 - 20 años / 6 - 10 años", con Pendiente del Terreno de "10 - 20% / 0 - 10%", una Elevación de "2 pisos / 1 piso", con Cargas vivas de "Jambes Elevados / Ninguno".	298	36,78
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
810	810	00

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL "NIVEL DE LA FRAGILIDAD FÍSICA"					
DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO	<b>10</b>	



### **C. Sub modelo: Generación del parámetro de la resiliencia Física**

Para la resiliencia física se consideró un solo parámetro a evaluar: Reforzamiento de Vivienda. En este parámetro con la herramienta “Add Field” se va crear el campo Pdes\_Refv, en la cual se van a calcular los pesos de los descriptores del parámetro (1). Para el nombre de los descriptores del presente parámetro se va crear un campo (Nom\_Des) con la herramienta “Add field” (2). Con la herramienta “Select Layer By Attribute” se va seleccionar los lotes que presenten como característica el primer descriptor (3), y posteriormente mediante la herramienta “Calculate Field” se calcula el peso (4) y nombre (5) del descriptor. Los pesos de cada descriptor de los parámetros fueron evaluados previamente por la metodología AHP (ver cap. 4.2.2.2.3.).

Del mismo modo para los siguientes 4 descriptores se realiza el mismo proceso. Se considera que los procesos deben seguir un orden es por ello que existe una precondition entre cada descriptor seleccionado; es decir, una vez terminado la secuencia de procesos de un descriptor empieza con el proceso del siguiente descriptor. Luego, con “Add Field” se agrega un campo (Ppar\_Refv) para insertar el peso del parámetro (6), a su vez se hace una selección de solo los lotes con viviendas ocupadas con la herramienta “Select Layer By Attribute” (7), se le calcula el peso del parámetro con la herramienta “Calculate Field” (8) y se exporta el parámetro a una Geodatabase mediante la herramienta “Select” (9). Ver Figura 59.

El peso del parámetro se evaluó previamente con la metodología AHP (ver cap. 4.2.2.2.3.).

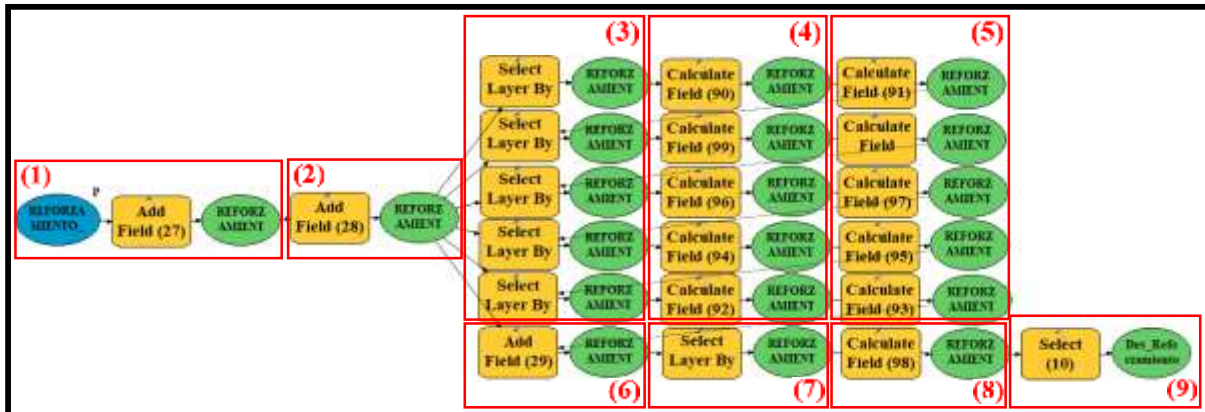


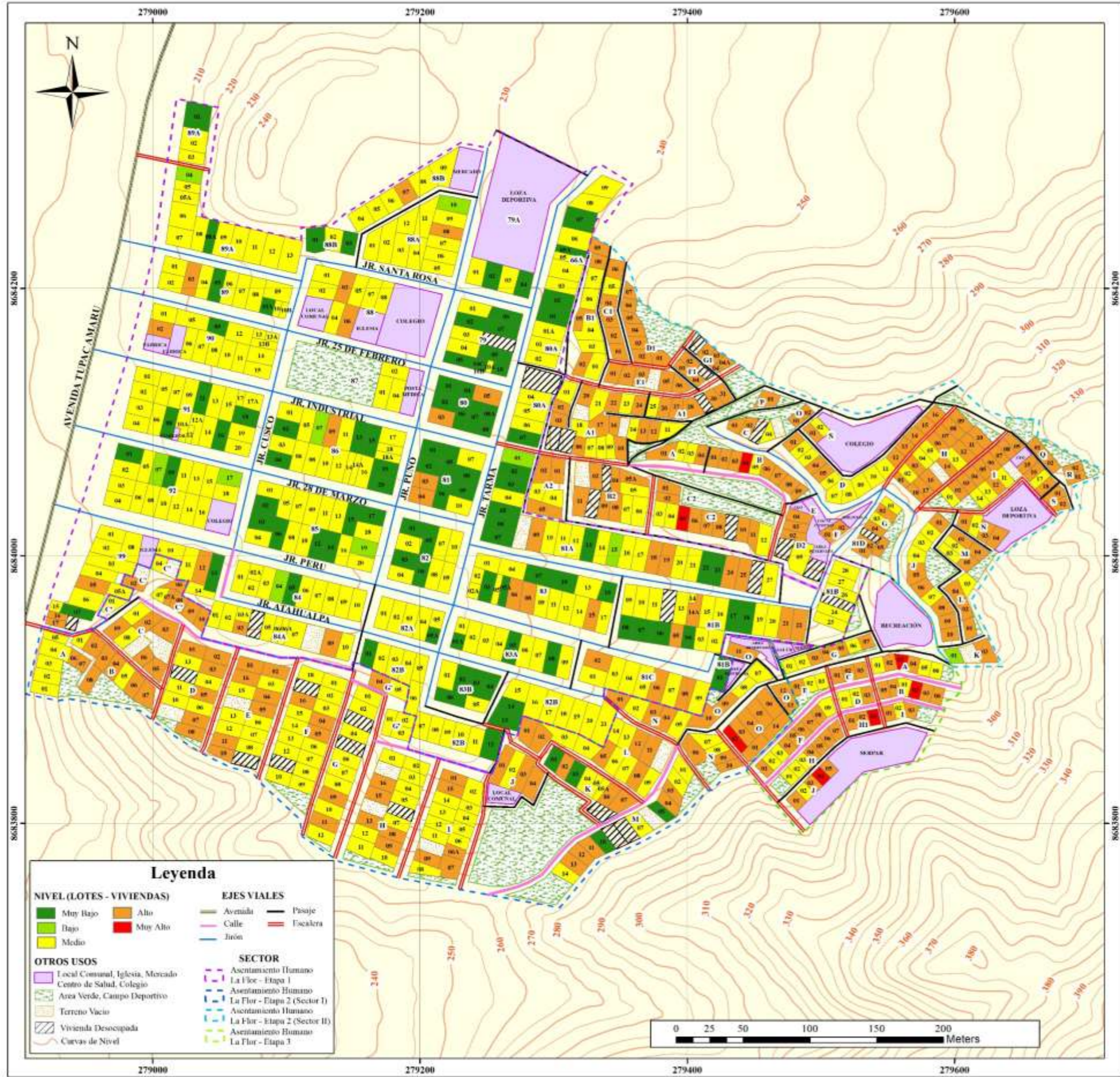
Figura 51. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Reforzamiento de Vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Resultado del Submodelo:

Mediante la aplicación de este modelo se obtiene el plano del parámetro Reforzamiento de Vivienda, donde se representan e identifican lotes con características propias de los descriptores del parámetro evaluado presentes en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 11). Además, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a los descriptores del parámetro de Reforzamiento de vivienda identificados en el área de estudio.





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde	Muy Bajo	YA HA SIDO REFORZADA	97	11.98
Verde claro	Bajo	SE EMPEZÓ A REFORZAR	10	1.23
Amarillo	Medio	SE PLANEA REFORZAR A MEDIANO O CORTO PLAZO	410	50.62
Naranja	Alto	SE PROYECTA REFORZAR A LARGO PLAZO	286	35.31
Rojo	Muy Alto	NO SE PRETENDE REFORZAR	7	0.86
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo (Verde)
- Bajo (Verde claro)
- Medio (Amarillo)
- Alto (Naranja)
- Muy Alto (Rojo)

**EJES VIALES**

- Avenida (Línea roja)
- Calle (Línea azul)
- Jirón (Línea verde)
- Paseo (Línea negra)
- Fisiclera (Línea roja)

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado, Centro de Salud, Colegio (Línea morada)
- Area Verde, Campo Deportivo (Línea verde)
- Terreno Vacío (Línea gris)
- Vivienda Desocupada (Línea roja)
- Curvas de Nivel (Línea roja)

**SECTOR**

- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 1 (Línea morada)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I) (Línea azul)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II) (Línea verde)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3 (Línea morada)



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "REFORZAMIENTO DE VIVIENDA"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>11</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH, ERICK GOMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



#### **D. Sub modelo: Generación del nivel de la resiliencia física**

Con la herramienta Select se va exportar el parámetro evaluado al Geodatabase por Default (1), debido que ahí se recomienda realizar los procesos intermedios. Se crea un campo (VAL\_RFIS) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la resiliencia física mediante la herramienta “Calculate Field” (3). La fórmula para calcular el Valor de la Resiliencia Física es la siguiente:

$$\text{VRF} = \text{PP}_1 \times \text{PDP}_1,$$

Donde; VRF: Valor Resiliencia Física, PP<sub>1</sub>: Peso Parámetro N° 1, PDP<sub>1</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 1.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_VRF) en la cual se va insertar el Nivel de la resiliencia física (4). Para aquello, con la herramienta “Select” (5) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la resiliencia física que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 55), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (6), el Nivel de la resiliencia física que le corresponde a los lotes. Luego se aplica la herramienta “Merge” para unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7). Con la herramienta “Add Field” (8), se crea un campo (PFACT\_RF) en la cual se va calcular el peso de la resiliencia física mediante la herramienta “Calculate Field” (9) y seguidamente con la herramienta “Select” se va exportar a una geodatabase (10). Ver Figura 61.

Como se mencionó anteriormente, se considera a criterio propio, que la ponderación de la fragilidad y la resiliencia física tienen el mismo nivel de importancia, es decir 50% cada uno.

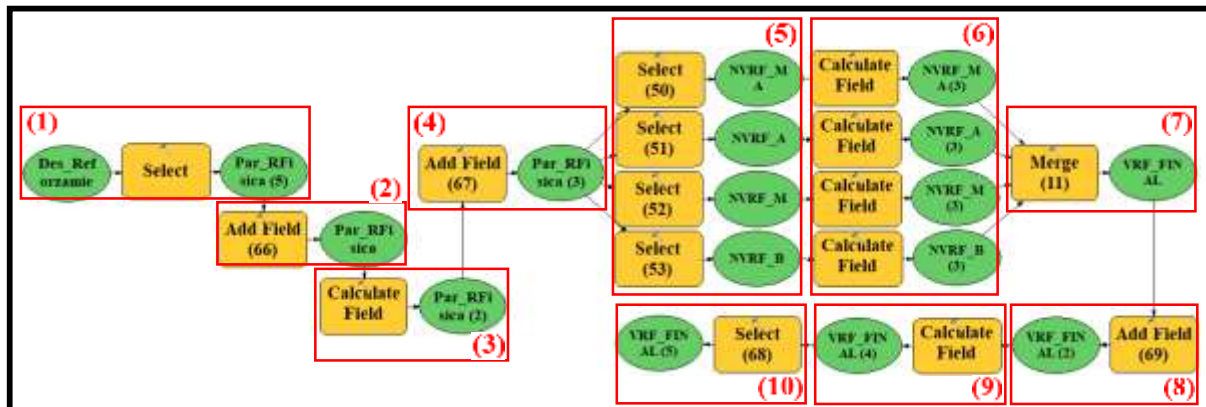
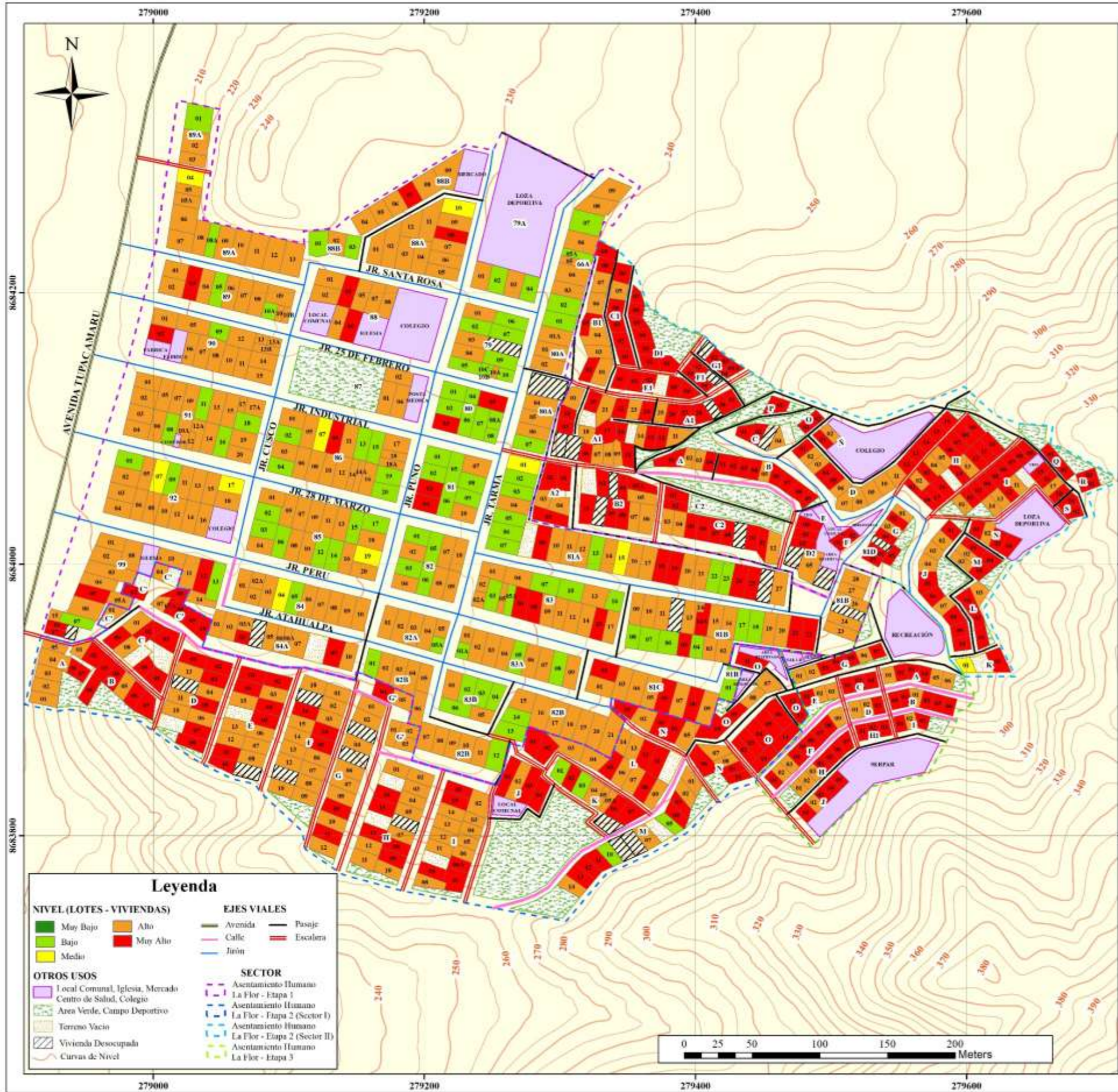


Figura 52. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Resiliencia Física  
Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la resiliencia física, donde se representan e identifican lotes con los niveles de este factor evaluado (Ver Plano N° 12). Asimismo, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la resiliencia física encontrados en el área de estudio.





RANGO	NIVEL DE LA RESILIENCIA FÍSICA	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
0.00 <V< 0.010	Muy Alto	Reforzamiento de la Vivienda "Se va a terminar refuerzo" / "Se proyecta refuerzo a largo plazo"	200	20.00
0.120 <V< 0.150	Alto	Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta refuerzo a largo plazo" / "Se plantea refuerzo a mediano o corto plazo"	410	40.62
0.060 <V< 0.120	Medio	Reforzamiento de la Vivienda "Se plantea refuerzo a mediano o corto plazo" / "Se empezó a reforzar"	10	1.23
0.004 <V< 0.060	Bajo	Reforzamiento de la Vivienda "Se empezó a reforzar" / "Ya ha sido reforzada"	97	11.98
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
810	810	0

**Leyenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy Alto

**EJES VIALES**

- Avenida
- Calle
- Jirón
- Pasejo
- Escalera

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado
- Centro de Salud, Colegio
- Área Verde, Campo Deportivo
- Terreno Vacío
- Vivienda Desocupada
- Curvas de Nivel

**SECTOR**

- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 1
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL "NIVEL DE LA RESILIENCIA FÍSICA"**

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1:2 000	<b>12</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



### E. Sub modelo: Generación del Nivel de la Dimensión Física

Empleando la herramienta “Intersect” se realiza la intersección de la Fragilidad Física y de Resiliencia Física (1).

Se crea un campo (VAL\_DFIS) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la dimensión física mediante la herramienta “Calculate Field” (3).

La fórmula para calcular el Valor de la Dimensión Física es la siguiente:

$$VDF = VFF*PFF + VRF*PRF$$

Donde; VDF: Valor Dimensión Física, VFF: Valor Fragilidad Física, PFF: Peso Fragilidad Física, VRF: Valor Resiliencia Física, PRF: Peso Resiliencia Física.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_DF) en la cual se va insertar el Nivel de la Dimensión física (4). Para aquello, con la herramienta “Select” (5) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la dimensión física que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 57), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (6), el Nivel de la dimensión física que le corresponde a los lotes.

Al aplicar la herramienta “Merge” se van a unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7), y a continuación con la herramienta “Select” se exporta el feature class resultante (Nivel de la Dimensión Física) a una geodatabase (8). Ver Figura 63.

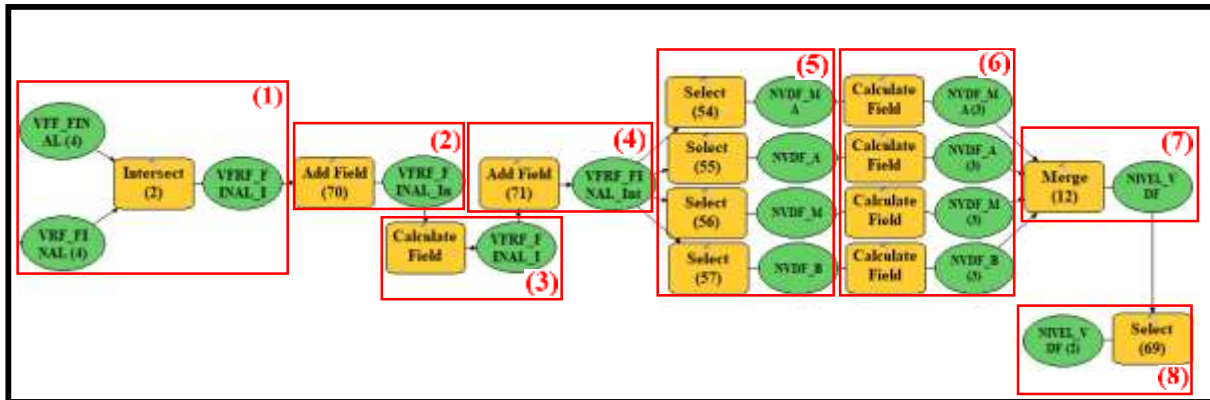


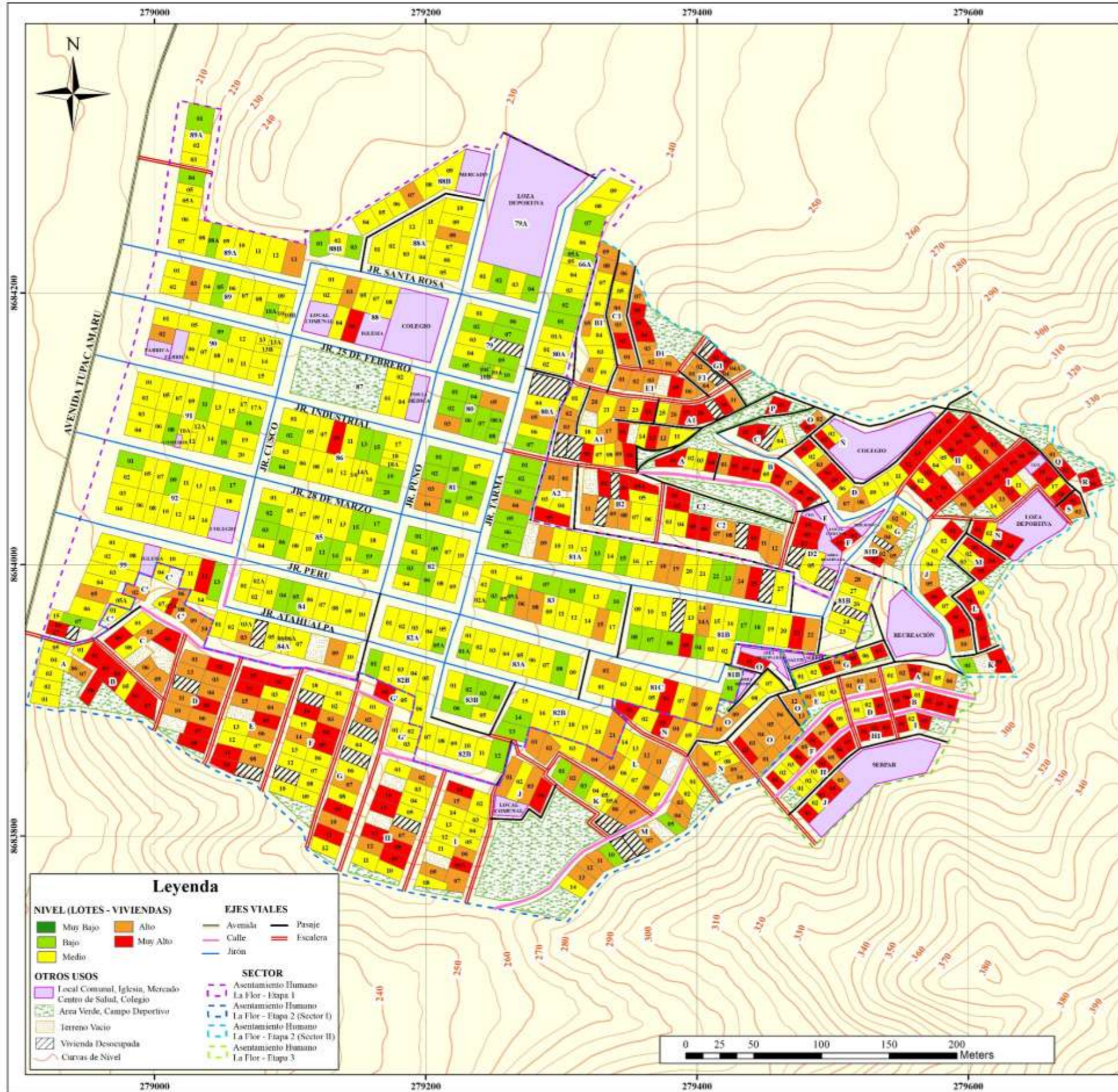
Figura 53. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Dimensión Física

Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la dimensión física, donde se representan e identifican la intersección de los 2 factores: fragilidad y resiliencia física, evaluados en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 13). Además, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la dimensión física encontrados en el área de estudio.





RANGO	NIVEL DE LA DIMENSIÓN FÍSICA	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
0.00 < V < 0.010	Muy Bajo	Los Principales Elementos Estructurales "Sistema - Columna y Muro" con paredes de "Ladrillo - Tronco" con "Cemento - Concreto" con un Estado de Conservación "Bueno - Muy Bueno" con Antigüedad de "15 años a más" / "20 años" con Pendiente del Terreno de "10 - 20%" / "20 - 30%" una elevación de "3 pisos / 3 pisos" con Cargas vivas de "Madera suelta" con Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo" / "Se proyecta reforzar a mediano o corto plazo" / "Se proyecta reforzar a largo plazo"	100	12.11
0.010 < V < 0.020	Bajo	Los Principales Elementos Estructurales "Cimiento y Muro - Cimiento, Muro y Columna" con paredes de "Ladrillo / Madera" con Techo de "Dipity - Calamina" con un Estado de Conservación "Malo / Regular" una Antigüedad de "31 - 40 años" / "21 - 30 años" con Pendiente del Terreno de "30 - 50%" / "20 - 30%" una elevación de "3 pisos / 3 pisos" con Cargas vivas de "Todo tipo de objetos pesados - Madera suelta" con Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a largo plazo" / "Se proyecta reforzar a mediano o corto plazo"	162	20.00
0.020 < V < 0.030	Medio	Los Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro y Columna" / "Cimiento, Muro, Columna y Viga" con paredes de "Madera / Adobe" con Techo de "Calamina / Madera" con un Estado de Conservación "Regular - Bueno" una Antigüedad de "21 - 30 años" / "11 - 20 años" con Pendiente del Terreno de "20 - 30%" / "10 - 20%" una elevación de "3 pisos / 2 pisos" con Cargas vivas de "Madera suelta" / "Tanques Elevados" con Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar a mediano o corto plazo" / "Se proyecta reforzar"	182	22.50
0.030 < V < 0.040	Alto	Los Principales Elementos Estructurales "Cimiento, Muro, Columna y Viga" con paredes de "Madera / Concreto" con un Estado de Conservación "Bueno - Muy Bueno" una Antigüedad de "11 - 20 años" / "0 - 10 años" con Pendiente del Terreno de "10 - 20%" / "0 - 10%" una elevación de "2 pisos / 1 piso" con Cargas vivas de "Tanques Elevados / Ninguno" con Reforzamiento de la Vivienda "Se proyecta reforzar" / "Ya ha sido reforzado"	103	12.72
TOTAL			810	100

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
810	810	00

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL "NIVEL DE LA DIMENSIÓN FÍSICA"**

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>13</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



### 4.3.2. Aplicación del Model Builder para obtener el Nivel de la Dimensión Social

Como se explicó anteriormente, para la elaboración de los siguientes modelos se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Se debe trasladar la información recopilada en campo de la dimensión social al software Excel, para aquello se establecen ciertos códigos para los nombres de los descriptores de cada parámetro de la fragilidad y resiliencia social, como se observan en las siguientes tablas:

Tabla 105

*Codificación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Social*

DENOMINACIÓN DEL PARÁMETRO	CÓDIGO DEL PARÁMETRO	DENOMINACIÓN DEL DESCRIPTOR	CÓDIGO DEL DESCRIPTOR
Grupo Etario	GRUPE	0-3 años, mayor a 65 años	GRUPE_1
		4-12 años, 60-65 años	GRUPE_2
		13-15 años, 50-59 años	GRUPE_3
		16-29 años	GRUPE_4
		30-49 años	GRUPE_5
Discapacidad	DISCA	Usar brazo y pierna	DISCA_1
		Visual	DISCA_2
		Para oír o hablar	DISCA_3
		Mental o Intelectual	DISCA_4
		No tiene	DISCA_5
Servicios Básicos	SERVBA	No tiene	SERVBA_1
		Luz	SERVBA_2
		Pilón de Agua	SERVBA_3
		Luz y Pilón de Agua	SERVBA_4
		Agua, Desagüe y Luz	SERVBA_5
Tipo de Seguro	TIPSEG	No tiene	TIPSEG_1
		SIS	TIPSEG_2
		ESSALUD	TIPSEG_3
		FFAA - PNP	TIPSEG_4
		Seguro Privado	TIPSEG_5
Tenencia de Vivienda	TENVIV	Prestada	TENVIV_1
		Cedida por trabajo	TENVIV_2
		Alquilada	TENVIV_3
		Propia sin título de Propiedad	TENVIV_4
		Propia con título de Propiedad	TENVIV_5
Nivel Educativo Alcanzado	NIVEDU	Ninguno	NIVEDU_1
		Inicial	NIVEDU_2



		Primaria	NIVEDU_3
		Secundaria	NIVEDU_4
		Superior	NIVEDU_5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106

*Codificación de los parámetros y descriptores de la Resiliencia Social*

DENOMINACIÓN DEL PARÁMETRO	CÓDIGO DEL PARÁMETRO	DENOMINACIÓN DEL DESCRIPTOR	CÓDIGO DEL DESCRIPTOR
Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos	CONSIS	Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	CONSIS_1
		Existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	CONSIS_2
		Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	CONSIS_3
		Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	CONSIS_4
		Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos	CONSIS_5
Participación en Simulacros de Sismos	PARSIM	Nadie participa en simulacros de sismos	PARSIM_1
		Algunos habitantes participan en simulacros de sismos	PARSIM_2
		Varios habitantes participan en simulacros de sismos	PARSIM_3
		La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos	PARSIM_4
		Todos los habitantes participan en simulacros de sismos	PARSIM_5

Fuente: Elaboración Propia

- En el traslado de datos al software Excel, para los casos de los parámetros Tenencia de Vivienda y Servicios Básicos se inserta el número “1” en el código de descriptor que le corresponde al lote. En caso de los parámetros: Grupo Etario, Discapacidad, Tipo de Seguro y Nivel Educativo Alcanzado, se completó la información según la cantidad de personas de acuerdo al rango de los descriptores de dichos parámetros. Este procedimiento se realiza lote por lote y a su vez para todos los descriptores de dichos parámetros. Cada parámetro debe estar en una hoja del software Excel 2016, con sus 5 descriptores además de la manzana, lote y asociación, como se observa a continuación:

Tabla 107

*Traslado de datos obtenidos en campo del parámetro Grupo Etario al software Excel 2016*

DENOMINACION	MANZANA	LOT E	GRUPE_1	GRUPE_2	GRUPE_3	GRUPE_4	GRUPE_5
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	01	2	1	0	1	4
AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	09	0	3	0	0	2
AAHH LA FLOR - ETAPA 2 (SECTOR I)	A	01	1	0	1	0	2
AAHH LA FLOR - ETAPA 3	A	01	0	1	0	1	1

Fuente: Elaboración Propia

- En el software Arcmap, se empleará la misma base gráfica de los lotes del Asentamiento Humano La Flor, que se editó y actualizó anteriormente.

Para importar los datos de campo (excel) en el software Arcmap, se ejecutará el tercer modelo denominado “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PSOCIALES”, la cual es creado de una forma similar al modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFÍSICOS”.

#### 4.3.2.1. Aplicación del tercer modelo: “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PSOCIALES”

En el espacio de trabajo del model builder, insertar los features class de “Lotes” y del “Excel” llenado con los datos tomados en campo que corresponden a la dimensión social (1).

Como el proceso del modelo se va realizar para los 8 parámetros sociales, se opta por crear una lista, haciendo click derecho en el feature class “Lotes”, seleccionar “Properties” y en la pestaña General asignar la opción “A list of values”. La lista del feature class “Lotes” será codificado y exportado, mediante la herramienta “Select”, a la “File Geodatabase” por Default (2). Para el caso del feature class “Excel”, también se opta por crear una lista, debido que son 8 variables sociales las que se evalúan y seguirán el mismo proceso. La herramienta “Excel to Table” va permitir importar al software Arcmap los datos llenados en Excel de cada variable (3). A su vez son almacenados y codificados en el File Geodatabase por Default.

Posteriormente, aplicando la herramienta “Join Field” (4), se unen tabularmente mediante un campo en común entre ambos features class. El campo común, al igual que en la dimensión física consta de “Denominación&Manzana&Lote”. Finalmente, con la herramienta “Delete Field” (5) se borran los campos que no son necesarios, y con la herramienta “Select” (6) se van a exportar los 8 feature class del factor social a un Geodatabase llamado “MD\_SOCIAL” (ver Figura 65).

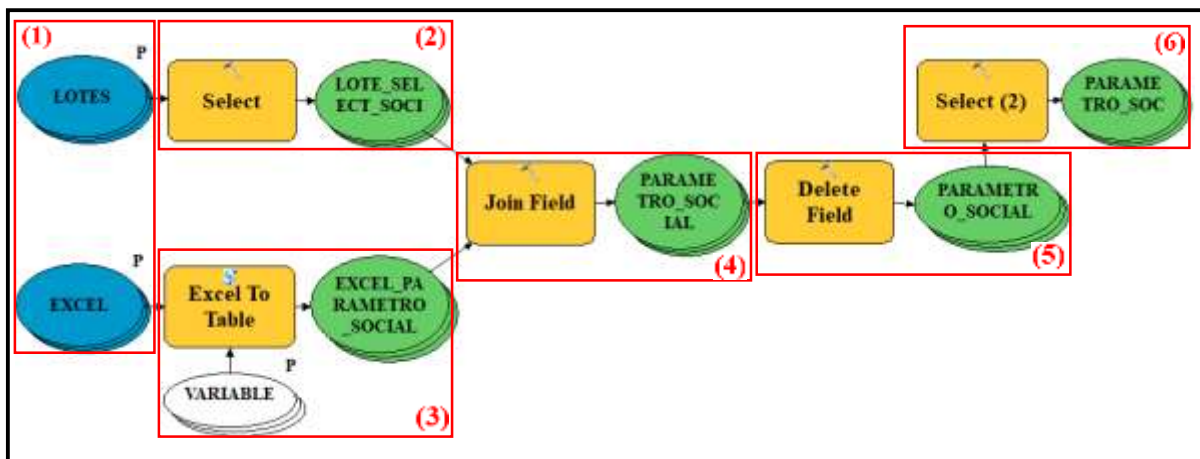


Figura 54. Estructura del modelo “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PSOCIALES”  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2.2. Aplicación del cuarto modelo: “M\_DIMENSIÓN\_SOCIAL”

El cuarto modelo es creado para determinar el nivel de la dimensión social, la fragilidad social, la resiliencia social y los 8 parámetros con sus respectivos descriptores sociales, de los cuales 6 son de la fragilidad social (Grupo Etario, Discapacidad, Tipo de Seguro, Servicios Básicos, Tenencia de Vivienda y Nivel Educativo Alcanzado) y 2 son de la resiliencia social (Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos, Participación en simulacros de sismos).

### A. Sub modelo: Generación de los Parámetros de la Fragilidad Social

En el espacio de trabajo, se insertan los 6 Geodatos de la fragilidad física que fueron resultados del modelo anterior, los cuales van a seguir el mismo proceso individualmente, por lo cual se detalla la secuencia de herramientas del presente modelo en uno de ellos.

#### ➤ Secuencia de procesos del Parámetro “Grupo Etario”

Con la herramienta “Add Field” se va crear el campo Pdes\_Geta (1), en la cual se van a calcular los pesos de los descriptores del parámetro. Para el nombre de los descriptores de cada parámetro se va crear un campo (Nom\_Des) con la herramienta “Add field” (2). Con la herramienta “Select Layer By Attribute” (3), para los parámetros Grupo Etario, Discapacidad, Tipo de Seguro y Nivel Educativo Alcanzado, se va seleccionar el descriptor que presente una mayor cantidad de personas de todo el lote evaluado, como se observa en la Figura 66. Por otro lado, en los parámetros Servicios Básicos y Tenencia de Vivienda se va seleccionar el descriptor que sea característica propia del lote a evaluar.

Des_Grupo_Etario									
	DENOMINACION	MANZANA	LOTE	GRUPE_1	GRUPE_2	GRUPE_3	GRUPE_4	GRUPE_5	Nom_Des
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	80	03	1	2	0	4	3	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	79	01	3	2	1	4	2	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	88A	05	3	0	1	4	0	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	89	01	2	2	3	4	3	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	66A	05	0	1	0	4	1	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 1	89A	07	1	2	5	4	4	DE 13-15 AÑOS Y DE 50-59 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 2 (SECTOR II)	G	01	2	0	0	4	1	DE 16-29 AÑOS
	AAHH LA FLOR - ETAPA 2 (SECTOR II)	S	01	2	1	0	4	2	DE 16-29 AÑOS

Figura 55. Casuística del parámetro Grupo Etario  
Fuente: Elaboración Propia

Nota: Como se observa en la Figura 66 (señalado de rojo), el descriptor GRUPE\_1 presenta 1 habitante, el descriptor GRUPE\_2 presenta 2 habitantes, el descriptor GRUPE\_3 presenta 0 habitantes, el descriptor GRUPE\_4 presenta 4 habitantes y el descriptor GRUPE\_5 presenta 3 habitantes, por lo que se optó a considerar el descriptor con mayor

número de habitantes (GRUPE\_4). En caso exista la misma cantidad de habitantes entre los descriptores del parámetro a evaluar, se tomó por criterio optar por el descriptor más fatalista es decir el más vulnerable.

Posteriormente con la herramienta “Calculate Field” se calcula el peso (4) y nombre (5) del descriptor designado. Los pesos de cada descriptor fueron evaluados previamente por la metodología AHP (ver cap. 4.2.3.2.2). Del mismo modo para los siguientes 4 descriptores se realiza el mismo proceso. A su vez, se considera que los procesos deben seguir un orden es por ello que existe una precondition entre cada descriptor seleccionado; es decir, una vez terminado la secuencia de procesos de un descriptor empieza con el proceso del siguiente descriptor.

Luego, con “Add Field” se agrega un campo (Ppar\_Geta) para insertar el peso del parámetro (6), a su vez se hace una selección de solo los lotes con viviendas ocupadas con la herramienta “Select Layer By Attribute” (7), se le calcula el peso del parámetro con la herramienta “Calculate Field” (8) y se exporta el parámetro a una Geodatabase mediante la herramienta “Select” (9). Ver Figura 67.

El peso del parámetro se evaluó previamente con la metodología AHP (ver Tabla 60).

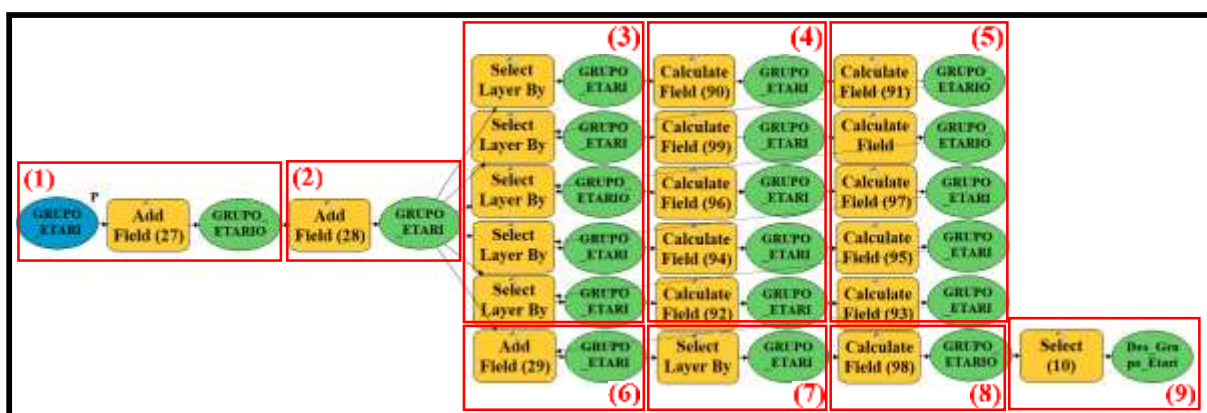


Figura 56. Estructura del submodelo para la generación del parámetro Grupo Etario

Fuente: Elaboración Propia

Los mismos procesos se van a realizar para los otros 5 parámetros que son parte de la fragilidad social, como se muestra en la Figura 68.

#### Resultados del Submodelo:

Asimismo, mediante la aplicación de este modelo se van a generar 6 planos, donde se representan e identifican los 6 parámetros de la fragilidad social con sus respectivos descriptores presentes en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo. Ver Plano N° 14 al Plano N° 19.

Además, en los planos se detallan cuadros descriptivos con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada parámetro de la fragilidad social identificados en el área de estudio.



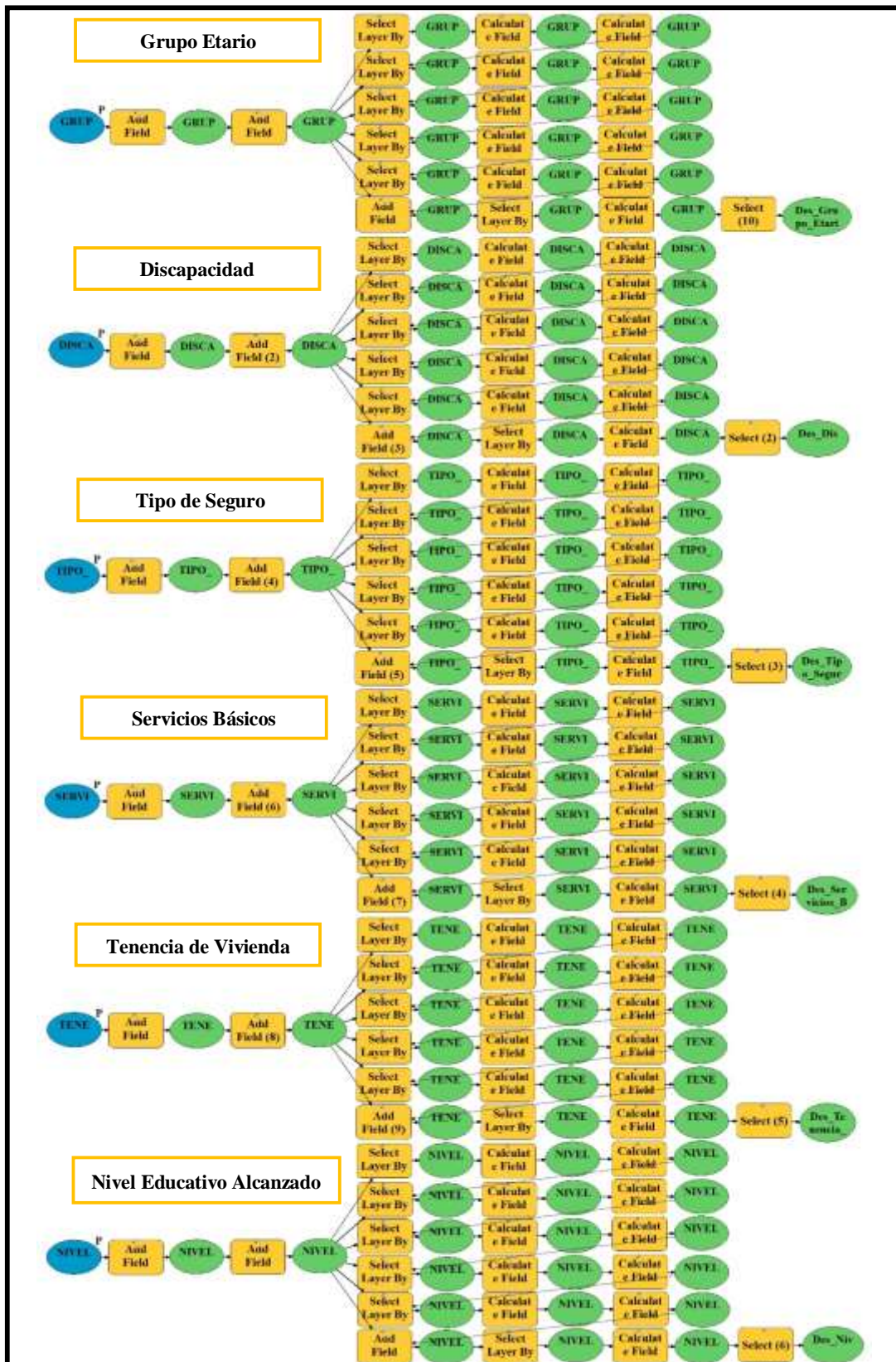
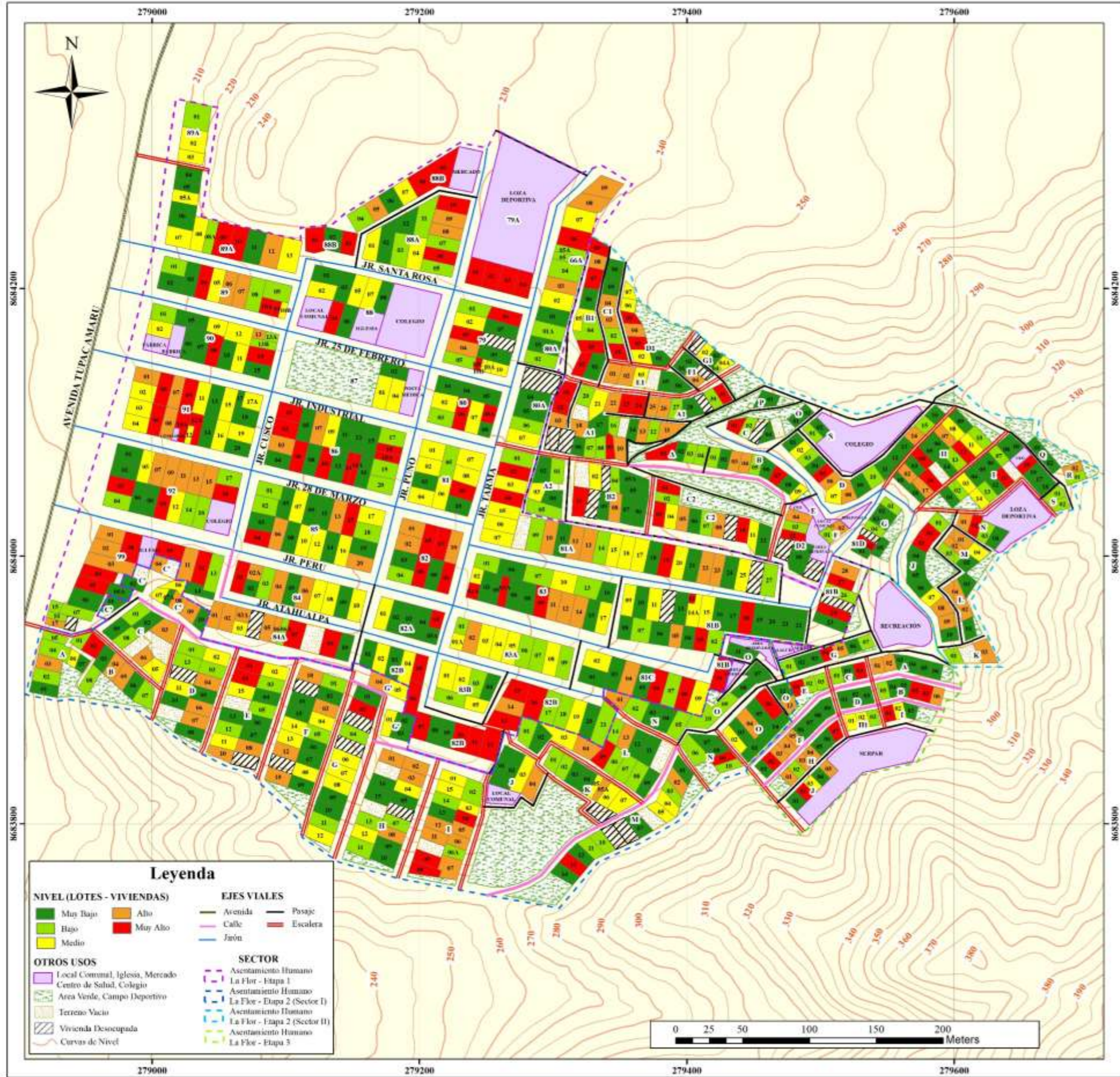


Figura 57. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Fragilidad Social.  
Fuente: Elaboración Propia





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Green	Muy Bajo	DE 30 - 49 AÑOS	253	31.25
Light Green	Bajo	DE 16 - 29 AÑOS	148	18.28
Yellow	Medio	DE 13 - 15 AÑOS Y DE 50 - 59 AÑOS	143	17.65
Orange	Alto	DE 4 - 12 AÑOS Y DE 60 - 65 AÑOS	136	16.79
Red	Muy Alto	DE 0 - 3 AÑOS Y MAYORES A 65 AÑOS	130	16.05
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

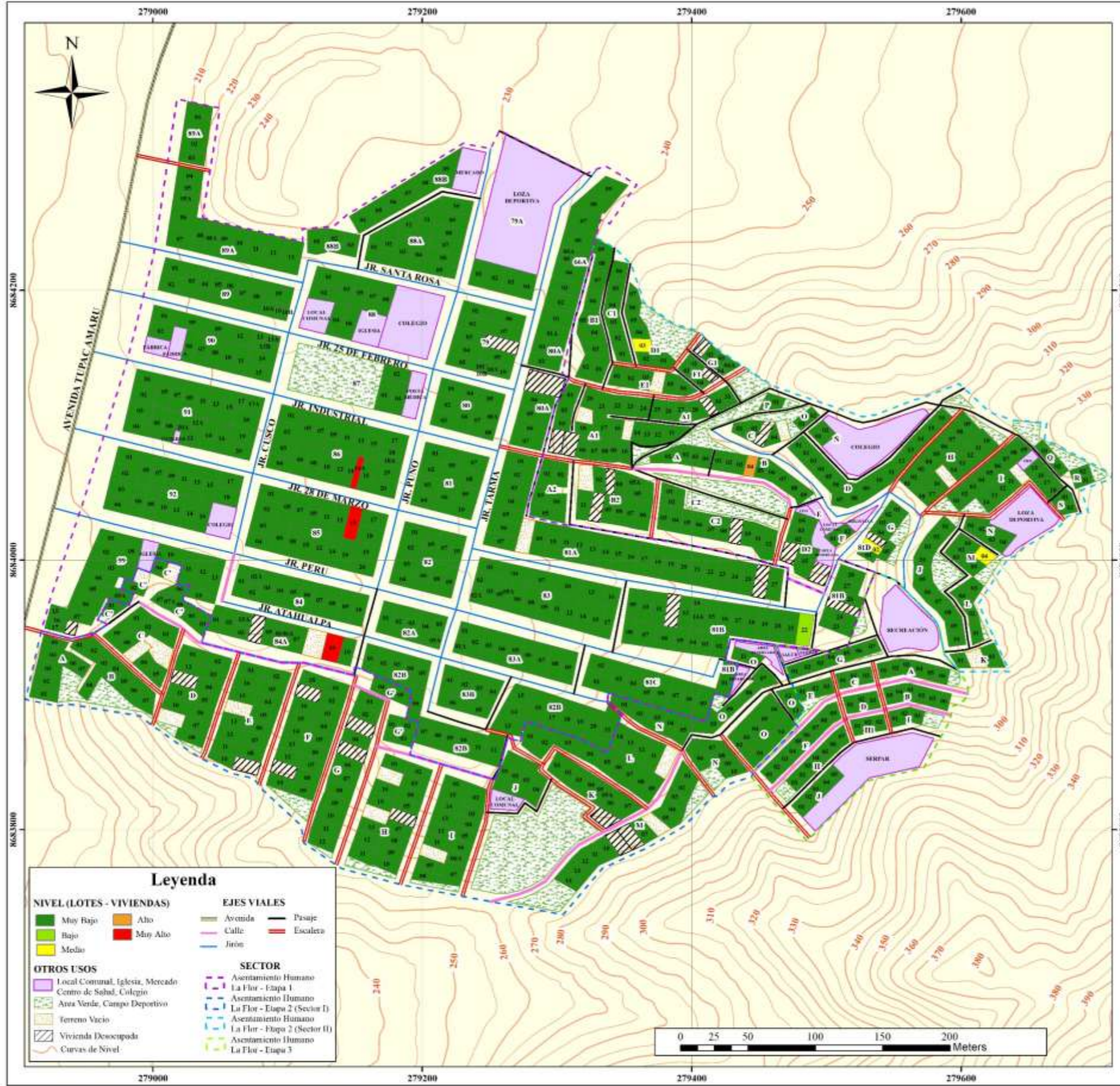
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "GRUPO ETARIO"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1:2 000	PLANO N° <b>14</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**Leyenda**

NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)		EJES VIALES	
Muy Bajo	Alto	Avenida	Prasje
Bajo	Muy Alto	Calle	Escalera
Medio		Jirón	
OTROS USOS		SECTOR	
Local Comunal, Iglesia, Mercado	Asentamiento Humano	La Flor - Etapa 1	
Centro de Salud, Colegio	Asentamiento Humano	La Flor - Etapa 2 (Sector I)	
Área Verde, Campo Deportivo	Asentamiento Humano	La Flor - Etapa 2 (Sector II)	
Terreno Vacio	Asentamiento Humano	La Flor - Etapa 3	
Vivienda Desocupada			
Curvas de Nivel			

**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde Oscuro	Muy Bajo	NO TIENE	802	99.02
Verde Claro	Bajo	MENTAL O INTELLECTUAL	1	0.12
Amarillo	Medio	PARA OIR O HABLAR	3	0.37
Naranja	Alto	VISUAL	1	0.12
Rojo	Muy Alto	PARA USAR BRAZOS Y PIERNAS	3	0.37
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

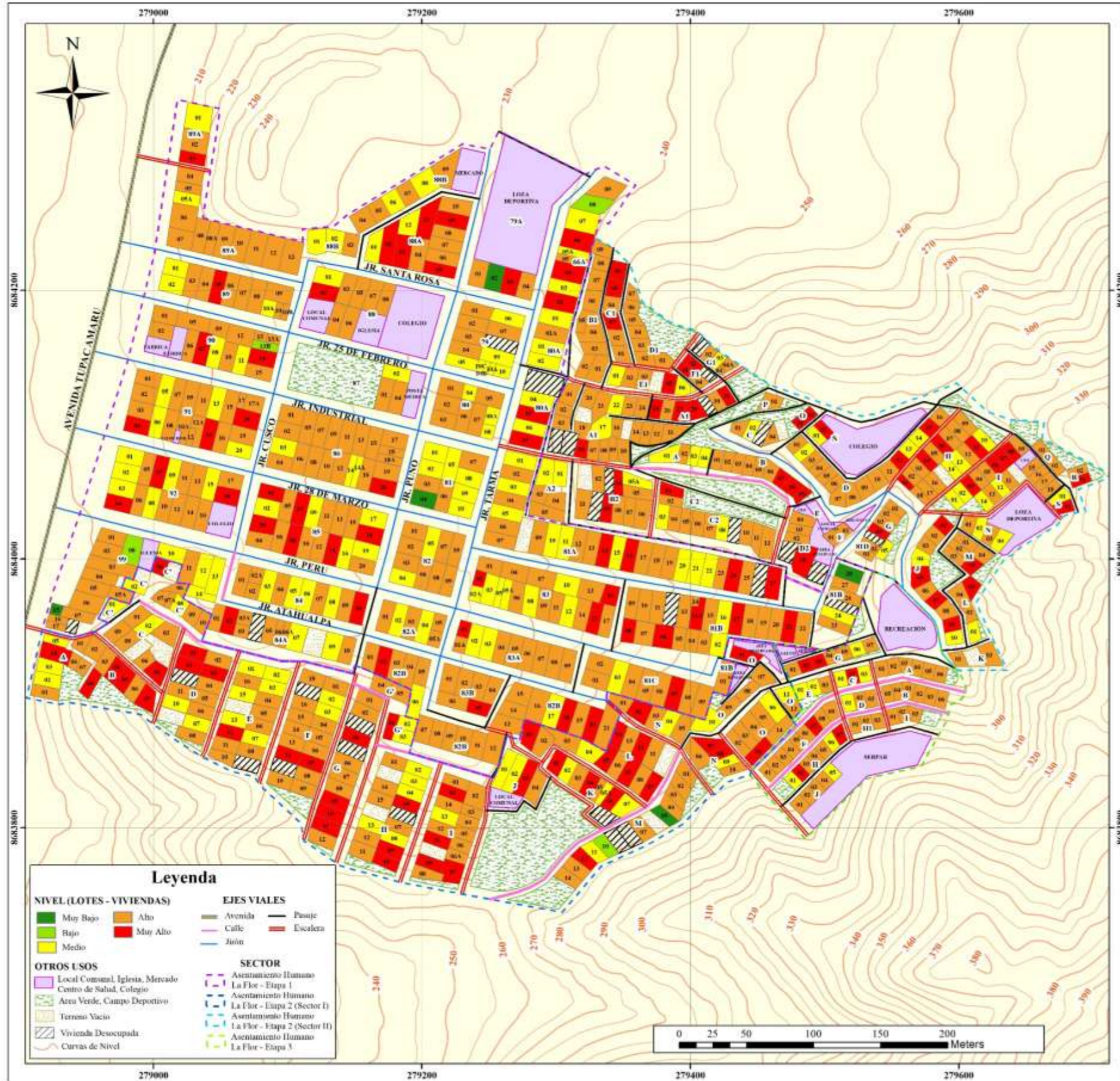
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "DISCAPACIDAD"

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1:2 000	<b>15</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Green	Muy Bajo	SEGURO PRIVADO	5	0.62
Light Green	Bajo	FFAA - PNP	4	0.49
Yellow	Medio	ESSALUD	173	21.36
Orange	Alto	SIS	492	60.74
Red	Muy Alto	NO TIENE	136	16.79
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

<b>NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)</b>	<b>EJES VIALES</b>
Green: Muy Bajo	Orange: Alto
Light Green: Bajo	Red: Muy Alto
Yellow: Medio	Green line: Avenida
	Blue line: Calle
	Black line: Pasaje
	Red line: Escalera
	Blue line: Jirón
<b>OTROS USOS</b>	<b>SECTOR</b>
Pink: Local Comunal, Iglesia, Mercado	Blue dashed: Asentamiento Humano
Light blue: Centro de Salud, Colegio	Blue dashed: La Flor - Etapa 1
Green: Area Verde, Campo Deportivo	Blue dashed: Asentamiento Humano
White: Terreno Vacío	Blue dashed: La Flor - Etapa 2 (Sector I)
White with diagonal lines: Vivienda Desocupada	Blue dashed: Asentamiento Humano
Red dashed: Curvas de Nivel	Blue dashed: La Flor - Etapa 2 (Sector II)
	Blue dashed: Asentamiento Humano
	Blue dashed: La Flor - Etapa 3

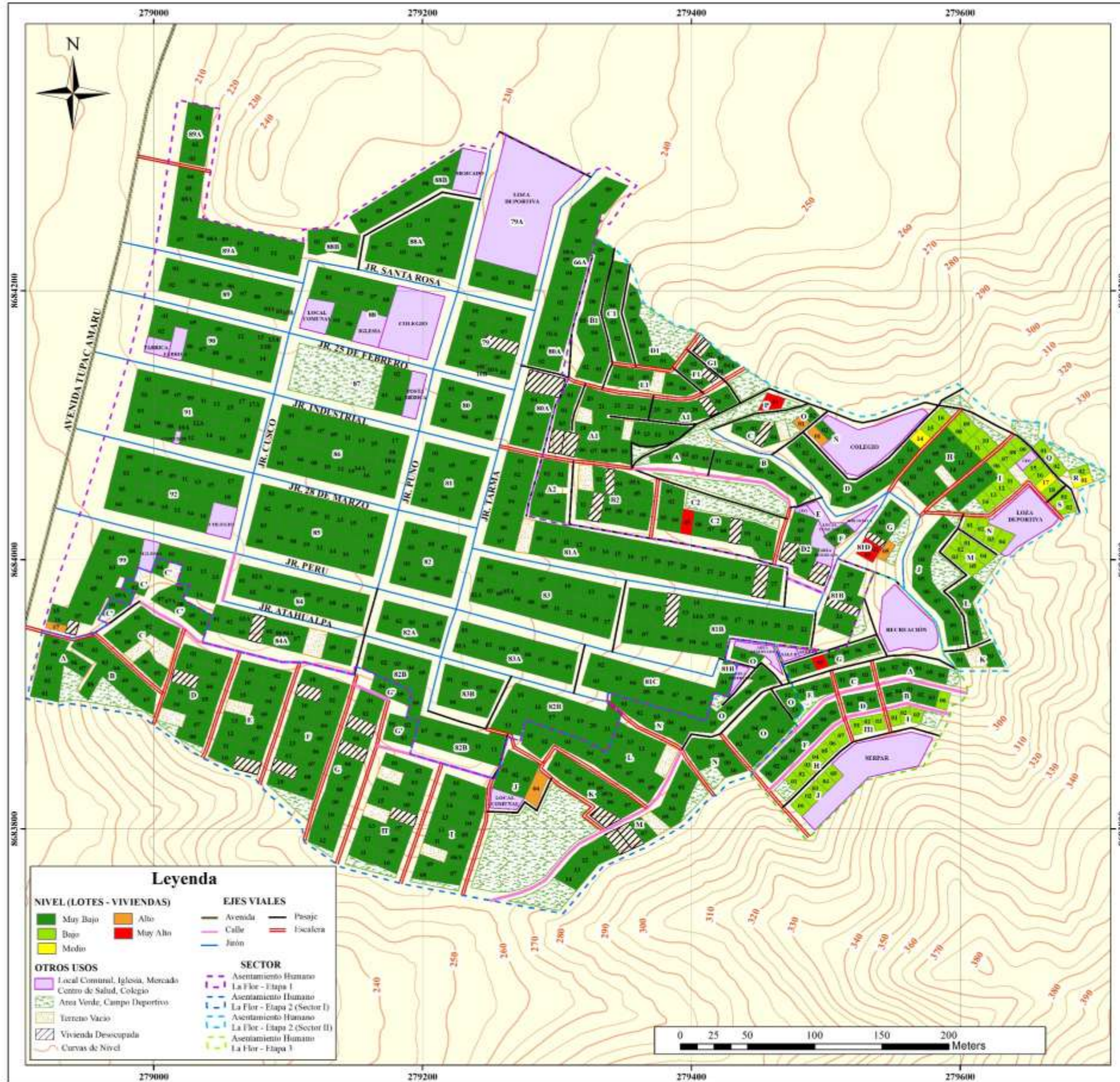
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL PARÁMETRO "TIPO DE SEGURO"**

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>16</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GOMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





### CUADRO DESCRIPTIVO

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde Oscuro	Muy Bajo	LUZ, AGUA Y DESAGÜE	747	92.22
Verde Claro	Bajo	LUZ Y PILÓN DE AGUA	50	6.17
Amarillo	Medio	PILÓN DE AGUA	3	0.37
Naranja	Alto	LUZ	5	0.62
Rojo	Muy Alto	NO TIENE	5	0.62
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

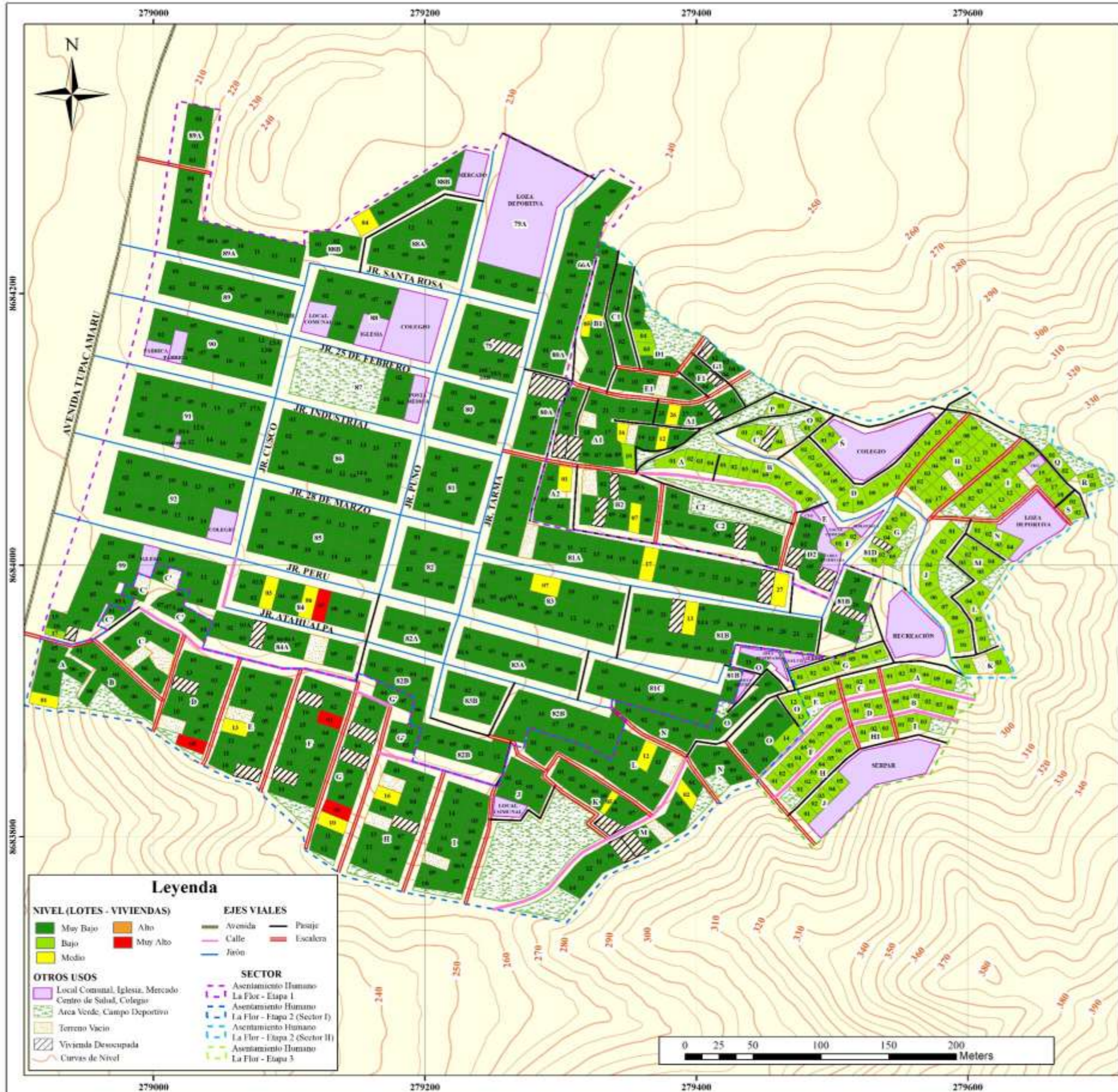
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL PARÁMETRO "SERVICIOS BÁSICOS"**

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2 000	<b>17</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GOMEZ FUERTES	SEPTIEMBRE 2020	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	PROPIA CON TÍTULO DE PROPIEDAD	613	75.68
Verde claro	Bajo	PROPIA SIN TÍTULO DE PROPIEDAD	173	21.36
Amarillo	Medio	ALQUILADA	20	2.47
Naranja	Alto	CEDIDA POR EL TRABAJO	0	0
Rojo	Muy Alto	PRESTADA	4	0.49
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

<b>NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)</b>	<b>EJES VIALES</b>
Verde oscuro: Muy Bajo	Verde claro: Avenida
Verde claro: Bajo	Naranja: Calle
Amarillo: Medio	Rojo: Puente
Naranja: Alto	Rojo oscuro: Escalera
Rojo: Muy Alto	Azul: Jirón
<b>OTROS USOS</b>	<b>SECTOR</b>
Púrpura: Local Comunal, Iglesia, Mercado	Verde con puntos: Asentamiento Humano La Flor - Etapa 1
Verde con líneas: Centro de Salud, Colegio	Verde con triángulos: Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I)
Verde con estrellas: Área Verde, Campo Deportivo	Verde con círculos: Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II)
Verde con triángulos invertidos: Terreno Vicio	Verde con triángulos invertidos: Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3
Verde con triángulos invertidos: Vivienda Desocupada	
Verde con triángulos invertidos: Curvas de Nivel	

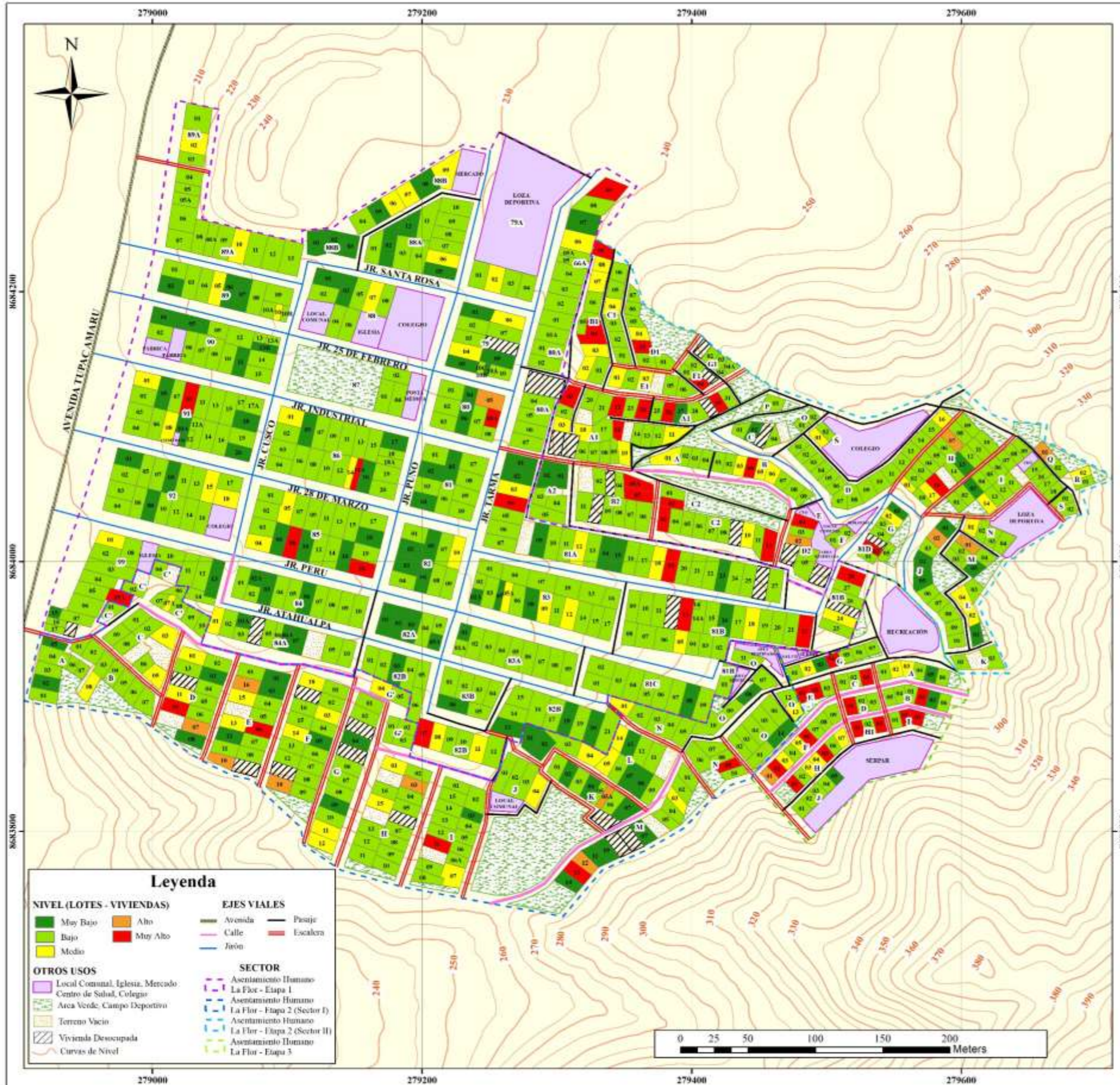
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "TENENCIA DE VIVIENDA"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>18</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	SUPERIOR	115	14.20
Verde claro	Bajo	SECUNDARIA	536	66.17
Amarillo	Medio	PRIMARIA	94	11.60
Naranja	Alto	INICIAL	14	1.73
Rojo	Muy Alto	NINGUNO	51	6.30
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Legenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo (Verde oscuro)
- Bajo (Verde claro)
- Medio (Amarillo)
- Alto (Naranja)
- Muy Alto (Rojo)

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado
- Centro de Salud, Colegio
- Area Verde, Campo Deportivo
- Terreno Vicio
- Vivienda Desocupada
- Curvas de Nivel

**EJES VIALES**

- Avenida (Línea roja)
- Calle (Línea azul)
- Jirón (Línea verde)
- Paseje (Línea negra)
- Escalera (Línea roja con rayas)

**SECTOR**

- Asentamiento Humano La Flor - Etapa I
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1:2 000	PLANO N° <b>19</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



### **B. Sub modelo: Generación del nivel de la fragilidad social**

Se realiza la intersección de todos los parámetros de la Fragilidad Social empleando la herramienta “Intersect” (1). Se crea un campo (VAL\_FSOC) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la fragilidad social mediante la herramienta “Calculate Field” (3). La fórmula para calcular el Valor de la Fragilidad Social es la siguiente:

$$VFS = PP_1 \times PDP_1 + PP_2 \times PDP_2 + \dots + PP_6 \times PDP_6$$

Donde; VFS: Valor Fragilidad Social, PP<sub>1</sub>: Peso del Parámetro N°1, PDP<sub>1</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 1, PP<sub>2</sub>: Peso del Parámetro N° 2, PDP<sub>2</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 2, PP<sub>6</sub>: Peso del Parámetro N° 6, PDP<sub>6</sub>: Peso Descriptor del Parámetro N° 6.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_VFS) en la cual se va insertar el Nivel de la fragilidad social (4). Para aquello, con la herramienta “Select” (5) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la fragilidad social que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 87), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (6), el Nivel de la fragilidad social que le corresponde a los lotes. Se aplica la herramienta “Merge” para unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7). Con la herramienta “Add Field” (8), se crea un campo (PFACT\_FS) en la cual se va calcular el peso de la fragilidad social mediante la herramienta “Calculate Field” (9) y seguidamente con la herramienta “Select” se va exportar a una geodatabase (10). Ver Figura 75.

Se considera a criterio propio, que tanto la fragilidad como la resiliencia social tienen el mismo nivel de importancia por lo cual se le designa 0.5 de peso para cada factor.

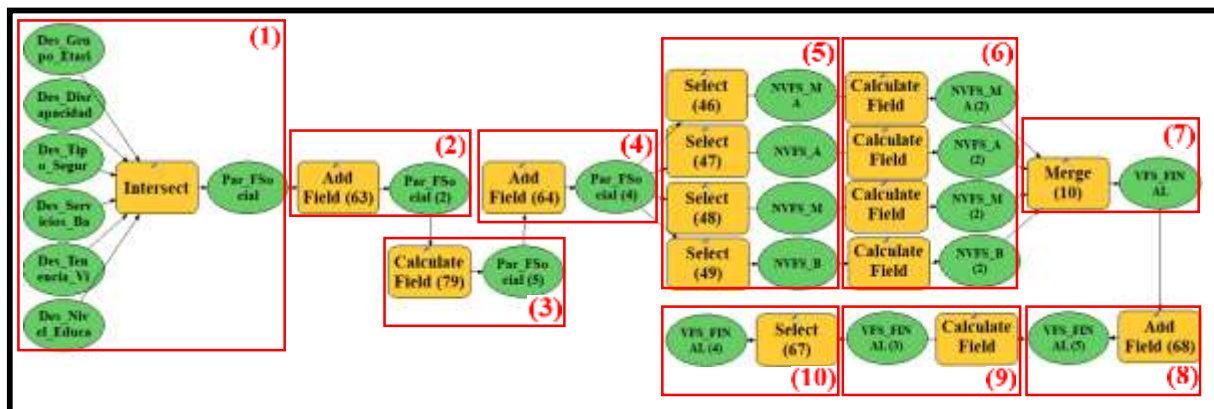
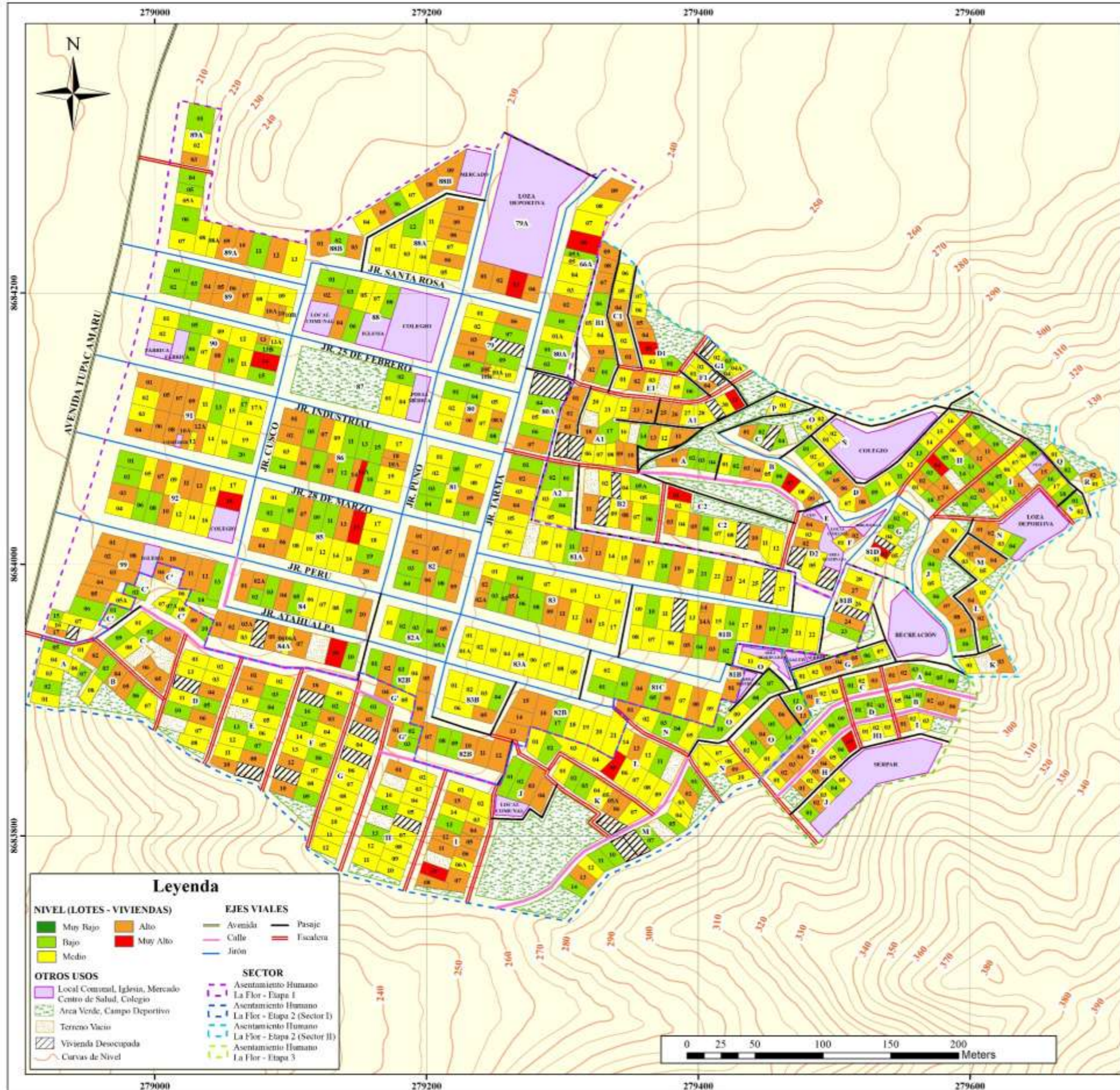


Figura 58. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Fragilidad Social  
Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la fragilidad social, donde se representan e identifican la intersección de los 6 parámetros evaluados en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 20). Asimismo, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la fragilidad social encontrados en el área de estudio.





RANGO	NIVEL DE LA FRAGILIDAD SOCIAL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
0.2143 <math>V < 0.4143</math>	Muy Alto	Grupo Etario "De 0-3 años y de 65 a 75 años" / De 0-17 años y de 65 años, con Discapacidad "Poco o nada visual o de audición" / "Sordo" / con Tipo de Seguro "SIS / ESSALUD" / con Servicios Básicos "Luz / Pílon de Agua" / Luz y Pílon de Agua, de Tenencia de Vivienda "Propia" / "Cedida por contrato" / Nivel Educativo Alcanzado "Superior" / "Secundaria"	14	1.66
0.4143 <math>V < 0.474</math>	Alto	Grupo Etario "De 4-12 años y de 60-65 años" / De 13-15 años y de 50-59 años, con Discapacidad "Visual" / "Poco o nada audición" / con Tipo de Seguro "SIS / ESSALUD" / con Servicios Básicos "Luz / Pílon de Agua" / Luz y Pílon de Agua, de Tenencia de Vivienda "Cedida por contrato" / "Alquilada" / y Nivel Educativo Alcanzado "Inicial" / "Primaria"	251	30.99
0.474 <math>V < 0.485</math>	Medio	Grupo Etario "De 13-15 años y de 50-59 años" / De 16-29 años, con Discapacidad "Poco o nada audición" / "Mental o intelectual" / con Tipo de Seguro "ESSALUD / FFAA - PNP" / con Servicios Básicos "Pílon de Agua / Luz y Pílon de Agua" / de Tenencia de Vivienda "Alquilada" / "Propia sin título de propiedad" / y Nivel Educativo Alcanzado "Primaria / Secundaria"	331	40.86
0.485 <math>V < 0.474</math>	Bajo	Grupo Etario "De 16-29 años" / De 30-49 años", con Discapacidad "Mental o intelectual" / "Ninguna", con Tipo de Seguro "FFAA - PNP" / "Seguro Privado" / con Servicios Básicos "Luz y Pílon de Agua" / Luz, agua y Desagüe" / de Tenencia de Vivienda "Propia sin título de propiedad" / "Propia con título de propiedad" / y Nivel Educativo Alcanzado "Secundaria" / "Superior"	212	26.17
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
810	810	0

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL "NIVEL DE LA FRAGILIDAD SOCIAL"**

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCION UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>20</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



### C. Sub modelo: Generación de los parámetros de la resiliencia Social

Para la resiliencia social se consideró dos parámetros a evaluar: Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos y Participación en Simulacro de Sismos. El proceso para representar cada parámetro con sus respectivos descriptores y pesos, es el mismo para cada caso, por lo cual se detalla la secuencia de herramientas del presente modelo en uno de ellos.

➤ Secuencia de procesos del parámetro “Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos”

Con la herramienta “Add Field” (1) se va crear el campo Pdes\_Cdes, en la cual se van a calcular los pesos de los descriptores del parámetro. Para el nombre de los descriptores del presente parámetro se va crear un campo (Nom\_Des) con la herramienta “Add field” (2). Con la herramienta “Select Layer By Attribute” (3) se va seleccionar los lotes que presenten como característica el primer descriptor, y posteriormente mediante la herramienta “Calculate Field” se calcula el peso (4) y nombre (5) del descriptor. Los pesos de cada descriptor de los parámetros fueron evaluados previamente por la metodología AHP (ver cap. 4.2.3.2.3.).

Del mismo modo para los siguientes 4 descriptores se realiza el mismo proceso. Se considera que los procesos deben seguir un orden es por ello que existe una precondition entre cada descriptor seleccionado; es decir, una vez terminado la secuencia de procesos de un descriptor empieza con el proceso del siguiente descriptor.

Luego, con “Add Field” (6) se agrega un campo (Ppar\_Cdes) para insertar el peso del parámetro, a su vez se hace una selección de solo los lotes con viviendas ocupadas con la herramienta “Select Layer By Attribute” (7), se le calcula el peso del parámetro con la herramienta “Calculate Field” (8) y se exporta el parámetro a una Geodatabase mediante la herramienta “Select” (9). Ver Figura 77.

El peso del parámetro se evaluó previamente con la metodología AHP (ver cap. 4.2.3.2.3.).

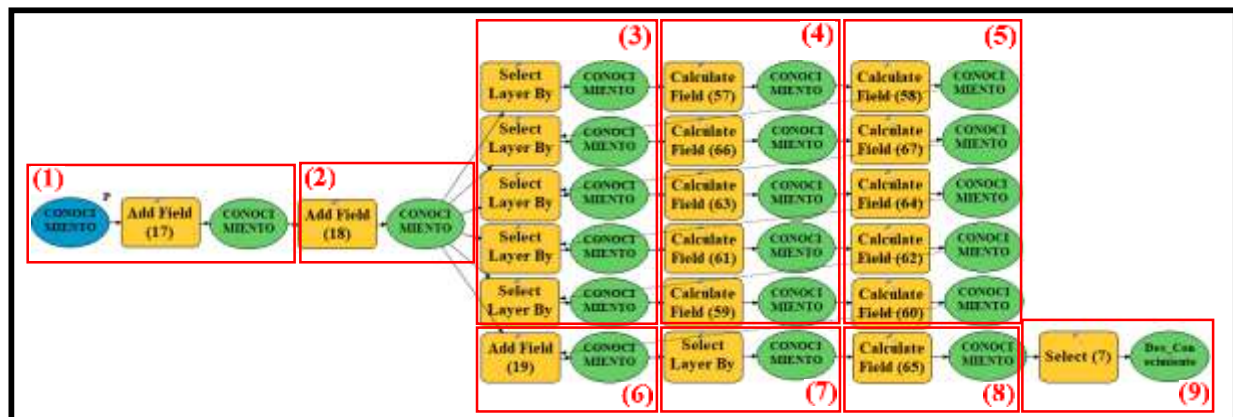


Figura 59. Estructura del submodelo - Generación del parámetro Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos.

Fuente: Elaboración Propia

Los mismos procesos se van a realizar para el otro parámetro que es parte de la resiliencia social, como se muestra en la Figura 78.

Resultado del Submodelo:

Asimismo, mediante la aplicación de este modelo se van a generar 2 planos, donde se representan e identifican los 2 parámetros de la resiliencia social con sus respectivos descriptores presentes en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo. Ver Plano N° 21 al Plano N° 22. Además, en los planos se detallan cuadros descriptivos con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada parámetro de la fragilidad física identificados en el área de estudio.



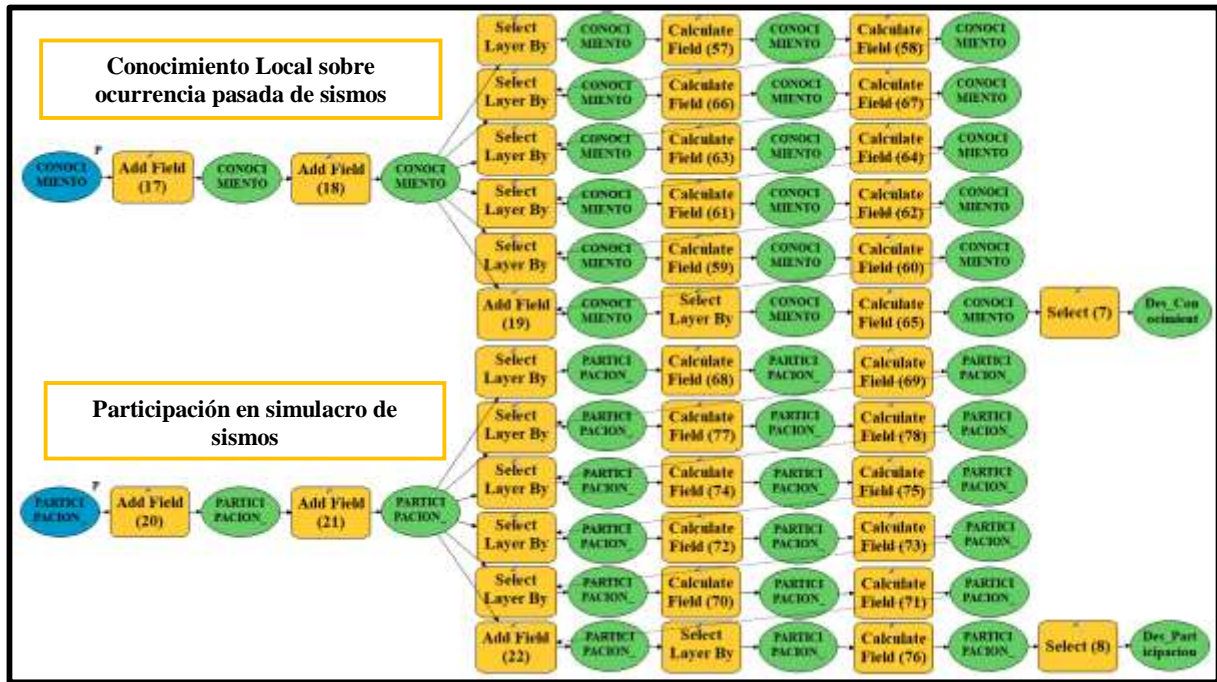
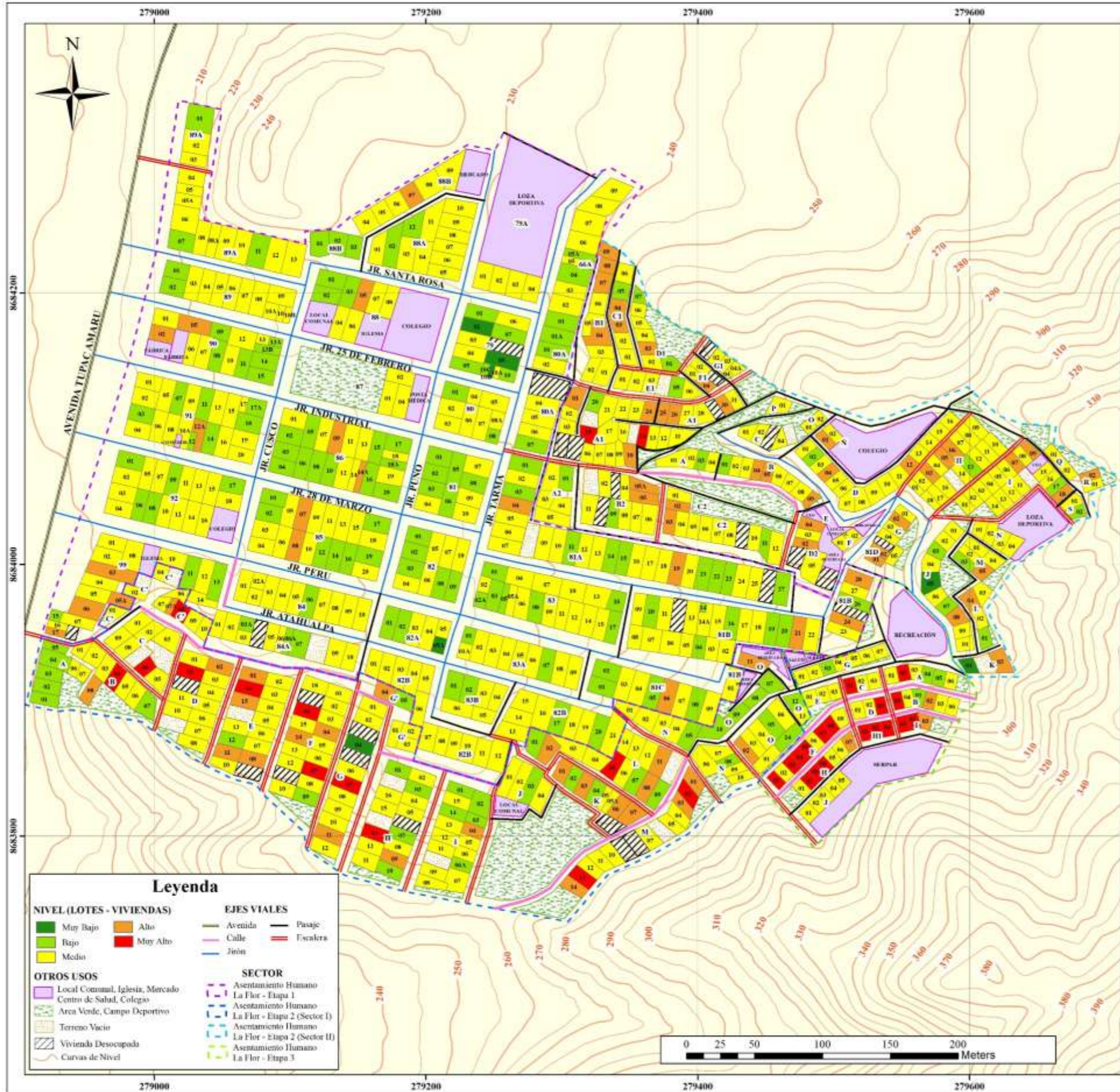


Figura 60. Estructura del submodelo - Generación de los parámetros de la Resiliencia Social  
Fuente: Elaboración Propia





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde oscuro	Muy Bajo	EXISTE UN MUY ALTO CONOCIMIENTO SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS	7	0.87
Verde claro	Bajo	EXISTE UN ALTO CONOCIMIENTO SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS	172	21.23
Amarillo	Medio	EXISTE UN REGULAR CONOCIMIENTO SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS	512	63.21
Naranja	Alto	EXISTE ESCASO CONOCIMIENTO SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS	87	10.74
Rojo	Muy Alto	EXISTE UN CONOCIMIENTO SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS	32	3.95
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

**NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)**

- Muy Bajo (Verde oscuro)
- Bajo (Verde claro)
- Medio (Amarillo)
- Alto (Naranja)
- Muy Alto (Rojo)

**EJES VIALES**

- Avenida (Línea gruesa)
- Calle (Línea normal)
- Jirón (Línea delgada)
- Pasaje (Línea punteada)
- Fisrteras (Línea roja)

**OTROS USOS**

- Local Comunal, Iglesia, Mercado
- Centro de Salud, Colegios
- Área Verde, Campo Deportivo
- Terreno Vacío
- Vivienda Desocupada
- Curvas de Nivel

**SECTOR**

- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 1
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector I)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 2 (Sector II)
- Asentamiento Humano La Flor - Etapa 3

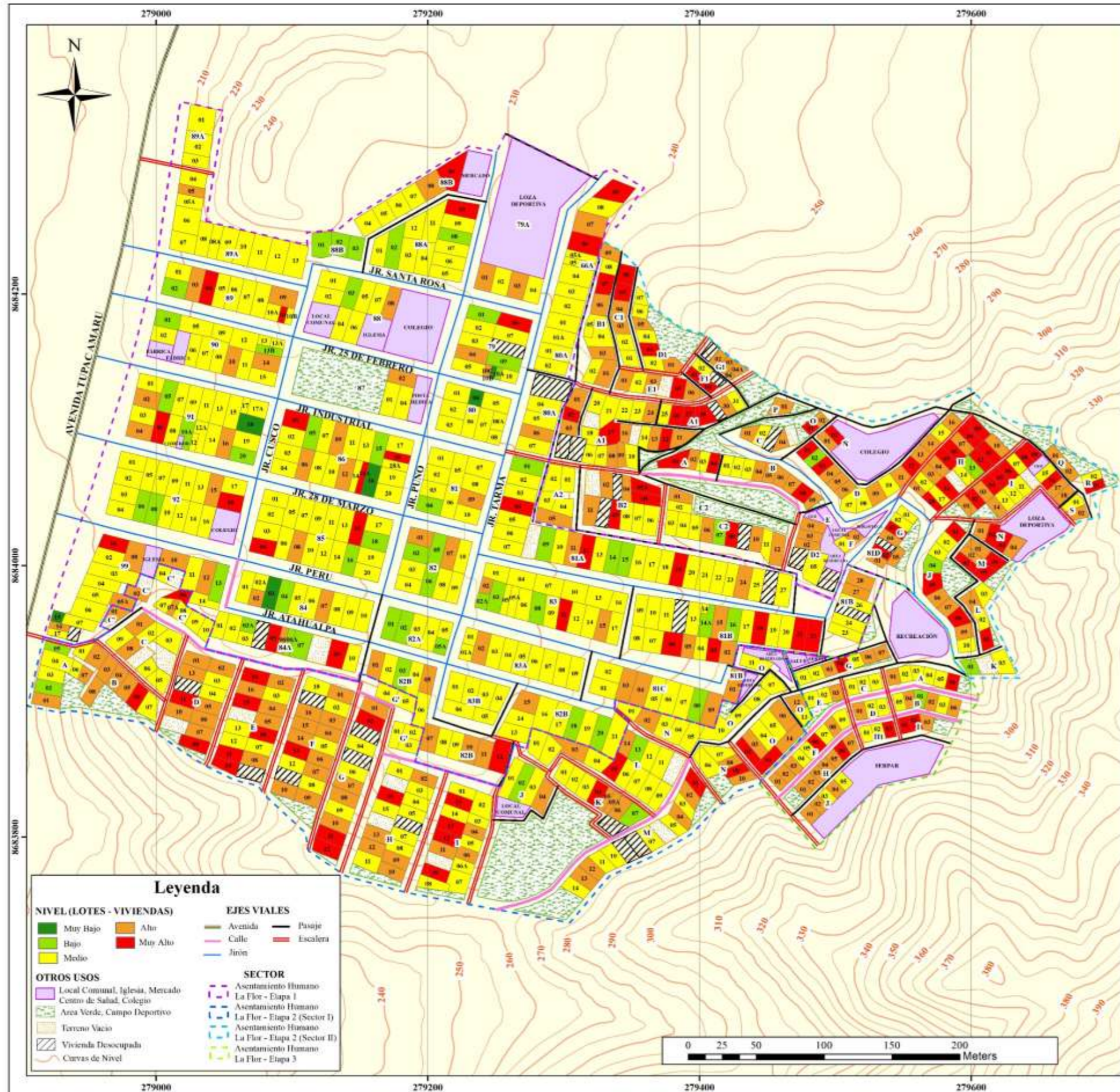
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO DEL PARÁMETRO "CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE SISMOS"

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>21</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**CUADRO DESCRIPTIVO**

COLOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
Verde	Muy Bajo	TODOS LOS HABITANTES PARTICIPAN EN SIMULACROS DE SISMOS	6	0.74
Verde claro	Bajo	LA MAYORÍA DE LOS HABITANTES PARTICIPAN EN SIMULACROS DE SISMOS	57	7.04
Amarillo	Medio	VARIOS HABITANTES PARTICIPAN EN SIMULACROS DE SISMOS	419	51.73
Naranja	Alto	ALGUNOS HABITANTES PARTICIPAN EN SIMULACROS DE SISMOS	218	26.91
Rojo	Muy Alto	NADIE PARTICIPA EN SIMULACROS DE SISMOS	110	13.58
<b>TOTAL</b>			<b>810</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
860	810	50

**Leyenda**

<b>NIVEL (LOTES - VIVIENDAS)</b>	<b>EJES VIALES</b>
Verde: Muy Bajo	Avenida: Avenida
Verde claro: Bajo	Calle: Calle
Amarillo: Medio	Jirón: Jirón
Naranja: Alto	Pasejo: Pasejo
Rojo: Muy Alto	Escalera: Escalera
<b>OTROS USOS</b>	<b>SECTOR</b>
Púrpura: Local Comunal, Iglesia, Mercado	Asentamiento Humano
Verde claro: Centro de Salud, Colegio	La Flor - Etapa 1
Verde claro: Área Verde, Campo Deportivo	La Flor - Etapa 2 (Sector I)
Verde claro: Terreno Vacio	La Flor - Etapa 2 (Sector II)
Verde claro: Vivienda Desocupada	Asentamiento Humano
Verde claro: Curvas de Nivel	La Flor - Etapa 3

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL PARÁMETRO "PARTICIPACIÓN EN SIMULACROS DE SISMOS"**

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>22</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GOMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



#### **D. Sub modelo: Generación del nivel de la resiliencia social**

Empleando la herramienta “Intersect” (1) se realiza la intersección de los 2 parámetros de la resiliencia social. Se crea un campo (VAL\_RSOC) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la resiliencia social mediante la herramienta “Calculate Field” (3). La fórmula para calcular el Valor de la Resiliencia Social es la siguiente:

$$\text{VRS} = \text{PP}_1 \times \text{PDP}_1 + \text{PP}_2 \times \text{PDP}_2$$

Donde; VRS: Valor Resiliencia Social, PP1: Peso Parámetro N°1, PDP1: Peso Descriptor del Parámetro N° 1, PP2: Peso Parámetro N° 2, PDP2: Peso Descriptor del Parámetro N° 2.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_VRS) en la cual se va insertar el Nivel de la resiliencia social (4). Para aquello, con la herramienta “Select” (5) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la resiliencia social que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 97), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (6), el Nivel de la resiliencia social que le corresponde a los lotes. Se aplica la herramienta “Merge” para unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7). Con la herramienta “Add Field” (8), se crea un campo (PFACT\_RS) en la cual se va calcular el peso de la resiliencia social mediante la herramienta “Calculate Field” (9) y seguidamente con la herramienta “Select” se va exportar a una geodatabase (10). Ver Figura 81.

Se considera a criterio propio, que tanto la fragilidad como la resiliencia social tienen el mismo nivel de importancia por lo cual se le designa 0.5 de peso para cada factor.

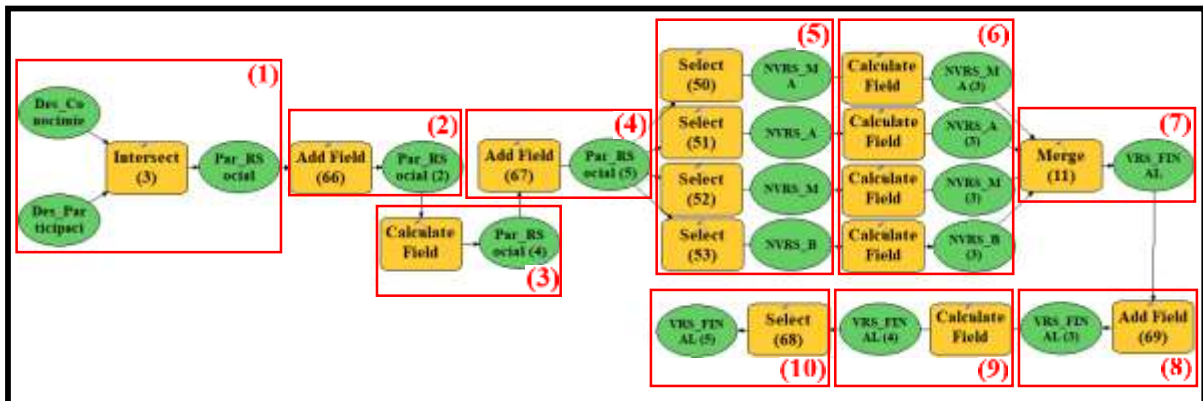


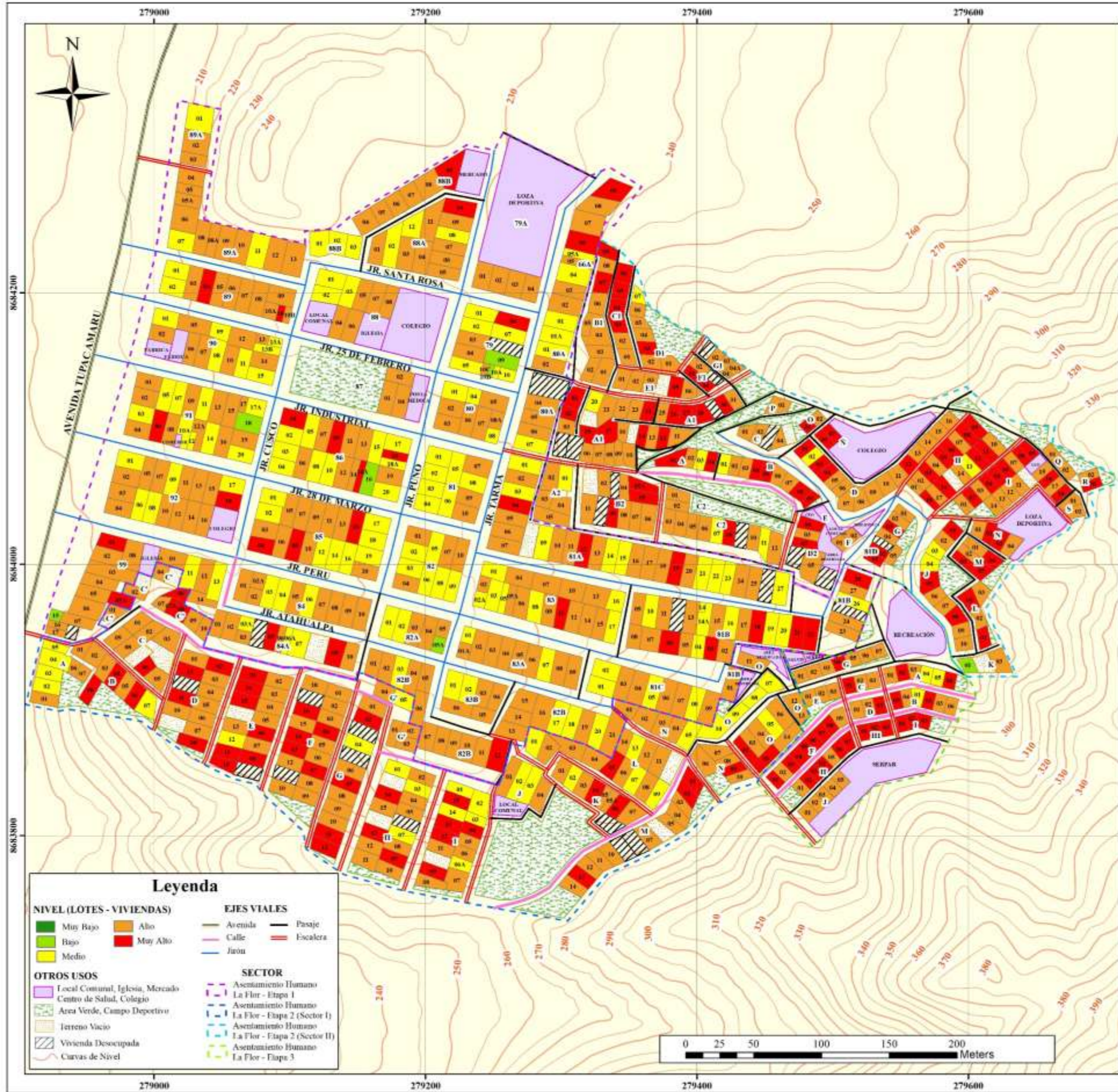
Figura 61. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la resiliencia Social

Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la resiliencia social, donde se representan e identifican la intersección de los 2 parámetros evaluados en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 23). Además, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la resiliencia social encontrados en el área de estudio.





RANGO	NIVEL DE LA RESILIENCIA SOCIAL	DESCRIPCIÓN	N° LOTES	% LOTES
8.134 < V < 8.140	Muy Alto	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos". Existe regular participación sobre las causas y consecuencias de los sismos. Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años. "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos". Varios habitantes participan en simulacros de sismos".	173	31.11
8.134 < V < 8.143	Alto	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos". Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos. Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años. "Algunos habitantes participan en simulacros de sismos". Varios habitantes participan en simulacros de sismos".	462	57.84
8.068 < V < 8.134	Medio	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe regular conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos". Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos. Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años. "Varios habitantes participan en simulacros de sismos". La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos".	170	20.99
8.035 < V < 8.068	Bajo	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de sismos "Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos". Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos. Participación en simulacros de sismos en los últimos 5 años. "La mayoría de los habitantes participan en simulacros de sismos". Todos los habitantes participan en simulacros de sismos".	7	0.86
<b>TOTAL</b>			<b>512</b>	<b>100</b>

TOTAL DE LOTES	LOTES EVALUADOS	LOTES NO EVALUADOS
512	512	0

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

**PLANO DEL "NIVEL DE LA RESILIENCIA SOCIAL"**

DEPARTAMENTO LIMA	DISTRITO CARABAYLLO	PROYECCIÓN UTM	DATUM WGS 84	ZONA 18 SUR	ESCALA 1 : 2 000	PLANO N° <b>23</b>
PROVINCIA LIMA	ELABORADO BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	FECHA SEPTIEMBRE 2020	FUENTE MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			



### **E. Sub modelo: Generación del Nivel de la Dimensión Social**

Empleando la herramienta “Intersect” (1), se realiza la intersección de la Fragilidad Social y de Resiliencia Social. Se crea un campo (VAL\_DSOC) con la herramienta “Add Field” (2) en la cual se van insertar y calcular el valor de la dimensión social mediante la herramienta “Calculate Field” (3).

La fórmula para calcular el Valor de la Dimensión Social es la siguiente:

$$VDS = VFS \times PFS + VRS \times PRS$$

Donde; VDS: Valor Dimensión Social, VFS: Valor Fragilidad Social, PFS: Peso Fragilidad Social, VRS: Valor Resiliencia Social, PRS: Peso Resiliencia Social.

Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_DS) en la cual se va insertar el Nivel de la Dimensión social (4). Para aquello, con la herramienta “Select” (5) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la dimensión social que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 99), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (6), el Nivel de la dimensión social que le corresponde a los lotes.

Al aplicar la herramienta “Merge” se van a unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class (7), y a continuación con la herramienta “Select” (8) se exporta el feature class resultante (Nivel de la Dimensión Social) a una geodatabase. Ver Figura 83.

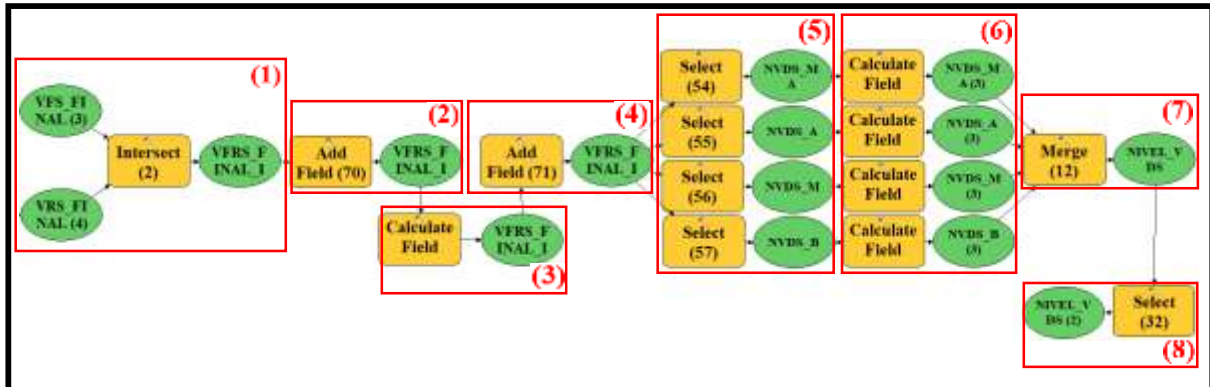


Figura 62. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Dimensión Social  
Fuente: Elaboración Propia

Resultados del Sub modelo:

Con la aplicación de este sub modelo se obtiene el plano del nivel de la dimensión social, donde se representan e identifican la intersección de los 2 factores: fragilidad y resiliencia social, evaluados en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo (Ver Plano N° 24). Asimismo, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la dimensión social encontrados en el área de estudio.







### 4.3.3. Aplicación del Model Builder para determinar el Nivel de la Vulnerabilidad

La aplicación de este quinto modelo es para determinar el nivel de la Vulnerabilidad del asentamiento humano La Flor en el distrito de Carabayllo.

#### 4.3.3.1. Aplicación del quinto modelo: “M\_VULNERABILIDAD”

En el espacio de trabajo, se insertan los 2 features class (1) que fueron productos de los modelos anteriores, los cuales son: Nivel de la Dimensión Física (NIVEL\_VDF) y Nivel de la Dimensión Social (NIVEL\_VDS).

Con la herramienta “Delete Field” (2), se eliminan los campos no necesarios de ambos feature class. Se debe añadir un campo con la herramienta “Add Field” (3) en la cual se va calcular el Peso del Valor de la Dimensión Física “P\_VDF” y el Peso del Valor de la Dimensión Social “P\_VDS” con la herramienta “Calculate Field” (4). Ver Figura 85.

A criterio propio, el peso del valor de la Dimensión Física es 0.6, mientras en la Dimensión Social es 0.4.

Empleando la herramienta “Intersect” se realiza la intersección de la Dimensión Física y la Dimensión Social (5). Se crea un campo (VAL\_VUL) con la herramienta “Add Field” (6) en la cual se van insertar y calcular el valor de la vulnerabilidad mediante la herramienta “Calculate Field” (7).

La fórmula para calcular el Valor de la Vulnerabilidad es la siguiente:

$$VVG = VDF \times PDF + VDS \times PDS$$

Donde; VVG: Valor Vulnerabilidad Global, VDF: Valor Dimensión Física, PDF: Peso Dimensión Física, VDS: Valor Dimensión Social, PDS: Peso Dimensión Social.



Con la herramienta “Add Field” se crea un campo (NIVEL\_VUL) en la cual se va insertar el Nivel de la Vulnerabilidad (8). Para aquello, con la herramienta “Select” (9) se va a realizar la selección de lotes de acuerdo a los rangos del valor de la vulnerabilidad que se han establecido previamente con la metodología AHP (ver Tabla 101), con el fin de calcular mediante la herramienta “Calculate Field” (10), el Nivel de la Vulnerabilidad que le corresponde a los lotes del asentamiento humano La Flor.

Al aplicar la herramienta “Merge” (11) se van a unir los 4 rangos que se han establecido en un solo feature class, luego se eliminan los campos no necesarios con la herramienta “Delete Field” (12) y a continuación con la herramienta “Select” se exporta el feature class resultante (Nivel de la Vulnerabilidad) a una geodatabase (13). Ver Figura 86.

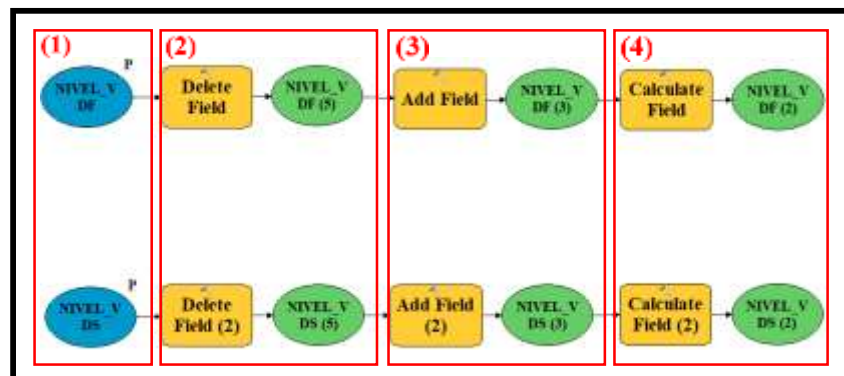


Figura 63. Estructura del modelo para determinar los pesos de los niveles de la Dimensión Física y Social  
Fuente: Elaboración Propia

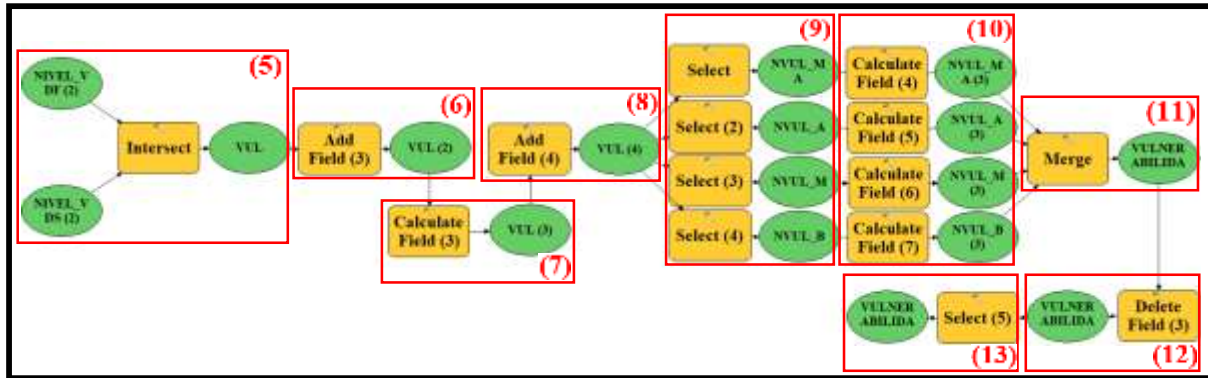


Figura 64. Estructura del submodelo para determinar el nivel de la Vulnerabilidad  
Fuente: Elaboración Propia

Resultados del modelo:

Con la aplicación de este modelo se obtiene el plano del nivel de la vulnerabilidad, donde se representan e identifican los lotes del asentamiento humano La Flor con características de nivel bajo, medio, alto y muy alto de vulnerabilidad (Ver Plano N° 25). Asimismo, en el plano se detalla un cuadro descriptivo con la cantidad y porcentaje de lotes que corresponden a cada nivel de la vulnerabilidad encontrados en el área de estudio.







## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general la cual establece que al determinar el nivel de vulnerabilidad mediante la evaluación de los parámetros y la aplicación de un modelo de geoprocesamiento en el sistema de información geográfica se podrán identificar de forma pragmática viviendas de baja, media y alta vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud en el Asentamiento Humano, La Flor, Carabayllo. Asimismo, los resultados de la presente investigación van a presentar cierta relación y contraste con estudios técnicos como el elaborado por INDECI 2011, así como de investigaciones que presentan similares escenarios de estudio las cuales son mencionadas a continuación:

La tesis “Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan De Lurigancho” realizado por Campos en el 2018, guarda cierta relación con los resultados obtenidos en la presente investigación, debido que se evalúan tanto parámetros de la dimensión física como social aplicando la metodología AHP, como se muestra en el manual del CENEPRED, para finalmente determinar el nivel de vulnerabilidad total del área de estudio.

- En el presente estudio a comparación de la tesis de Campos, se consideró por criterio técnico la evaluación de la variable “Principales Elementos Estructurales” en la dimensión física, debido que se identificó viviendas de material noble, pero algunas de ellas sin la presencia de columnas o vigas. A su vez se consideró esta variable debido que cumplen un papel muy determinante al momento de definir la resistencia de una vivienda ante la ocurrencia de un sismo. Por lo tanto, la evaluación de este parámetro nos va permitir determinar la vulnerabilidad de una vivienda de una forma más precisa y real.

- Para la determinación de la vulnerabilidad total, Campos le designa el mismo peso a la dimensión física y a la dimensión social, sin embargo, para la presente tesis se le asignó un 60% a la dimensión física y un 40% a la dimensión social, debido que las características y las condiciones donde uno habite define la seguridad o vulnerabilidad de sus habitantes.
- En la generación del plano de Pendiente del Terreno, Campos utiliza un DEM ALOS, mientras que para la presente tesis se realizó un levantamiento fotogramétrico RPA con un multirrotor PHANTOM 4 RTK la cual luego de ser procesado generó una ortofoto y las curvas de nivel de manera más precisa, para posteriormente poder obtener un plano de pendientes con mayor detalle.

En el “Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un gran sismo de gran magnitud: Distrito de Carabayllo / Perú” realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en el 2011, se identifican, califican y cuantifican las edificaciones que se encuentran con un alto nivel de vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de peligros sísmicos. La base de datos y la información cartográfica es solicitada al Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI base 2007. Por último, mediante el proceso de inspección (observación) se va determinar el nivel de vulnerabilidad.

- En la presente tesis, a comparación del estudio de INDECI, se busca determinar el nivel de vulnerabilidad mediante la evaluación de los factores físicos y sociales, debido que la vulnerabilidad no solo implica el aspecto de infraestructura sino del aspecto social, de la población y sus condiciones de vida.
- La evaluación de los parámetros del estudio del INDECI se desarrollaron cualitativamente (por observación), mientras que en la presente tesis se usa la metodología AHP, la cual va permitir tomar decisiones complejas en la comparación



de los parámetros a evaluar mediante la asignación de una ponderación, convirtiéndose en un método matemático y consistente.

- La presente tesis tiene como unidad de análisis el lote, haciendo que los resultados de la determinación de la vulnerabilidad en el asentamiento humano La Flor sea lo más cercano a la realidad, caso contrario con el estudio del INDECI la cual tiene como unidad de análisis la manzana.

En la tesis “Aplicación de Tecnologías de Información Geográfica para la estimación del riesgo en Villa María del Triunfo”, elaborado por Alvarez en 2018, en el análisis de Vulnerabilidad se evaluaron los factores exposición, fragilidad y resiliencia como se muestra en el Manual del Cenepred. Para la ponderación de las variables Alvarez emplea el método del Proceso de Análisis multicriterio AHP. Con respecto a su unidad de análisis es a nivel manzanas, cuya información fue facilitada por organismos públicos y complementada con salidas de campo. Finalmente, con la aplicación de una plataforma SIG va estimar el nivel de riesgo en Villa María del Triunfo.

- En la tesis propuesta por Alvarez, en el análisis de vulnerabilidad propone solo 4 parámetros para la dimensión física y 4 parámetros para la dimensión social, mientras que en la presente tesis se evalúan 9 parámetros para la dimensión física y 8 parámetros para la dimensión social, por lo cual la hace que la investigación se más exacta.
- Por otro lado, Alvarez, señala al Estado de Conservación como parámetro de la resiliencia física, mientras que para el Manual del Cenepred 2017 y para la presente tesis dicho parámetro pertenece a la fragilidad física debido que la debilidad de una vivienda se va ver reflejada en el estado de conservación frente a un sismo de gran magnitud.

- La presente tesis tuvo como unidad de análisis al lote, lo cual hace que el estudio sea más detallado, mientras que la tesis propuesta por Alvarez fue desarrollada a nivel manzana.
- Del mismo modo la aplicación de los modelos de geoprocésamiento van a determinar e identificar el nivel de vulnerabilidad de todos los lotes del asentamiento humano La Flor, logrando que la investigación sea automatizada y eficiente.

La tesis denominada “Optimización del uso del SIG en la microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad física en la ciudad de Guaranda-Ecuador” realizado por Mena en 2013, basa su investigación desde un punto de vista geológico el cual va desarrollar mapas de Microzonificación Sísmica y de Vulnerabilidad Física de las Edificaciones, cuyos resultados van a permitir desarrollar ciertos parámetros para la construcción de edificaciones para determinado tipo de suelo. Con respecto a la vulnerabilidad física se evaluó solo 3 parámetros, cuya unidad de análisis fue predio por predio. Su análisis fue cuantitativo básico, basado en consideraciones sobre el comportamiento de las edificaciones respecto a los sismos. Posteriormente aplica el SIG para el procesamiento de Datos y obtener los resultados finales de sus mapas.

- Los indicadores que empleó Mena para la evaluación de la vulnerabilidad fueron solo 3: Tipo de Construcción, Material de Construcción y condición de construcción. A diferencia de ello, en la presente tesis se evaluaron 16 parámetros (dimensión física y social) las cuales determinan la vulnerabilidad de una forma más completa.
- Mena evalúa la Vulnerabilidad en el SIG de forma manual, mientras que, para la presente tesis, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se desarrolló mediante la aplicación de un modelo de geoprocésamiento en la plataforma ArcGIS, la cual permitió la automatización de los diversos procesos propios de la evaluación.

## VI. CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio se detallan las siguientes conclusiones:

- Para la determinación del nivel de la vulnerabilidad se evaluó mediante la intersección de datos de la dimensión física y social. En el Plano N° 25 se determinan los niveles de vulnerabilidad en el asentamiento humano La Flor, los cuales indican lo siguiente:

- Nivel Bajo: Conforman 42 lotes, equivalente a un 5% del total de lotes.
- Nivel Medio: Conforman 386 lotes, equivalente a un 48% del total de lotes.
- Nivel Alto: Conforman 358 lotes, equivalente a un 44% del total de lotes.
- Nivel Muy Alto: Conforman 24 lotes, equivalente a un 3% del total de lotes.

Se concluye que el 47% de lotes se encuentran entre el nivel Alto y Muy Alto, aproximadamente un 48% de lotes pertenecen al nivel Medio y solo un 5% de lotes pertenecen al nivel Bajo con respecto al nivel de la Vulnerabilidad, lo cual manifiesta un tema preocupante respecto a las edificaciones y población que se encuentran asentadas en el asentamiento humano La Flor.

- Para la determinación del nivel de la dimensión física se evaluó la exposición, la fragilidad y la resiliencia física. En el Plano N° 13, se determinan los niveles de la dimensión física en el asentamiento humano La Flor, los cuales indican lo siguiente:

- Nivel Bajo: Conforman 103 lotes, equivalente a un 13% del total de lotes.
- Nivel Medio: Conforman 382 lotes, equivalente a un 47% del total de lotes.
- Nivel Alto: Conforman 162 lotes, equivalente a un 20% del total de lotes.
- Nivel Muy Alto: Conforman 163 lotes, equivalente a un 20% del total de lotes.

Se concluye que el 40% de lotes se encuentran entre el nivel Alto y Muy Alto, caracterizándose por presentar un mal estado de conservación, falta de elementos estructurales, ningún reforzamiento de la vivienda, entre otros. Luego un 47% de lotes pertenecen al nivel Medio y solo un 13% de lotes pertenecen al nivel Bajo con respecto al nivel de la dimensión Física, lo cual manifiesta un tema preocupante respecto a los diversos sistemas constructivos que se encuentran en el asentamiento humano La Flor.

- Para la determinación del nivel de la dimensión social se evaluó la exposición, la fragilidad y la resiliencia social. En el Plano N° 24, se determinan los niveles de la dimensión social en el asentamiento humano La Flor, los cuales indican lo siguiente:
  - Nivel Bajo: Conforman 25 lotes, equivalente a un 3% del total de lotes.
  - Nivel Medio: Conforman 381 lotes, equivalente a un 47% del total de lotes.
  - Nivel Alto: Conforman 360 lotes, equivalente a un 45% del total de lotes.
  - Nivel Muy Alto: Conforman 44 lotes, equivalente a un 5% del total de lotes.

Se concluye que el 50% de lotes se encuentran entre el nivel Alto y Muy Alto, caracterizándose por presentar población con un rango de edad muy vulnerable, predominancia de personas con algún tipo de discapacidad, no participa en simulacros de sismos, entre otros. Luego un 47% de lotes pertenecen al nivel Medio y solo un 3% de lotes pertenecen al nivel Bajo con respecto al nivel de la dimensión Social, lo cual manifiesta un tema preocupante con respecto a la fragilidad y resiliencia social; es decir la población, se torna muy vulnerable ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

- La aplicación del modelo de geoprocésamiento en una plataforma de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió identificar los diversos niveles de vulnerabilidad de las viviendas y de la población del asentamiento humano La Flor. Los modelos aplicados para la presente tesis fueron los siguientes:
  - El modelo denominado “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PFISICOS”, permitió importar los datos físicos tomados en campo (Excel) a la plataforma SIG.
  - El modelo denominado “M\_DIMENSION\_FISICA”, permitió determinar el nivel de la dimensión física del asentamiento humano La Flor.
  - El modelo denominado “M\_IMPORTAR\_DATOS\_PSOCIALES”, permitió importar los datos sociales tomados en campo (Excel) a la plataforma SIG.
  - El modelo denominado “M\_DIMENSION\_SOCIAL”, permitió determinar el nivel de la dimensión social del asentamiento humano La Flor.
  - El modelo denominado “M\_VULNERABILIDAD”, permitió determinar el nivel de la vulnerabilidad en el asentamiento humano La Flor.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los profesionales desarrollen más estudios, así como la presente investigación, relacionados a la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en áreas de evidente estado de vulnerabilidad.
- Que la Municipalidad de Carabayllo establezca alguna ordenanza en la cual exijan ciertos parámetros que deben cumplir las edificaciones en los asentamientos humanos. Así como incluir programas de inspecciones técnicas de forma periódica.
- Que la Municipalidad de Carabayllo en convenio con otras entidades, fomenten la realización de cursos de capacitación en GRD en los diversos sectores del distrito, a su vez concientizar a la población sobre los peligros que se encuentra expuestos.
- Para estudios en Gestión de Riesgo de Desastres se recomienda trabajar con la metodología AHP, debido que proporciona los pesos ponderados de los parámetros a evaluar a través de ciertos criterios los cuales van a ser verificados y validados.
- Para estudios relacionados en Gestión de Riesgos de Desastres, cuyos escenarios de análisis y metodología son similares a la presente investigación, se recomienda la aplicación de los modelos de Geoprocesamiento, debido que automatizan los procedimientos para la obtención final de los resultados de una manera muy eficiente.
- Para los lotes que representan una vulnerabilidad alta y muy alta se recomienda:
  - Tomar conciencia sobre la realidad en la que se encuentra y en base a esto reforzar su vivienda.
  - La población debe reubicarse y en su defecto reasentarse sobre áreas seguras que se encuentran dentro de las zonas de expansión urbana.
  - El Gobierno debe financiar la construcción de viviendas, en lugares óptimos para residir.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, D. (2014). *Las 10 herramientas de geoprocésamiento que todo Analista GIS debería conocer*. Obtenido de Mappinggis: <https://mappinggis.com/2014/10/herramientas-de-geoprocésamiento-en-gis/>
- Alvarez, L. (2018). *Aplicación de tecnologías de información geográfica para la estimación del riesgo en villa maría del triunfo*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú. 188pp.
- Andina (2017). Lima arrastra preocupante "silencio sísmico" de 271 años. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-lima-arrastra-preocupante-silencio-sismico-271-anos-683653.aspx>
- Asencios, J., & Ato, M. (2015). *Propuesta Metodológica para la Evaluación Semicuantitativa de Riesgo de Desastres con fines de Ordenamiento Territorial, en el distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Departamento de Ancash*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú. 158 pp.
- Asenjo, S., Fernández, C., & Montero, J. (noviembre de 2006). Análisis del riesgo sísmico en zonas urbanas mediante sistemas de información geográfica. Aplicación a la ciudad de Granada. *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, 39(2), 147-166 pp.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom 2008. 94 pp.
- Bonett, R. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Barcelona - España: (tesis de grado). Universidad Politécnica de Cataluña. 474 pp.
- Campos, C. (2018). *Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan de*

- Lurigancho. Lima - Perú: (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal. 306 pp.
- Castro, R. (2014). Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú. 269 pp.
  - Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres - CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales - 2da Versión*. Lima - Perú. 312 pp.
  - Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres- CENEPRED (2017). *Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos*. Lima-Perú. 106pp
  - Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres- Universidad Nacional de Ingeniería, CISMID - UNI. (2013). MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA Y EVALUACIÓN DEL RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO UBICADA EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO. Lima - Perú. 10 pp.
  - Cuya, A. (2017). Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú.
  - Falla, J. (2012). Geoprocesamiento. Obtenido de [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento\\_nov\\_2012.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento_nov_2012.pdf)
  - Flores, R. (2016). Modelamiento Geoespacial para la determinación del grado de vulnerabilidad, distrito Leimebamba – Amazonas. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 171 pp.

- Guardiola-Víllora, A., & Basset-Salom, L. (2015). Escenarios de riesgo sísmico del distrito del Eixample de la ciudad de Valencia. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 31(2), 81-90 pp.
- Hernández, J., & Lockhart, S. (2011). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI (2), 256-275 pp.
- Hernández, M. (2012). Metodología de la investigación. Tipos y niveles de investigación. Obtenido de <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación - 6ta Ed. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V 600pp
- Instituto Geofísico del Perú. (2017). Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2017. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/fuente-informacion/instituto-geofisico-peru-igp>
- Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Lima - Perú. 73 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI. (2011). Compendio Estadístico del INDECI 2011 en la atención de emergencias. Lima - Perú. 564 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI. (2011). Estudio para determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable ocurrencia de un Gran Sismo de Gran Magnitud: Distrito de Carabayllo / Perú. Lima - Perú: Estudio técnico, 5. 59 pp.
- Kuroiwa, J. (2016). Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú. Lima - Perú. 112 pp.
- Los Movimientos Sísmicos. (s.f.). Obtenido de Geografía: <https://lageografia.com/geografia-fisica/movimientos-sismicos>

- Mena, D. (2013). Optimización del uso del SIG en la microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad física en la ciudad de Guaranda, Ecuador. (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador. 113 pp.
- Morea, M., & Huerta, J. (s.f.). Sistemas de Información Geográfica. Obtenido de [https://administracionelectronica.gob.es/pae\\_Home/dam/jcr.../Ponencia\\_130.pdf](https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr.../Ponencia_130.pdf)
- Municipalidad Distrital de Carabayllo. (2016). Plan de Desarrollo Local Concertado del Distrito de Carabayllo al 2021. *Carabayllo Ciudad de oportunidades*. 116 pp.
- Preciado, A., Rodríguez, O., Caro-Becerra, J., & Lujan-Godinez, R. (2015). Vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería no reforzada en el pueblo de Tlajomulco, Jalisco. *XX Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS)*. 16pp.
- Reglamento de la Ley N° 29664 (2011). Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú.
- Rivas, N. (2017). Identificación de zonas vulnerables, aplicando el Sistema de Información Geográfica, Unidad Hidrográfica Chira-Piura. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 155 pp.
- Sastre, P. (2010). Sistemas de Información Geográfica (SIG): Técnicas básicas para estudios de biodiversidad. España: Instituto Geológico y Minero de España. 58 pp.
- Tavera, H., Bernal, I., & Salas, H. (2007). El Sismo de Pisco del 15 de Agosto, 2007 (7.9Mw). Ica - Perú. 13 - 22 pp. Obtenido de <https://www.eeri.org/wp-content/uploads/Pisco150807.pdf>
- Toskano, G. (2005). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Lima - Perú. 100 pp.
- Villegas, J. (2014). Análisis de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en el sector morro solar bajo, ciudad de Jaén - Cajamarca. Cajamarca - Perú: (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. 95 pp.



## IX. ANEXO

### 9.1. Panel Fotográfico.

#### Presentación, capacitación y sensibilización del presente estudio



*Figura 1:* En el lado izquierdo, fotografía de la reunión con los integrantes de la directiva de las diversas etapas del asentamiento humano La Flor, donde se presentó y explicó el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, los directivos apoyaron en la difusión y sensibilización a los vecinos del área de estudio. En el lado derecho, fotografía de la capacitación a los integrantes que apoyaron en las labores de campo. Fuente: Elaboración Propia



*Figura 2:* En el lado izquierdo, fotografía de los volantes informativos que se elaboraron y repartieron a la población previamente a los trabajos de campo. En el lado derecho se observa el local comunal, desde donde se voceó a los vecinos por medio de parlantes ubicados en distintos sectores sobre el estudio que se va realizar en su comuna. Fuente: Elaboración Propia

### Receptor GNSS SOKKIA GRX1 – Levantamiento Estático Rápido - Postproceso



Figura 3: En la primera imagen se observa el punto geodésico de orden “C” denominado “LIM011496” el cual fue monumentado por la empresa GEOTUPUY S.A.C. y certificado por el Instituto Geográfico Nacional (2018). Dicho punto geodésico es considerado como punto base para la obtención de las coordenadas absolutas de los 10 puntos fotocontrol, los cuales han sido identificados sobre elementos en tierra para la posterior georreferenciación de la ortofoto obtenida por el procesamiento del levantamiento fotogramétrico del Drone (ver Plano N° 26). En la segunda imagen se muestra el receptor GNSS SOKKIA GRX1, el cual fue empleado para el cálculo de coordenadas de los puntos fotocontrol mediante el método “estático rápido” (ocupación en simultaneo de dos receptores GNSS con tiempos de observación de pocos minutos, cuya precisión es de 1 - 2 cm). Posterior al levantamiento geodésico en campo se realizaron los procesamientos en gabinete con el software “Trimble Business Center” (tercera imagen), cuyos resultados se muestran en la tabla 2 y 3 (anexos), basándose en los datos técnicos mostrados en la Tabla 1 (anexos). Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1

#### Datos Técnicos del receptor GNSS y del levantamiento geodésico (post procesamiento)

CARACTERÍSTICAS DEL RECEPTOR	SISTEMA DE COORDENADAS	DATOS DEL POST PROCESAMIENTO
Receptor GNSS Geodésico: Marca SOKKIA modelo GRX1	Nombre: World wide/UTM	Software de Procesamiento: Trimble Business Center
Frecuencia utilizada: Frecuencia doble (L1,L2)	Datum: WGS 1984	Modificado: 16/09/2020 17:18:38 (UTC:-5)
Punto Base: LIM011496	Zona: 18 South	Zona horaria: Hora est. Pacífico, Sudamérica
Punto Fotocontrol: PFC(N°)	Geoide: EGM2008 1' Peru	Duración de Procesamiento (Líneas Base): 00:10:00
	Angulo de Convergencia de Meridiano Promedio: 0°25'05"	Intervalo de Procesamiento: 5 segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2  
Informe del procesamiento de líneas base

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
LIM011496 --- PFC9 (B10)	LIM011496	PFC9	Fija	0.010	0.023	167°45'55"	3686.550	-18.907
LIM011496 --- PFC10 (B9)	LIM011496	PFC10	Fija	0.016	0.030	166°56'18"	3573.421	-17.844
LIM011496 --- PFC5 (B8)	LIM011496	PFC5	Fija	0.011	0.019	163°05'30"	3697.006	7.261
LIM011496 --- PFC8 (B7)	LIM011496	PFC8	Fija	0.012	0.031	169°08'07"	3897.541	-25.177
LIM011496 --- PFC7 (B6)	LIM011496	PFC7	Fija	0.014	0.036	166°17'43"	4001.748	-2.036
LIM011496 --- PFC6 (B5)	LIM011496	PFC6	Fija	0.008	0.017	165°34'46"	3759.832	-7.237
LIM011496 --- PFC3 (B4)	LIM011496	PFC3	Fija	0.021	0.023	166°57'33"	4080.871	32.295
LIM011496 --- PFC4 (B3)	LIM011496	PFC4	Fija	0.012	0.016	161°02'09"	3976.080	46.585
LIM011496 --- PFC1 (B2)	LIM011496	PFC1	Fija	0.011	0.018	160°22'24"	4104.171	48.085
LIM011496 --- PFC2 (B1)	LIM011496	PFC2	Fija	0.015	0.018	164°35'42"	4159.158	37.149

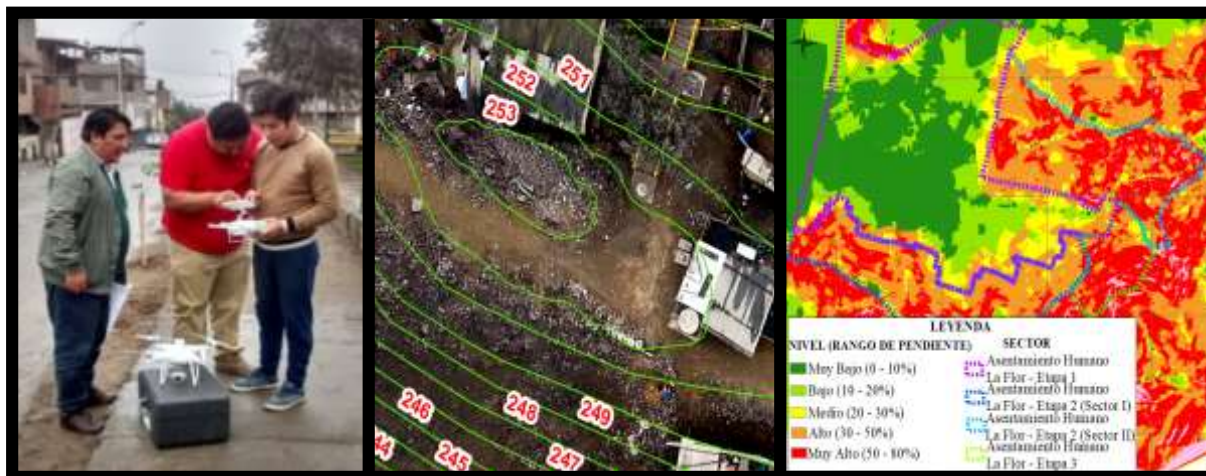
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3  
Cuadro de lista de puntos – Coordenadas geográficas y UTM

ID	Latitud (Global)	Longitud (Global)	Altura (Global) (Metro)	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Factor de escala de proyección	Factor de escala de altura
LIM011496	S11°51'46.63930"	O77°02'10.77440"	249.974	278172.988	8687789.817	224.940	1.0002088642	0.9999608148
PFC1	S11°53'52.44235"	O77°01'25.22092"	298.059	279580.078	8683933.494	272.999	1.0002011615	0.9999532774
PFC2	S11°53'57.12898"	O77°01'34.26499"	287.123	279307.388	8683787.461	262.109	1.0002026500	0.9999549916
PFC3	S11°53'56.01933"	O77°01'40.34573"	282.269	279123.092	8683820.222	257.280	1.0002036571	0.9999557525
PFC4	S11°53'49.01039"	O77°01'28.07629"	296.559	279492.885	8684038.340	271.507	1.0002016373	0.9999535125
PFC5	S11°53'41.75108"	O77°01'35.24402"	257.235	279274.309	8684259.863	232.204	1.0002028309	0.9999596766
PFC6	S11°53'45.14172"	O77°01'39.83363"	242.737	279136.152	8684154.643	217.730	1.0002035858	0.9999619492
PFC7	S11°53'53.16182"	O77°01'39.44536"	247.938	279149.703	8683908.242	222.941	1.0002035117	0.9999611339
PFC8	S11°53'51.20480"	O77°01'46.49801"	224.797	278935.798	8683966.830	199.828	1.0002046815	0.9999647613
PFC9	S11°53'43.88711"	O77°01'44.95855"	231.067	278980.751	8684192.069	206.081	1.0002044357	0.9999637785
PFC10	S11°53'39.92166"	O77°01'44.08820"	232.130	279006.204	8684314.135	207.135	1.0002042965	0.9999636119

Fuente: Elaboración Propia

## Levantamiento fotogramétrico con tecnología RPA – Multirotor DJI Phantom 4 RTK



*Figura 4:* En la primera imagen se observa el multirotor DJI Phantom 4 RTK, el cual fue empleado para la realización del levantamiento fotogramétrico (captura de imágenes con traslape para obtener una remodelación del terreno). En el Plano N° 26, se observa la ortofoto (imagen rectificada que adapta una proyección ortogonal) obtenida mediante el procesamiento de las imágenes capturadas por el RPA multirotor. Asimismo, se visualizan los 10 puntos fotocontrol, con los cuales se realizó la georreferenciación de la ortofoto y posteriormente la generación de las curvas de nivel al metro (segunda imagen). Cabe recalcar que estos procesamientos fueron realizados en el software Agisoft Metashape, con el apoyo y asesoramiento de la empresa “GEOTUPUY S.A.C”. Finalmente, en el software ArcMap 10.3 se ajustó espacialmente la cartografía a la ortofoto, y con ello se procesó el plano de pendientes en función a las curvas de nivel anteriormente generadas (tercera imagen). Fuente: Elaboración Propia

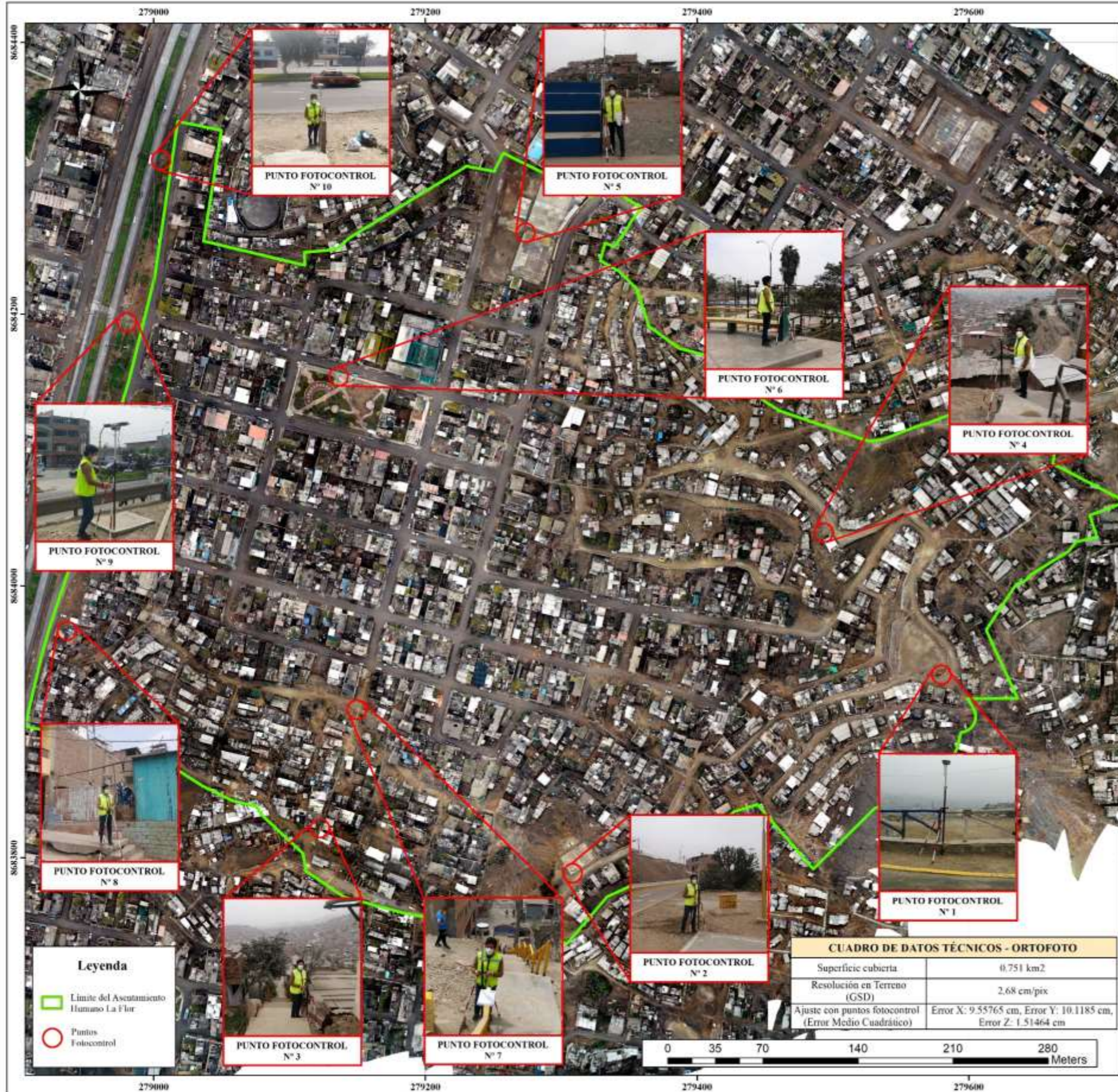
Tabla 4

*Datos técnicos del RPA multirrotor Phantom 4 RTK y su procesamiento*

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Imágenes a color	RGB
Número de imágenes	584
Altitud media de vuelo	106 m
Resolución en terreno (GSD)	2.68 cm/pix
Superficie Cubierta	0.751 km <sup>2</sup> / 75.1 ha
Fabricante / modelo de cámara / distancia focal	DJI / FC6310R / 8.8 mm
Resolución (pix)	5472 x 3648
Marcadores (Puntos Fotocontrol)	10
Error Medio Cuadrático (posición de los Puntos Fotocontrol)	X= 9.55765 cm, Y= 10.1185 cm, Z= 1.51464 cm
Resolución del Modelo digital de elevaciones	10.7 cm/pix

Fuente: Elaboración Propia





**MAPA DE UBICACIÓN DISTRITAL**

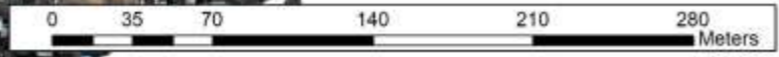


**CUADRO DE COORDENADAS**

PUNTOS FOTO CONTROL	ESTE (metros)	NORTE (metros)	ALTITUD (metros)	DESCRIPCIÓN
1	279580.078	8683933.494	272.999	Zona de Recreación - 3ª Etapa
2	279307.388	8683787.461	262.109	Loza Deportiva (2ª Etapa - Sector I)
3	279123.092	8683820.222	257.280	Escalera (Parte alta)- Pasaje San Pedro
4	279492.885	8684038.340	271.507	Escalera - Pasaje N° 2
5	279274.309	8684259.863	232.204	Loza Deportiva - 1ª Etapa
6	279136.152	8684154.643	217.730	Parque Principal - 1ª Etapa
7	279149.703	8683908.242	222.941	Escalera (Parte baja)- Pasaje San Pedro
8	278935.798	8683966.830	199.828	Escalera Sin Nombre - 1ª Etapa
9	278980.751	8684192.069	206.081	Concreto (Semáforo)- 1ª Etapa
10	279006.204	8684314.135	207.135	Escalera Sin Nombre - 1ª Etapa

**CUADRO DE DATOS TÉCNICOS - ORTOFOTO**

Superficie cubierta	0.751 km <sup>2</sup>
Resolución en Terreno (GSD)	2.68 cm/pix
Ajuste con puntos fotocontrol (Error Medio Cuadrático)	Error X: 9.55765 cm, Error Y: 10.1185 cm, Error Z: 1.51464 cm



**Leyenda**

- Límite del Asentamiento Humano La Flor
- Puntos Fotocontrol

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLOR"

PLANO: "DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS FOTOCONTROL - ORTOFOTO GEORREFERENCIADA"

DEPARTAMENTO	DISTRITO	PROYECCIÓN	DATUM	ZONA	ESCALA	PLANO N°
LIMA	CARABAYLLO	UTM	WGS 84	18 SUR	1 : 2000	<b>26</b>
PROVINCIA	ELABORADO	FECHA	FUENTE			
LIMA	BACH. ERICK GÓMEZ FUERTES	SETIEMBRE 2020	GEOTUPUY S.A.C.			



## Otro tipo de observaciones vistas en campo

### Deslizamientos de piedras



*Figura 6:* Fotografías de viviendas ubicadas en la parte alta del AA. HH La Flor 2º Etapa, Sector II, donde se pueden apreciar que diversas viviendas quedan expuestas a deslizamientos de roca, las cuales se tornan aún más vulnerables ante la ocurrencia de un sismo o lluvias intensas. Fuente: Elaboración Propia

### Escaleras deterioradas



*Figura 7:* En el lado izquierdo, vista de la escalera denominada Pasaje 4, AAHH. La Flor 3º Etapa y al lado derecho, vista de la escalera denominada Pasaje Santa María, AA. HH La Flor 1º Etapa. Diversas escaleras evidencian presencia de material suelto como piedras, las cuales obstaculizan el tránsito de los mismos habitantes. De la misma forma se visualiza un notable deterioro de las escaleras, muchas de ellas sin presencia de barandas las cuales hacen que la población se torne más vulnerable ante la ocurrencia de un sismo. Fuente: Elaboración Propia

## Obras no culminadas



*Figura 8:* En el lado izquierdo, vista del pasaje Las Tunas, AAHH. La Flor 2º Etapa, Sector II, y al lado derecho, vista del pasaje Las Violetas, AA. HH La Flor 2º Etapa, Sector II. Muchos de estos pasajes presentan caminos muy dificultosos para el libre tránsito, debido que no han sido trabajados adecuadamente, los cuales pueden exponer a la población más vulnerable del asentamiento humano. Fuente: Elaboración Propia

## Espacios Destinados para Otros Usos



*Figura 9:* Viviendas del AA. HH La Flor, 1º Etapa. Se observaron ciertas viviendas que estaban asentadas sobre áreas que estaban destinadas para otro tipo de usos (no residenciales). Fuente: Elaboración Propia

## 9.2. Ficha y encuesta para la recopilación de información de campo.

Tabla 5

Ficha para la recopilación de información de campo: Dimensión Física

FICHA DE LOS PARAMETROS A EVALUAR DE LA DIMENSIÓN FÍSICA									
DIRECCION DEL LOTE					FOTO O CROQUIS				
Asentamiento o Pueblo Joven / Etapa / Sector		Dirección (Avenida, Jiron, Calle, Pasaje)							
Manzana		Lote	N° Puerta						
<b>Principales Elementos Estructurales (Marcar con "x" todas las opciones posibles)</b>									
Ninguno		Cimiento		Muros		Columnas		Vigas	
Losa		Placas de Concreto armado		---	---	---	---	---	---
<b>Material predominante en paredes (Marcar con "x")</b>									
Estera		Triplay		Madera		Adobe		Ladrillo	
<b>Material predominante en techos (Marcar con "x")</b>									
Estera		Triplay		Calamina		Madera		Concreto	
<b>Estado de conservación (Marcar con "x")</b>									
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno		Muy Bueno	
<b>Antigüedad en la construcción (Marcar con "x")</b>									
41 años a más		31-40 años		21-30 años		11-20 años		0-10 años	
<b>Pendiente del Terreno (Marcar con "x")</b>									
50 – 80%		30 - 50%		20 - 30%		10 - 20 %		0 - 10 %	
<b>Número de pisos (Marcar con "x")</b>									
5 pisos a más		4 pisos		3 pisos		2 pisos		1 piso	
<b>Cargas Vivas en el techo (Marcar con "x")</b>									
Materiales de construcción		Todo tipo de objetos pesados		Maderas sueltas		Tanques elevados		Ninguno	
<b>Reforzamiento de la Vivienda (Marcar con "x")</b>									
No se quiere reforzar la edificación		Se proyecta reforzar la vivienda a futuro.		Se está pensando en realizar reforzamiento dentro del año.		Se está empezando a reforzar la edificación		La edificación ya ha sido reforzada	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

## Encuesta para la recopilación de información de campo: Dimensión Social

ENCUESTA DE LOS PARAMETROS A EVALUAR DE LA DIMENSIÓN SOCIAL					
DIRECCIÓN DEL LOTE					
Asentamiento o P.J / Etapa / Sector	Dirección (Av., Jr., Ca., Psj.)	Mz	Lote	Nº Puerta	Nº Habitantes
Grupo Etario	Cantidad de habitantes	Nivel Educativo Alcanzado		Cantidad de habitantes	
De 0 a 3 años y mayores de 65 años		Ninguno			
De 4 a 12 años y de 60 a 65 años		Inicial			
De 13 a 15 años y de 50 a 59 años		Primaria			
De 16 a 29 años		Secundaria			
De 30 a 49 años		Superior			
Discapacidad	Cantidad de habitantes	Tipo de seguro		Cantidad de habitantes	
Para usar brazos y piernas		No tiene			
Visual		SIS			
Para oír o hablar		ESSALUD			
Mental o intelectual		FFAA-PNP			
No tiene		Seguro privado/otro			
Servicios Básicos	Marcar con (x)	Tenencia de vivienda		Marcarcon(x)	
No tiene		Prestada			
Luz		Cedida porel trabajooinstitución			
Pilón de Agua		Alquilada			
Luz y Pílon de Agua		Propia sin título de propiedad			
Agua, desagüe y luz		Propia con título de propiedad			
Conocimientos local sobre ocurrencia pasada de sismos	Marcar con (x)	Participación en Simulacro de Sismos		Marcarcon(x)	
Existe desconocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos		Nadie participa en simulacro de sismos			
Existe un escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos		Algunos habitantes participan en simulacro de sismos			
Existe unregular conocimientosobre las causas y consecuencias de los sismos		Varios habitantes participan en simulacro de sismos			
Existe un alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos		La mayoría de habitantes participan en simulacro de sismos			
Existe un muy alto conocimiento sobre las causas y consecuencias de los sismos		Todos los habitantes participan en simulacro de sismos			
<b>OBSERVACIONES:</b>					
- Nombre de jefe del hogar y/o Dni					
- Sugerencias					

Fuente: Elaboración Propia

9.3. Base de datos recopilados de campo de los parámetros de la vulnerabilidad

Tabla 7  
Base de datos de los parámetros de la dimensión física a nivel manzana

DENOMINACION	MZ	PE					MP					MT					EC					AN					PT					NU					CA					RE					
		PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MT 1	MT 2	MT 3	MT 4	MT 5	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	EC 5	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	NU 1	NU 2	NU 3	NU 4	NU 5	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	CA 5	RE 1	RE 2	RE 3	RE 4	RE 5	
AAHH LA FLOR ETAPA 1	66A	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	3	6	1	10	-	-	-	-	-	4	3	3	-	-	-	3	7	-	-	-	-	3	7	-	-	6	-	4	
	79	-	-	-	-	12	-	-	-	-	12	-	-	-	-	12	-	-	4	8	-	2	4	1	4	1	-	-	-	5	7	-	1	3	6	2	1	-	-	-	-	11	-	-	4	-	8
	79A	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	2	2	-	2	-	2	-	-	-	-	2	2	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	4	-	-	2	-	2	
	80	-	1	-	-	8	-	-	-	-	9	-	-	1	-	8	-	1	1	6	1	5	3	-	1	-	-	-	3	6	-	1	3	2	3	1	-	-	-	-	4	4	-	2	-	-	7
	80A	-	1	-	1	5	-	-	-	-	7	-	-	2	-	5	-	-	4	3	-	7	-	-	-	-	-	7	-	-	-	1	2	2	2	-	1	-	-	1	5	-	-	6	-	1	
	81	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	3	4	3	2	6	1	1	-	-	-	-	2	8	-	3	3	4	-	-	2	-	2	6	-	2	2	-	6	
	81A	1	1	3	4	16	-	1	-	-	24	-	-	9	-	16	-	1	10	14	-	3	5	9	7	1	-	10	11	4	-	-	1	5	9	10	-	-	4	1	20	-	5	10	2	8	
	81B	2	2	-	1	22	1	-	1	-	25	-	-	5	-	22	1	-	9	15	2	17	3	1	4	2	-	9	17	1	-	-	1	4	9	13	-	1	1	7	18	-	4	16	-	7	
	81C	1	-	-	2	6	-	-	1	-	8	-	-	3	-	6	-	-	6	3	-	8	-	-	-	1	-	5	4	-	-	-	-	-	2	7	-	-	1	1	7	-	3	6	-	-	
	81D	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	
	82	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	2	8	-	2	1	2	4	1	-	-	-	-	10	-	-	3	5	2	1	-	1	1	7	-	-	6	-	4	
	82A	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	2	4	-	1	1	1	3	-	-	-	-	6	-	2	-	3	1	-	-	1	2	3	-	-	5	-	1		
	82B	1	-	1	4	15	-	-	1	-	20	-	-	5	1	15	-	-	7	14	-	4	6	6	4	1	-	9	9	3	-	-	-	2	10	9	-	1	1	-	19	-	-	17	-	4	
	83	-	-	-	5	14	-	-	-	-	19	-	-	5	-	14	-	-	4	14	1	12	-	3	4	-	-	-	-	17	2	-	2	4	7	6	-	-	2	4	13	-	3	11	-	5	
	83A	-	-	1	1	8	-	-	-	-	10	-	-	2	-	8	-	-	4	6	-	7	1	-	2	-	-	-	1	8	1	-	-	2	5	3	-	1	-	2	7	-	-	7	-	3	
	83B	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	1	5	-	4	-	1	1	-	-	-	5	1	-	1	5	-	-	-	-	-	1	5	-	-	2	-	4		
	84	-	-	-	2	9	-	-	-	-	11	-	-	2	-	9	-	-	4	6	1	4	2	4	-	1	-	-	-	-	11	-	1	3	3	4	1	-	-	1	9	-	-	9	1	1	
	84A	-	-	1	1	8	-	-	-	-	10	-	-	1	1	8	-	-	4	6	-	1	2	2	4	1	-	8	-	2	-	-	1	5	2	-	2	-	1	7	-	2	8	-	-		
	85	-	-	-	3	17	-	-	-	-	20	-	-	3	-	17	-	-	4	15	1	4	1	11	4	-	-	-	-	20	-	-	10	4	6	2	-	1	1	16	-	-	12	1	7		
	86	1	-	-	2	19	-	1	-	-	21	-	-	3	-	19	-	1	3	16	2	5	-	10	6	1	-	-	-	3	19	-	-	6	10	6	2	-	3	-	17	-	1	14	1	6	
	87	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	-	1	-	2	-	-	1	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	2	1	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	
	88	1	-	-	2	5	-	-	1	-	7	-	-	3	-	5	-	1	2	5	-	4	1	2	-	1	-	-	-	1	7	-	-	1	4	3	-	-	-	1	7	-	2	6	-	-	
	88A	-	-	1	2	9	-	-	-	-	12	-	-	3	-	9	-	2	3	7	-	1	3	3	3	2	-	-	-	7	5	-	-	2	6	4	1	-	-	2	9	-	1	10	1	-	
	88B	-	-	-	1	8	-	-	-	-	9	-	-	1	-	8	-	4	-	5	-	5	2	2	-	-	-	1	1	3	4	-	-	4	2	3	-	2	-	1	6	-	1	6	-	2	
	89	-	1	-	-	11	-	-	-	-	12	-	-	1	-	11	-	-	3	8	1	2	4	5	1	-	-	-	9	3	-	2	4	3	3	2	-	2	1	7	-	1	9	-	2		
	89A	-	1	-	2	12	-	-	-	-	15	-	-	3	-	12	-	1	3	11	-	4	3	2	2	4	4	8	3	-	-	-	5	1	6	3	1	-	-	3	11	-	-	12	1	2	
90	-	-	1	3	11	-	-	-	-	15	-	-	3	1	11	-	1	6	6	2	10	2	2	-	1	-	-	-	1	14	-	-	4	7	4	-	2	-	-	13	-	1	13	-	1		
91	-	-	1	5	16	-	-	-	-	22	-	-	6	-	16	-	1	5	16	-	12	7	1	1	1	-	-	-	5	17	-	1	6	8	7	-	-	-	3	19	-	-	18	-	4		
92	-	-	-	2	16	-	-	-	-	18	-	-	2	-	16	-	-	6	11	1	6	3	5	2	2	-	-	-	-	18	1	-	7	7	3	2	-	-	4	2	10	-	-	14	2	2	
99	3	-	-	2	12	-	-	3	-	14	-	-	5	-	12	-	-	7	8	2	2	3	5	4	3	-	4	3	-	-	1	5	6	5	1	-	2	-	14	-	4	11	-	2			
AAHH LA FLOR ETAPA 2 (SECTOR I)	A	-	-	-	1	6	-	-	-	7	-	-	1	-	6	-	-	1	3	3	3	1	3	-	-	5	2	-	-	1	2	2	-	2	-	2	-	1	4	-	2	5	-	-			
	B	6	-	1	-	1	-	2	4	-	2	-	1	5	1	1	-	1	6	1	-	-	1	2	1	4	5	3	-	-	-	-	1	-	7	-	-	-	-	8	-	6	2	-	-		
	C	2	-	2	2	1	-	1	1	-	5	-	-	6	-	1	-	-	4	3	-	-	1	2	1	3	3	4	-	-	-	-	1	-	6	-	-	-	1	6	-	5	2	-	-		
	C'	1	-	1	2	5	-	1	-	-	8	-	-	4	-	5	-	-	6	3	-	-	-	3	5	1	1	7	1	-	-	-	-	-	3	6	-	-	-	9	-	6	3	-	-		
	D	9	-	2	-	-	-	6	3	-	2	-	-	11	-	-	-	4	6	1	-	-	3	2	3	3	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	11	-	6	5	-	-
	E	8	-	2	1	3	1	1	6	-	6	-	-	11	-	3	1	4	6	3	-	1	1	5	1	6	5	7	1	1	-	-	-	-	2	12	-	-	-	-	14	-	7	7	-	-	
	F	5	-	1	4	6	-	2	3	-	11	-	-	10	-	6	-	2	7	7	-	-	3	4	3	6	2	14	-	-	-	-	-	-	2	14	1	-	1	-	14	-	3	13	-	-	
	G	5	-	2	-	3	-	2	3	-	5	-	-	6	1	3	-	2	6	2	-	-	1	3	4	2	3	7	-	-	-	-	-	-	2	8	-	-	-	-	10	-	2	8	-	-	
	G'	1	-	-	-	4	-	-	1	-	4	-	-	1	-	4	-	-	2	3	-	-	2	2	-	1	-	5	-	-	-	-	-	2	1	2	-	-	1	-	4	-	1	4	-	-	
	H	8	-	-	-	6	-	1	7	-	6	-	-	8	-	6	-	2	7	5	-	-	1	2	3	8	6	8	-	-	-	-	-	1	5	8	-	-	1	1	12	-	5	9	-	-	
	I	3	-	-	5	7	-	-	3	-	12	-	-	8	-	7	-	1	6	8	-	1	5	7	1	1	7	6	2	-	-	-	-	-	1	2	12	-	-	-	1	14	-	5	10	-	-
	J	1	-	-	-	3	-	-	1	-	3	-	-	1	-	3	-	-	2	2	-	-	1	1	2	-	1	1	3	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	4	-	3	1	-	-
	K	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	-	-	1	7	-	1	1	1	2	3	1	7	-	-	-	-	-	-	2	6	2	-	-	1	5	-	3	3	-	2	
	L	1	-	2	3	7	-	-	1	-	12	-	-	6	-	7	-	1	7	5	-	1	2	2	5	3	-	13	-	-	-	-	-	-	5	8	2	-	1	-	10	-	6	7	-	-	
	M	1	-	-	3	7	-	-	1	-	10	-	-	4	-	7	-	-	5	6	-	-	-	-																							



AAHH LA FLOR ETAPA 2 (SECTOR II)	D	11	-	-	1	4	-	-	11	-	5	-	-	12	-	4	-	-	6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	3	13	-	1	1	-	14	-	8	8	-	-					
	F	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	13	-	-	-	-	14	-	2	-	-						
	G	-	-	-	1	4	-	-	-	-	5	-	-	1	-	4	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	1	-	2	2	-	3	2	-	-					
	H	11	-	2	3	1	-	-	11	-	6	-	-	16	-	1	-	-	7	10	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	1	16	-	13	4	-	-						
	I	14	-	1	1	1	-	1	13	-	3	-	-	16	-	1	-	-	10	7	-	-	-	-	-	-	-	1	16	-	-	-	-	17	-	12	5	-	-						
	J	4	-	2	-	4	-	-	4	-	6	-	-	6	-	4	-	1	3	6	-	-	-	-	-	-	2	1	7	-	-	1	2	7	-	6	4	-	-						
	K	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1	-	1	-	-					
	L	3	-	-	-	1	-	-	3	-	1	-	-	3	-	1	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	2	-	-	-	-	4	-	3	1	-	-				
	M	3	-	-	-	2	-	1	2	-	2	-	-	3	-	2	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	2	3	-	1	-	1	3	-	3	2	-	-							
	N	3	-	-	1	-	-	-	3	-	1	-	-	4	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	2	2	4	-	-	-	-	4	-	3	1	-	-						
	Ñ	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-							
	O	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-						
	P	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-						
	Q	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-						
	R	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-						
	S	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-						
	A1	9	-	2	3	12	-	2	7	-	17	-	-	13	1	12	-	-	9	17	-	10	4	4	5	3	15	11	-	-	-	-	5	6	15	-	1	-	1	24	-	16	10	-	-
	A2	1	-	-	-	4	-	-	1	-	4	-	-	1	-	4	-	-	5	-	3	1	-	-	1	1	3	1	-	-	-	-	4	1	1	1	-	2	1	-	3	2	-	-	
	B1	-	-	2	4	3	-	-	-	-	9	-	-	6	-	3	-	-	2	7	-	5	2	2	-	-	8	1	-	-	-	-	3	6	-	-	1	-	8	-	4	5	-	-	
	B2	3	-	1	-	5	-	2	1	-	6	-	-	4	-	5	-	-	4	5	-	1	6	2	-	-	9	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	9	-	6	3	-	-		
	C1	1	2	-	2	1	-	1	-	-	5	-	-	5	-	1	-	-	5	1	-	4	1	-	1	-	6	-	-	-	-	1	5	1	-	-	-	5	-	5	1	-	-		
C2	5	-	2	2	2	-	2	3	-	6	-	-	9	-	2	-	-	8	3	-	4	2	1	3	1	2	8	1	-	-	-	1	1	9	-	-	-	11	1	7	3	-	-		
D1	3	-	-	1	3	-	1	2	-	4	-	-	4	-	3	-	-	5	2	-	3	1	2	-	1	4	3	-	-	-	-	2	5	-	1	1	-	5	-	7	-	-			
D2	3	-	-	-	1	-	1	2	-	1	-	-	3	-	1	-	-	3	1	-	-	-	2	1	1	3	1	-	-	-	1	-	3	-	-	-	1	3	-	3	1	-	-		
E1	1	-	-	2	2	-	1	-	-	4	-	-	3	-	2	-	-	1	4	-	3	2	-	-	1	4	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	5	-	5	-	-				
F1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-			
G1	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	2	2	-	2	2	-	2	2	-	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-	-	-				
AAHH LA FLOR ETAPA 3	A	1	-	1	-	4	-	-	1	-	5	-	-	2	-	4	-	1	1	4	-	-	-	3	3	-	2	4	-	-	-	-	4	2	-	-	3	1	2	1	2	3	-	-	
	B	5	-	-	-	1	-	-	5	-	1	-	-	5	-	1	-	1	4	1	-	-	-	-	6	-	6	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	5	1	4	1	-	-		
	C	-	-	1	-	2	-	-	-	3	-	-	1	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	2	1	-	-	-	-	2	1	-	1	-	1	1	-	3	-	-			
	D	1	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	2	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	2	-	1	2	-	-		
	E	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	-	1	-	2	-	-	1	2	-	-	-	-	2	1	3	-	-	-	-	2	1	-	1	-	-	2	-	1	2	-	-		
	F	4	-	3	1	1	-	-	4	-	5	-	-	8	-	1	-	1	5	3	-	-	-	-	9	-	3	6	-	-	-	-	1	8	-	-	1	-	8	-	6	3	-	-	
	G	3	-	-	1	3	-	1	2	-	4	-	-	4	-	3	-	1	1	5	-	-	-	-	6	1	3	4	-	-	-	-	1	6	-	2	-	-	5	-	4	3	-	-	
	H	3	-	1	1	2	-	-	3	-	4	-	-	5	-	2	-	-	3	4	-	-	-	-	7	-	5	2	-	-	-	-	1	6	-	2	-	-	5	-	4	3	-	-	
	H1	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1	2	-	-	-			
	I	2	-	-	1	-	-	-	2	-	1	-	-	3	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	2	1	-	-			
J	3	-	1	1	-	-	-	3	-	2	-	-	5	-	-	-	1	3	1	-	-	-	-	5	-	3	2	-	-	-	-	5	-	-	-	5	1	3	1	-	-				

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Mz: Manzana

PE: Principales Elementos Estructurales; PE1: Ninguno; PE2: Cimiento y Muro; PE3: Cimiento, Muro y Columna; PE4: Cimiento, Muro, Columna y Viga; PE5: Cimiento, Muro, Columna, Viga y Losa

MP: Material Predominante en Paredes; MP1: Estera; MP2: Triplay; MP3: Madera; MP4: Adobe; MP5: Ladrillo

MT: Material Predominante en Techos; MT1: Estera; MT2: Triplay; MT3: Calamina; MT4: Madera; MT5: Concreto

EC: Estado de Conservación; EC1: Muy malo; EC2: Malo; EC3: Regular; EC4: Bueno; EC5: Muy Bueno

AN: Antigüedad; AN1: 41 años a más; AN2: 31 - 40 años; AN3: 21 - 30 años; AN4: 11 - 20 años; AN5: 0 - 10 años

PT: Pendiente del Terreno; PT1: 50 - 80%; PT2: 30 - 50%; PT3: 20 - 30%; PT4: 10 - 20%; PT5: 0 - 10%

NU: Número de Pisos; NU1: 5 pisos a más; NU2: 4 pisos; NU3: 3 pisos; NU4: 2 pisos; NU5: 1 piso

CA: Cargas Vivas; CA1: Material de Construcción; CA2: Objetos Pesados; CA3: Madera Suelta; CA4: Tanques Elevados; CA5: Ninguno

RE: Reforzamiento de Vivienda; RE1: No se pretende reforzar; RE2: Se proyecta reforzar a largo plazo; RE3: Se planea reforzar a mediano o corto plazo; RE4: Se empezó a reforzar; RE5: Ya ha sido reforzada

Tabla 8  
Base de datos de los parámetros de la dimensión social a nivel manzana

DENOMINACION	MZ	GR					DI					TI					SE					TE					NI					CO					PA				
		GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4	DI 5	TI 1	TI 2	TI 3	TI 4	TI 5	SE 1	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	TE 1	TE 2	TE 3	TE 4	TE 5	NI 1	NI 2	NI 3	NI 4	NI 5	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5
AAHH LA FLOR ETAPA 1	66A	10	20	14	13	22	-	-	-	-	79	22	24	25	6	2	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	8	5	13	39	14	-	-	7	3	-	2	1	7	-	-
	79	15	10	18	18	30	2	-	-	-	89	17	36	32	2	4	-	-	-	-	12	-	-	-	-	12	6	5	15	35	30	-	-	4	5	3	1	2	5	3	1
	79A	8	3	1	3	7	1	-	-	-	21	4	12	-	-	6	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	2	-	7	9	4	-	-	4	-	-	-	2	2	-	-
	80	14	13	14	13	31	-	-	2	-	83	13	45	26	1	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	7	7	14	30	27	-	-	7	2	-	-	-	8	-	1
	80A	5	9	10	15	16	-	-	-	-	55	12	17	26	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	7	2	4	8	34	7	-	-	4	3	-	-	1	6	-	-
	81	14	11	28	17	27	-	-	-	1	96	10	33	49	-	5	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	10	4	10	45	28	-	-	4	6	-	-	1	8	1	-
	81A	40	44	52	53	63	-	-	-	1	251	49	112	91	-	-	-	-	-	-	25	-	-	2	-	23	24	17	52	89	70	-	2	14	9	-	3	2	16	4	-
	81B	26	15	23	30	49	1	-	-	2	140	32	91	17	-	3	-	-	-	-	27	-	-	1	-	26	16	10	16	76	25	-	3	17	7	-	5	6	14	2	-
	81C	13	13	14	17	20	1	1	-	-	75	15	52	10	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	8	7	12	37	13	-	1	4	4	-	-	3	5	1	-
	81D	1	-	1	1	3	-	-	1	-	5	-	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	1	-	-	4	1	-	2	-	-	1	1	-	-	-
	82	18	15	9	11	28	-	-	-	1	80	5	46	23	-	7	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	5	6	15	28	27	-	-	5	5	-	-	2	5	3	-
	82A	10	7	11	4	17	-	-	-	-	49	2	32	15	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	4	3	5	14	23	-	-	3	2	1	-	-	3	3	-
	82B	26	14	21	26	40	1	1	-	1	124	15	83	27	1	1	-	-	-	-	21	-	-	-	-	21	14	4	16	66	27	-	-	19	2	-	1	6	11	3	-
	83	29	32	34	44	58	-	-	-	1	192	52	101	44	-	-	-	-	-	-	19	-	-	1	-	18	23	16	33	86	39	-	-	12	7	-	1	2	13	3	-
	83A	10	5	14	13	16	1	-	-	-	57	11	40	7	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	9	1	5	29	14	-	-	8	2	-	-	1	9	-	-
	83B	10	5	16	15	15	-	-	-	-	61	20	41	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	10	6	11	21	13	-	-	4	2	-	-	-	6	-	-
	84	10	12	18	14	16	-	-	-	-	70	10	33	27	-	-	-	-	-	-	11	1	-	2	-	8	4	2	13	35	16	-	-	10	1	-	-	2	7	1	1
	84A	9	20	7	10	14	2	-	-	-	58	10	39	10	-	1	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	3	3	6	23	25	-	-	7	3	-	2	1	4	3	-
	85	22	26	27	43	56	1	-	-	1	172	54	81	39	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	20	15	11	29	77	42	-	2	11	7	-	2	1	15	2	-
	86	41	28	29	35	58	2	-	-	1	188	25	131	35	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	22	18	14	27	80	52	-	2	8	12	-	3	3	13	2	1
	87	5	1	6	2	7	-	-	-	-	21	5	11	5	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	3	-	4	10	4	-	-	3	-	-	-	1	2	-	-
	88	9	9	16	11	19	-	1	-	-	63	7	44	12	-	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	5	4	12	27	16	-	1	4	3	-	-	1	6	1	-
	88A	16	16	12	16	22	-	-	-	-	82	28	39	13	2	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	12	8	4	17	25	28	-	-	10	2	-	1	-	9	2	-
	88B	17	9	10	9	18	-	-	-	1	62	4	34	25	-	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	8	8	5	13	17	20	-	1	5	3	-	1	1	4	3	-
	89	14	13	17	17	24	-	-	-	-	85	26	39	20	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	12	6	4	22	29	24	-	-	10	2	-	2	2	7	1	-
	89A	22	24	37	27	35	1	-	-	-	144	37	85	23	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	15	17	13	27	64	24	-	-	12	3	-	-	1	14	-	-
	90	21	13	24	18	29	1	-	-	-	104	25	60	15	3	2	-	-	-	-	15	-	-	-	-	15	12	4	14	44	31	-	2	6	7	-	-	2	11	2	-
91	25	20	30	17	35	-	-	-	1	126	28	81	16	-	2	-	-	-	-	22	-	-	-	-	22	12	6	22	53	34	-	1	14	7	-	1	3	14	3	1	
92	29	39	23	42	54	2	1	-	2	182	41	84	60	2	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	18	8	13	30	98	38	-	-	13	5	-	1	1	14	2	-	
99	29	30	18	30	28	-	-	-	1	132	12	85	30	5	3	-	1	-	-	16	-	-	-	1	16	10	9	23	78	15	-	4	10	3	-	1	5	9	1	1	
AAHH LA FLOR ETAPA 2 (SECTOR 1)	A	3	8	10	16	17	-	-	-	54	9	25	20	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1	-	6	4	2	3	33	12	-	-	2	5	-	-	2	3	2	-	
	B	5	6	7	12	12	-	-	-	42	17	24	1	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	3	4	7	20	8	1	1	5	1	-	1	5	2	-	-	
	C	4	10	8	8	16	-	-	-	46	10	32	4	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	7	5	2	9	22	8	1	-	6	-	-	-	2	5	-	-	
	C'	5	12	9	7	12	-	-	-	45	12	25	8	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	2	3	8	30	2	1	1	7	-	-	1	3	5	-	-	
	D	4	11	6	17	17	-	-	-	55	17	28	10	-	-	-	-	-	-	11	1	-	-	-	10	7	5	12	17	14	1	1	9	-	-	2	7	2	-	-	
	E	4	6	9	12	17	-	1	-	47	5	25	17	-	1	-	-	-	-	14	-	-	1	-	13	2	3	9	18	16	1	4	8	1	-	5	5	4	-	-	
	F	4	15	12	16	30	-	-	-	1	76	11	47	19	-	-	-	-	-	16	1	-	-	-	15	4	3	16	40	14	2	2	11	1	-	1	10	5	-	-	
	G	3	3	10	9	9	-	-	-	34	14	19	1	-	-	-	-	-	-	10	1	-	1	-	8	2	1	6	18	7	1	1	7	-	1	3	4	3	-	-	
	G'	5	7	6	2	15	-	-	-	35	7	13	13	2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5	1	2	5	27	-	-	1	3	1	-	-	-	5	-	-	
	H	12	19	10	22	33	2	-	-	94	25	45	26	-	-	-	-	-	-	14	-	-	1	-	13	6	8	17	58	7	1	1	8	4	-	1	5	8	-	-	
	I	8	16	9	21	17	-	-	-	71	22	46	3	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	15	7	3	8	39	14	-	1	9	5	-	4	3	8	-	-	
	J	4	9	6	6	14	-	-	-	39	4	16	18	-	1	-	1	-	-	3	-	-	-	-	4	-	2	9	22	6	-	-	3	1	-	-	1	2	1	-	
	K	1	3	7	9	10	-	-	-	1	29	7	11	11	-	1	-	-	-	8	-	-	1	-	7	1	1	5	14	9	-	4	2	2	-	1	3	3	1	-	
	L	8	15	9	17	21	-	1	1	-	68	20	34	13	2	1	-	-	-	13	-	-	1	-	12	5	5	15	24	21	1	3	6	3	-	1	2	9	1	-	
	M	3	10	8	14	17	-	-	-	52	9	27	7	4	5	-	-	-	-	11	-	-	1	-	10	3	3	8	16	22	2	3	6	-	-	1	4	6	-	-	
	N	7	11	5	14	19	-	-	-	1	55	18	32	6	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	4	7	10	30	5	-	-	8	2	-	1	3	6	-	-	
O	9	14	15	19	31	-	-	1	-	87	23	46	19	-	-	-	-	-	14	-	-	-	3	11	7	3	15	45	18	-	2	5	7	-	2	4	8	-	-		
	A	4	-	-	5	6	-	-	-	15	1	5	9	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	1	1	2	9	2	-	-	3	1	-	2	1	1	-	-		
	B	4	5																																						

AAHH LA FLOR ETAPA 2 (SECTOR II)	H	6	11	6	8	21	-	-	-	-	52	14	28	10	-	-	-	-	-	4	13	-	-	-	17	-	4	3	8	32	5	-	3	13	1	-	8	5	3	1	-	
	I	9	9	7	15	32	-	-	-	-	72	25	33	14	-	-	-	-	1	11	5	-	-	-	17	-	6	5	10	47	4	-	3	13	1	-	7	5	5	-	-	
	J	5	8	5	6	12	-	1	-	-	35	14	15	7	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	10	-	2	4	5	17	8	-	1	6	2	1	3	3	3	1	-	
	K	1	2	1	1	2	-	-	-	-	7	1	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	1	1	3	1	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-	
	L	1	4	2	-	7	-	-	-	-	14	4	8	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	1	1	4	6	2	-	1	2	1	-	1	1	2	-	-	
	M	-	5	1	3	4	-	-	1	-	12	2	11	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-	4	1	7	1	-	1	3	1	-	3	2	-	-	-		
	N	2	5	1	4	4	-	-	-	-	16	3	7	6	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	2	3	2	9	-	-	-	4	-	-	2	2	-	-	-		
	Ñ	1	1	-	3	2	-	-	-	-	7	4	-	3	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	1	-	2	4	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	
	O	1	1	-	1	4	-	-	-	-	7	6	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	1	-	-	5	1	-	-	2	-	-	1	1	-	-	-	
	P	1	1	-	-	2	-	-	-	-	4	1	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
	Q	2	2	1	1	4	-	-	-	-	10	2	8	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	1	2	1	5	1	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	
	R	-	1	-	1	2	-	-	-	-	4	2	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	3	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	-
	S	2	1	1	6	3	-	-	-	-	13	6	2	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	1	1	-	9	2	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	
	A1	21	37	26	31	41	2	-	-	-	154	47	97	12	-	-	-	-	-	26	-	-	3	1	22	31	13	30	69	13	2	6	17	1	-	6	9	11	-	-		
	A2	6	5	3	6	9	-	1	-	-	28	6	17	6	-	-	-	-	-	5	-	-	1	-	4	5	3	1	15	5	-	-	4	1	-	-	1	4	-	-		
	B1	14	11	10	15	17	-	1	-	1	65	16	51	-	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	8	21	7	15	17	7	-	4	5	-	-	1	4	4	-	-		
	B2	6	6	7	8	15	-	-	-	-	42	10	28	4	-	-	-	-	-	9	-	-	1	-	8	9	3	4	23	3	-	2	6	1	-	3	3	3	-	-		
	C1	4	6	4	6	8	-	-	-	-	28	9	19	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	1	4	4	18	1	-	2	3	1	-	2	2	2	-	-		
	C2	13	13	8	13	18	-	-	-	-	65	17	37	11	-	-	1	-	-	10	-	-	-	-	11	21	3	6	28	7	-	2	8	1	-	1	4	5	1	-		
	D1	4	4	11	6	7	-	1	1	-	30	2	30	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	2	5	3	1	3	22	3	-	1	4	2	-	1	2	4	-	-		
D2	2	5	2	5	6	-	-	-	-	20	7	13	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	4	3	2	8	3	-	2	2	-	-	-	3	1	-	-			
E1	1	7	3	2	6	1	-	1	-	17	1	6	12	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5	3	-	4	11	1	-	-	4	1	-	1	3	1	-	-			
F1	-	3	1	1	3	-	-	-	-	8	5	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	2	-	1	4	1	-	1	2	-	-	2	-	1	-	-			
G1	1	4	5	4	4	-	-	-	-	18	2	12	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	3	-	4	10	1	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-			
AAHH LA FLOR ETAPA 3	A	-	10	3	5	12	1	-	-	29	4	25	1	-	-	-	-	-	6	-	-	-	6	-	2	4	7	10	7	1	-	3	2	-	1	1	4	-	-			
	B	5	7	3	8	8	-	-	-	31	4	22	5	-	-	-	-	1	5	-	-	-	6	-	3	5	4	13	6	1	1	3	1	-	-	3	2	1	-	-		
	C	1	1	2	4	6	-	-	-	14	5	1	8	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	1	-	1	10	2	1	-	2	-	-	-	-	3	-	-			
	D	2	2	3	1	6	-	-	-	14	2	9	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	5	-	2	5	2	1	-	2	-	-	-	-	1	2	-	-		
	E	3	3	-	7	4	-	-	-	-	17	3	7	7	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	6	1	3	4	3	-	-	3	-	-	-	-	1	2	-	-	
	F	6	9	3	-	17	-	-	-	-	35	7	28	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	9	-	3	4	9	15	4	6	-	3	-	-	1	4	4	-	-		
	G	5	8	1	11	9	-	-	-	-	34	12	17	5	-	-	1	-	-	6	-	-	-	7	-	4	2	6	16	6	-	-	6	1	-	1	3	3	-	-		
	H	3	7	3	5	8	-	1	-	1	24	9	12	5	-	-	-	-	7	-	-	-	7	-	5	3	9	7	2	3	1	3	-	-	1	6	-	-	-			
	H1	2	1	5	4	4	-	-	-	1	15	3	12	1	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	8	1	-	6	1	3	-	-	-	-	1	-	2	-	-			
	I	2	-	2	2	4	-	-	-	-	10	1	9	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	6	-	2	2	-	2	1	-	-	-	2	1	-	-	-			
J	4	5	2	2	9	-	-	-	-	22	4	15	3	-	-	-	-	5	-	-	-	5	-	3	1	4	11	3	-	-	5	-	-	-	3	2	-	-				

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

MZ: Manzana

GR: Grupo Etario; GR1: 0-3 años y mayor a 65 años; GR2: 4-12 años y 60-65 años; GR3: 13-15 años, 50-59 años; GR4: 16-29 años; GR5: 30-49 años

DI: Discapacidad; DI1: Para usar brazo y pierna; DI2: Visual; DI3: Para oír o hablar; DI4: Mental o Intelectual; DI5: No tiene

TI: Tipo de Seguro; TI1: No tiene; TI2: SIS; TI3: ESSALUD; TI4: FFAA – PNP; TI5: Seguro Privado

SE: Servicios Básicos; SE1: No tiene; SE2: Luz; SE3: Pilón de Agua; SE4: Luz y Pilón de Agua; SE5: Agua, Desagüe y Luz

TE: Tenencia de Vivienda; TE1: Prestada; TE2: Cedida por trabajo; TE3: Alquilada; TE4: Propia sin título de Propiedad; TE5: Propia con título de Propiedad

NI: Nivel Educativo Alcanzado; NI1: Ninguno; NI2: Inicial; NI3: Primaria; NI4: Secundaria; NI5: Superior

CO: Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos; CO1: Existe desconocimiento; CO2: Existe escaso conocimiento; CO3: Existe regular conocimiento; CO4: Existe un alto conocimiento; CO5: Existe un muy alto conocimiento

PA: Participación en Simulacros de Sismos; PA1: Nadie participa; PA2: Algunos habitantes participan; PA3: Varios habitantes participan; PA4: La mayoría de los habitantes participan; PA5: Todos los habitantes participan.

9.4. Matriz de Consistencia de la investigación

Tabla 9  
Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	Variable Independiente	Dimensiones	Factores	Indicadores	Metodología
¿Cómo se determina el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo?	Determinar el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud aplicando el sistema de información geográfica en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.	Al determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante la evaluación de los parámetros físicos y sociales y la aplicación del modelo de geoprocesamiento, se podrán identificar de forma pragmática viviendas de baja, media y alta vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.	Nivel de Vulnerabilidad Sísmica en el asentamiento humano La Flor, Carabayllo.	Vulnerabilidad Sísmica	Física	Fragilidad Física	Principales Elementos Estructurales	El tipo de investigación según su enfoque es "Mixto", es decir cualitativa y cuantitativamente. Según su finalidad es "Aplicativa". El Nivel de investigación según su alcance es "Descriptivo". El Diseño de la investigación es No Experimental transversal. La población y la muestra está conformada por todas las viviendas del asentamiento humano La Flor, debido que la unidad de análisis es el Lote. Los instrumentos de investigación fueron fichas tipo catastral, encuestas, RPA DJI Phantom 4, receptor GNSS Sokkia GRX1, plataforma ArcGIS, software Trimble Business Center, software Agisoft Metashape, entre otros. Con respecto al análisis se aplicó la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico), para la ponderación y comparación de los parámetros y su posterior evaluación.
Material Predominante en Paredes								
Material Predominante en Techos								
Estado de Conservación								
Antigüedad								
Pendiente del Terreno								
Número de Pisos								
Cargas Vivas								
Resiliencia Física	Reforzamiento de la Vivienda							
Social	Fragilidad Social	Grupo Etario						
		Discapacidad						
Resiliencia Social	Resiliencia Social	Servicios Básicos						
		Tipo de Seguro						
Tenencia de Vivienda								
Nivel Educativo Alcanzado								
Conocimiento Local sobre ocurrencia pasada de sismos								
Participación en Simulacros de Sismos								
¿Cómo se aplica el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo?	Aplicar el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), para determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.	Al aplicar el Modelo de Geo-procesamiento de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), se van a determinar los niveles de la dimensión Física, dimensión Social y de la vulnerabilidad en el Asentamiento Humano La Flor, Carabayllo.		Sistema de Información Geográfica	Proceso de Geo-Procesamiento	Aplicación Model Builder	Geodatos	

Fuente: Elaboración Propia