



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

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD EN CASO DE  
SISMO APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA  
ZONA 05 DEL DISTRITO DE ATE

**Línea de investigación:**

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

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

**Autora:**

Horna Bardales, Tatiana Rocío

**Asesora:**

Ventura Barrera, Carmen  
(ORCID: 0000-0003-2961-9644)

**Jurado:**

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Martinez Cabrera, Rubén

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

**Lima - Perú**

**2023**



# Rev 7\_Tatiana Horna

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	11%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://documents1.worldbank.org">documents1.worldbank.org</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://sigrid.cenepred.gob.pe">sigrid.cenepred.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.muniate.gob.pe">www.muniate.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://sit.icl.gob.pe">sit.icl.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://repositorio.igp.gob.pe">repositorio.igp.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%



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

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD EN CASO DE  
SISMO APLICANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ZONA  
05 DEL DISTRITO DE ATE**

**Línea de investigación:**

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

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Horna Bardales, Tatiana Rocío

**Asesor:**

Ventura Barrera, Carmen

ORCID: 0000-0003-2961-9644

**Jurado Evaluador:**

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Martinez Cabrera, Rubén

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

**Lima - Perú**

**2023**

### **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a nuestro creador Jehová, por permitir que nunca me rinda, a mis padres por el apoyo brindado al pasar de los años, a mis amigos que me apoyaron en todo momento, a los alumnos y egresados para que luchen por sus sueños, que nada es imposible, que esta vida es una sola y solo logrando subir un escalón más cada día es una motivación que te impulsará a nunca detenerte hasta llegar a la meta final.

## INDICE

I.	Dedicatoria.....	2
II.	Agradecimiento.....	3
III.	Resumen.....	16
IV.	Abstrac.....	17
I.	INTRODUCCION.....	17
1.1.	Formulación del Problema .....	19
1.1.1.	Problema General.....	19
1.1.2.	Problemas Específicos .....	19
1.2.	Antecedentes .....	20
1.3.	Objetivos .....	26
1.3.1.	Objetivo General.....	26
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	26
1.4.	Justificación.....	27
1.5.	Hipótesis.....	27
1.5.1.	Hipótesis General.....	27
1.5.2.	Hipótesis Específico.....	28
II.	MARCO TEORICO.....	29
2.1.	Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	29
2.1.1.	Vulnerabilidad.....	29
2.1.2.	Sismo.....	31
2.1.3.	Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	33
III.	METODO .....	34
3.1.	Tipo de Investigación.....	34
3.2.	Ámbito espacial y temporal .....	34

3.3. Variables .....	35
3.4. Población y Muestra .....	35
3.5. Instrumentos.....	38
3.5.1. Materiales.....	38
3.5.2. Equipos .....	38
3.6. Procedimientos.....	39
3.6.1. Fase de Gabinete .....	39
3.6.2. Fase de Campo .....	39
3.6.3. Fase Gabinete – Post Campo .....	39
Clasificación de los datos obtenidos en campo.....	40
Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad.....	41
Análisis de la Dimensión Física.....	41
Análisis de la Dimensión Social .....	79
3.7. Análisis de Datos .....	94
3.7.1. Niveles de Vulnerabilidad.....	96
IV. RESULTADOS.....	161
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	212
VI. CONCLUSIONES .....	217
VII. RECOMENDACIONES.....	218
VIII. REFERENCIAS.....	221
IX. ANEXOS .....	224
Anexo 1: Encuesta para la información de vulnerabilidad - Dimensión Física.....	224
Anexo 2: Encuesta para la información de Vulnerabilidad - Dimensión socioeconómica....	225
Anexo 3: Panel Fotográfico .....	226

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Eventos Sísmicos significativos ocurridos en el Perú	21
Tabla 2. Variables	35
Tabla 3. Escala del Proceso del Análisis Jerárquico	43
Tabla 4. Resultado de ponderación de pares del parámetro Fragilidad Física	53
Tabla 5. Matriz de comparación de pares del parámetro Fragilidad Física	54
Tabla 6. Cálculo para obtener la matriz de normalización	54
Tabla 7. Matriz de Normalización de los parámetros de la Fragilidad Física	55
Tabla 8. Obtención del Vector Priorización de la matriz de normalización de los parámetros de la Fragilidad Física	56
Tabla 9. Suma ponderado	59
Tabla 10. Valores de consistencia aleatoria en función al tamaño de la matriz	61
Tabla 11. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared	62
Tabla 12. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared	63
Tabla 13. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Material predominante de Techo	64
Tabla 14. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Material predominante de Techo	64
Tabla 15. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Estado de Conservación	65
Tabla 16. Tabla de Normalización de los descriptores del parámetro Estado de Conservación	

	65
Tabla 17. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Antigüedad de Construcción	66
Tabla 18. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Antigüedad de Construcción	67
Tabla 19. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno	68
Tabla 20. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno	68
Tabla 21. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Número de Pisos	69
Tabla 22. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Número de Pisos	69
Tabla 23. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Cargas vivas en el Techo	70
Tabla 24. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Cargas vivas en el Techo	71
Tabla 25. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción	72
Tabla 26. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción	72
Tabla 27. Peso Ponderado de los Parámetros de la Dimensión Física	73
Tabla 28. Peso Ponderado de los Descriptores de la Fragilidad Física	74
Tabla 29. Peso Ponderado de los Descriptores de la Resiliencia Física	75
Tabla 30. Matriz de Ponderación para la determinación del Valor de la Fragilidad Física	76
Tabla 31. Matriz de ponderación para la determinación del Valor Resiliencia Física	77

Tabla 32. Matriz de la Dimensión Física	78
Tabla 33. Matriz de comparación de Pares	80
Tabla 34. Matriz de Normalización	80
Tabla 35. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Grupo etario	81
Tabla 36. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Grupo Etario	82
Tabla 37. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro	83
Tabla 38. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro	83
Tabla 39. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Servicios Básicos	84
Tabla 40. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Servicios Básicos	84
Tabla 41. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico	86
Tabla 42. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico	87
Tabla 43. Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico	88
Tabla 44. Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico	88
Tabla 45. Peso Ponderado de los Parámetros de la Dimensión Social	89
Tabla 46. Peso Ponderado de los descriptores de la Fragilidad Social	89
Tabla 47. Peso Ponderado de los descriptores de la Resiliencia Social	90
Tabla 48. Matriz de Ponderación para determinar la Fragilidad Social	91
Tabla 49. Matriz de Ponderación para determinar el Valor de la Resiliencia Social	92

Tabla 50. Matriz de la Dimensión Social	93
Tabla 51. Niveles de Vulnerabilidad clasificados en rangos	97
Tabla 52. Parámetros y descriptores de la Dimensión Física	99
Tabla 53. Parámetros de la fragilidad física y su respectivo geodatabase	102
Tabla 54. Parámetros de la Resiliencia física y su respectivo geodatabase	102
Tabla 55. Rangos de los niveles de Resiliencia Física	120
Tabla 56. Rangos y Niveles de la Dimensión física	124
Tabla 57. Parámetros y descriptores de la Dimensión Social	126
Tabla 58. Parámetros de la fragilidad Social y su respectivo geodatabase	129
Tabla 59. Parámetros de la Resiliencia Social y su respectivo geodatabase	130
Tabla 60. Niveles del Parámetro Grupo Etario	137
Tabla 61. Rangos de los niveles del parámetro “Resiliencia Social”	146
Tabla 62. Intervalos de los niveles de la Dimensión Social	152
Tabla 63. Rangos de los niveles de la Vulnerabilidad	159
Tabla 64. Niveles del Parámetro Material Predominante de Pared	162
Tabla 65. Niveles del Parámetro Material Predominante de Techo	165
Tabla 66. Niveles del Parámetro Estado de Conservación	167
Tabla 67. Niveles del Parámetro Antigüedad de construcción de la vivienda	169
Tabla 68. Niveles del Parámetro Pendiente del terreno	171
Tabla 69. Niveles del Parámetro Número de pisos	173
Tabla 70. Niveles del Parámetro Cargas vivas en el techo	175
Tabla 71. Rangos y Niveles de la Fragilidad Física	178
Tabla 72. Rangos y Niveles de la Resiliencia Física	182
Tabla 73. Niveles de la Dimensión física	185

Tabla 74. Niveles del Parámetro Grupo Etario	187
Tabla 75. Niveles del Parámetro Grupo Etario	189
Tabla 76. Niveles del Parámetro Grupo Etario	191
Tabla 77. Niveles de la Fragilidad Física	194
Tabla 78. Niveles del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”	197
Tabla 79. Niveles del parámetro “Organización ante emergencias”	200
Tabla 80. Niveles del parámetro “Resiliencia Social”	203
Tabla 81. Niveles de la Dimensión Social	206
Tabla 82. Niveles de la Vulnerabilidad	210

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia	29
Figura 2. Sismo originado por una falla geológica	31
Figura 3. Plano de Ubicación	42
Figura 4. Factores de la dimensión Física	59
Figura 5. Cálculos realizados para la obtención del vector suma de los parámetros de la Dimensión Física	60
Figura 6. Obtención del $\lambda_{max}$	79
Figura 7. Factores de la Dimensión Física	97
Figura 8. Valor del nivel de vulnerabilidad	100
Figura 9. Traspaso de datos de Excel a la tabla de atributos del shapefile por parámetro	107
Figura 10. Creación de una caja de herramientas	107
Figura 11. Creando el modelo en modo builder	102
Figura 12. Ingreso de los geodatabase para la obtención de la Dimensión Física	110
Figura 13. Tabla de atributos del parámetro “Material predominante de pared”	111

	10
Figura 14. Creación del campo “P_desc1” para el descriptor “Pared”	104
Figura 15. Insertando el peso de cada descriptor del geodatabase “Pared”	105
Figura 16. Inserción de los nombres de cada descriptor del parámetro “Pared”	105
Figura 17. Unión de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared	113
Figura 18. Modelo Builder para el parámetro Material predominante de Pared	107
Figura 19. Modelo para la determinación de los Parámetros de la Fragilidad Física	109
Figura 20. Creación de campos para insertar el peso de cada parámetro del geo datas	117
Figura 21. Unión de los elementos que conforman la Fragilidad Física	118
Figura 22. Cálculo del Valor de la Fragilidad Física	112
Figura 23. Creación y selección de rangos de la Fragilidad Física	120
Figura 24. Clasificación de los Niveles de la Fragilidad física	124
Figura 25. Unión de los Niveles de la Fragilidad	113
Figura 26. Creación del campo para insertar el peso de la Fragilidad Física	121
Figura 27. Modelo para determinar los niveles de la Fragilidad física	115
Figura 28. Tabla de atributos del Parámetro Reforzamiento de la Construcción	123
Figura 29. Creación de campo del peso de cada descriptor	116
Figura 30. Insertando el peso de cada descriptor del geodatabase “Par_reforzamiento”	123
Figura 31. Inserción de la descripción de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción	117
Figura 32. Unión de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción	125
Figura 33. Creación del campo – peso del parámetro Reforzamiento de Construcción	118
Figura 34. Cambio de nombre de Reforzamiento de Construcción a Resiliencia Física	126
Figura 35. Cálculo del valor de la Resiliencia Física	126
Figura 36. Creación del campo para hallar los Niveles de Resiliencia Física	126
Figura 37. Selección de rangos de la Resiliencia Física	120

Figura 38. Clasificación de los niveles de Resiliencia Física	128
Figura 39. Unión de los niveles de Resiliencia	121
Figura 40. Inserción del peso de la Resiliencia Física	122
Figura 41. Geo proceso para determinar los niveles de la Resiliencia Física	131
Figura 42. Clasificación de los rangos de la Dimensión física	124
Figura 43. Modelo para determinar los niveles de la Dimensión física	133
Figura 44. Modelo para la dimensión Física	136
Figura 45. Paso de datos de Excel a la tabla de atributos del shapefile por parámetro de la Dimensión Social	128
Figura 46. Creación de una caja de herramientas para la Dimensión Social	138
129 Figura 47. Creando el modelo en modo builder para la Dimensión Social	139
Figura 48. Ingreso de los geodatabase para la obtención de la Dimensión Física	140
Figura 49. Tabla de atributos del parámetro “Grupo Etareo” (P_GET)	132
Figura 50. Creación del campo para añadir el peso de cada descriptor “P_GET”	141
Figura 51. Inserción del peso de cada descriptor “P_GET”	133
Figura 52. Inserción del nombre del nivel del parámetro del Grupo Etario	142
Figura 53. Unión de los niveles del parámetro del Grupo Etario	134
Figura 54. Modelo para la aplicación de los parámetros de Fragilidad Social	144
Figura 55. Creación de campos para la inserción del peso de los parámetros de la Fragilidad Social	135
Figura 56. Creación de campos para la inserción del peso de los parámetros de la Fragilidad Social	136
Figura 57. Creación de campos para el cálculo del valor de la Fragilidad Social	146
Figura 58. Creación de campos para los niveles de la Fragilidad Social	147
Figura 59. Agrupación de niveles de la Fragilidad Social	138

Figura 60. Calculador de niveles de la Fragilidad Social	148
Figura 61. Unión de niveles de la Fragilidad Social	139
Figura 62. Creación de los campos para la inserción del peso de la fragilidad Social	140
Figura 63. Creación de los campos para la inserción del peso de la fragilidad Social	151
Figura 64. Tabla de atributos del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”	151
Figura 65. Creación del campo para el peso del parámetro “P_ACT”	142
Figura 66. Inserción del peso de cada descriptor del parámetro “P_ACT”	142
Figura 67. Inserción del nombre de cada descriptor del parámetro “P_ACT”	153
Figura 68. Unión de los descriptores del parámetro “P_ACT”	143
Figura 69. Geoprocesamiento para los parámetros de Resiliencia Social	144
Figura 70. Inserción de los pesos de los parámetros de Resiliencia Social	155
Figura 71. Unión de los parámetros de Resiliencia Social	155
Figura 72. Cálculo del parámetro de Resiliencia Social	145
Figura 73. Añadidura del campo de nivel del valor de la Resiliencia Social	157
Figura 74. Agrupación de la Resiliencia Social	147
Figura 75. Clasificación de los niveles de la Resiliencia Social	158
Figura 76. Unión de los niveles de la Resiliencia Social	148
Figura 77. Inserción del peso de la Resiliencia Social	149
Figura 78. Modelo para determinar de la Resiliencia Social	160
Figura 79. Cálculo de la Dimensión Social	151
Figura 80. Modelo de la Dimensión Social	152
Figura 81. Creación del campo para la inserción de los niveles de la Dimensión Social	163
Figura 82. Clasificación e inserción de los niveles de la Dimensión Social	163
Figura 83. Unión de los niveles de la Dimensión Social	164
Figura 84. Modelo de la Dimensión Social	155

Figura 85. Creación del modelo de Vulnerabilidad	165
155	
Figura 86. Modelo de Vulnerabilidad	165
Figura 87. Nombre del modelo de Vulnerabilidad	167
Figura 88. Creación del campo para insertar los pesos de la dimensión Física y dimensión Social	157
Figura 89. Inserción de los pesos de la dimensión Física y dimensión Social	168
Figura 90. Modelo para determinar la Vulnerabilidad	159
Figura 91. Inserción del valor de la Vulnerabilidad	160
Figura 92. Selección y cálculos de los niveles de la Vulnerabilidad	160
Figura 93. Unión de los niveles de la Vulnerabilidad	161
Figura 94. Modelo niveles de la Vulnerabilidad	161
Figura 95. Material Predominante de Pared	178
Figura 96. Material Predominante de Techo	180
Figura 97. Estado de Conservación	182
Figura 98. Antigüedad de la Construcción	184
Figura 99. Pendiente del Terreno	186
Figura 100. Número de Pisos	188
Figura 101. Cargas Vivas en el Techo	190
Figura 102. Fragilidad Física	193
Figura 103. Resiliencia Física	195
Figura 104. Dimensión Física	199
Figura 105. Grupo Etario	201
Figura 106. Tipo de Seguro	203
Figura 107. Servicios Básicos	205

Figura 108. Fragilidad Social	208
Figura 109. Actitud Frente al Riesgo Sísmico	211
Figura 110. Organización ante Emergencias	214
Figura 112. Resiliencia Social	217
Figura 113. Dimensión Social	220
Figura 114. Vulnerabilidad	224

## RESUMEN

La presente tesis tiene como **objetivo:** general determinar los niveles de vulnerabilidad mediante el uso del sistema de información geográfica en caso ocurriera un evento sísmico de origen natural mayor a 8.3 Mw en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el sector 5 del distrito de Ate. Teniendo como objetivos específicos caracterizar las condiciones urbanas a nivel estructural y no estructural, determinar los niveles de dimensión física ante un sismo de gran magnitud aplicando Sistemas de Información Geográfica, determinar los niveles de dimensión Social ante un sismo de gran magnitud aplicando los Sistemas de Información Geográfica. Se utilizó como guía metodológica el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales -CENEPRED (2015) - 2da edición, así mismo se trabajó con el **método:** Análisis Jerárquico-AHP, para así poder determinar los niveles de vulnerabilidad, interceptando ambas dimensiones en el modelo de geoprocésamiento con la ayuda del sistema de información geográfica para determinar el **resultado:** niveles de vulnerabilidad y sus dimensiones. Teniendo como **conclusión:** que el 90.79% del total de lotes evaluados de los Asentamientos humanos mencionados, se encuentra con una vulnerabilidad “Muy Alta” y “Alta”, tanto como en su dimensión física como en su dimensión social son altamente vulnerables. Se caracterizó las condiciones urbanas a nivel estructural y no estructural para así poder evaluar de forma ordenada los factores que intervienen en la vulnerabilidad de cada asentamiento humano.

**Palabras claves:** Vulnerabilidad, Proceso de análisis Jerárquico, Criterio metodológico, Sistemas de información geográfica.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is: to generally determine the levels of vulnerability through the use of the geographic information system in the event of a seismic event of natural origin greater than 8.3 Mw in the Nueva Jerusalem Homeowners Association of Santa Clara, Cooperación de Viviendas Lomas de Palao and in the Villa Hermosa Neighborhood Council; located in sector 5 of the Ate district. Having as specific objectives to characterize urban conditions at a structural and non-structural level, determine the levels of physical dimension in the event of a large earthquake by applying Geographic Information Systems, determine the levels of Social dimension in the event of a large earthquake by applying Information Systems. Geographic. The Manual for the Evaluation of Risks Originated by Natural Phenomena -CENEPRED (2015) - 2nd edition was used as a methodological guide. Likewise, we worked with the method: Hierarchical Analysis-AHP, in order to determine the levels of vulnerability, intercepting both dimensions. in the geoprocessing model with the help of the geographic information system to determine the result: vulnerability levels and their dimensions. Taking as a conclusion: that 90.79% of the total evaluated lots of the mentioned human settlements have a “Very High” and “High” vulnerability, both in their physical dimension and in their social dimension they are highly vulnerable. Urban conditions were characterized at a structural and non-structural level in order to evaluate in an orderly manner the factors that intervene in the vulnerability of each human settlement.

*Keywords:* Vulnerability, Hierarchical analysis process, Methodological criteria, Geographic information systems.

## I. INTRODUCCION

El Perú se encuentra en la lista de los países con altos niveles de vulnerabilidad sísmica, debido a que se encuentran bajo la influencia de la subducción de las placas de Sudamérica y de Nazca.

La condición de vulnerabilidad en la capital del país va aumentando con el tiempo, ya que Lima crece de manera desordenada y hasta la fecha sigue creciendo, el incremento expansivo de la población, su nivel de pobreza; en su mayoría de los asentamientos humanos formados; hacen que se ubiquen mayormente en laderas, en zonas periféricas de características eriazas, en cerros de mediana y fuerte pendiente. Cerca del 70% de las viviendas que se construyen en el país son informales según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS); además la población no se encuentra capacitada para afrontar algún desastre natural y las autoridades competentes no cuentan con un sistema de mitigación y/o reducción de desastres de manera eficiente.

En el Perú antiguo, hace más de 50 siglos, los antiguos pobladores protegían las construcciones con “Shicras” para estar preparados ante la frecuencia de terremotos que constantemente se han presentado. Las Shicras son una técnica antisísmica ancestral que detalla en rellenar unas bolsas hechas de fibra vegetal, generalmente con rocas de distintos tamaños, está comprobado que esta técnica hace más resistente a las construcciones, una prueba de ello son la durabilidad a través del tiempo de la infraestructura de la cultura Caral.

Julio Vargas Neumann, docente del departamento de ingeniería e investigador de la Universidad Católica del Perú, es uno de los autores del proyecto de construcción de viviendas sísmo resistentes, al rescatar esta técnica llamada “Shicras”, estudiaron las pirámides de Caral durante año y medio, descubrieron una técnica similar, controlar la energía sísmica que trae el terremoto, pueden lograr que la edificación se comporte como si hubiera sido impactado por un leve sismo, de tal manera que la estructura solo sufra algunas grietas.

Este estudio promovido por el Ministerio de Vivienda ha permitido comprobar su efectividad en construcciones de adobe, son materiales de bajo costo y sencillos de conseguir para cualquier poblador. El estudio sugiere emplear la técnica para viviendas rurales de tierra hasta de un piso. Esta tecnología ancestral podría ser una buena opción para ayudarnos a resolver problemas del futuro, ya que las viviendas más vulnerables pertenecen a la población de bajos recursos que poco a poco van poblando las periferias de los diversos distritos de la costa del Perú.

Se espera poder incluir esta técnica como opción en la norma constructiva de adobe, debido a que un sismo mayor a 8 grados podría sorprendernos, generando grandes daños en las zonas más vulnerables de la ciudad.

En el País existen dos entidades nacionales involucradas a la gestión de riesgo de desastre en caso se presente un evento sísmico de gran magnitud, como Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI y Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED.

Siendo el Instituto Nacional de Defensa Civil, el organismo central, encargado de organizar a la población haciendo las respectivas coordinaciones, capacitaciones ante emergencias, también se encargan de implementar la política, normas, y programas las cuales permiten conocer que se debe de hacer para estar preparados ante un evento sísmico, y que hacer durante y después del evento sísmico, basándose principalmente en la gestión Reactiva (preparación, respuesta y rehabilitación del desastre).

CENEPRED, es el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre, cuyo objetivo principal es dar a conocer información geoespacial y herramientas que permitan a los usuarios acceder, y descargar información que sirva de apoyo estudios y proyectos de investigación vinculados a la estimación, prevención, reducción de riesgo de

desastres y la reconstrucción, basándose en la gestión prospectiva (evitar o prevenir el riesgo futuro) y correctiva (corregir o mitigar el riesgo existente) para el estudio del Riesgo.

### **1.1. Formulación del Problema**

Existen tres asentamientos humanos en la zona 05 del distrito de Ate: la Asociación de propietarios de Nueva Jerusalén de Santa Clara y la Cooperación de viviendas Lomas de Palao (COVILLPA) y Junta de Vecinos Villa Hermosa, éstas se ubican en espacios con pendientes pronunciadas, las condiciones estructurales de las viviendas no son las adecuadas y la población no se encuentra organizada ante un movimiento telúrico.

Pese a lo dicho anteriormente, la población sigue expandiéndose alrededor de las laderas, esto hace que sean vulnerables a sufrir daños a consecuencia de algún evento sísmico.

#### **1.1.1. Problema General**

¿De qué manera podríamos determinar los niveles de vulnerabilidad; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate; aplicando el Sistemas de Información Geográfica?

#### **1.1.2. Problemas Específicos**

- ¿Es posible caracterizar las condiciones urbanas estructurales y no estructurales; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate?

- ¿Es posible determinar los niveles de dimensión física ante un Sismo de gran magnitud mediante el Sistema de Información Geográfica a desarrollarse; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate?
- ¿Es posible determinar los niveles de dimensión Social ante un Sismo de gran magnitud mediante Sistema de Información Geográfica; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate?

## **1.2.Antecedentes**

En la Tabla N° 1, detalla los eventos sísmicos más significativos del Perú, que causaron grandes pérdidas humanas y materiales en los últimos 100 años.

**Tabla 1.****Eventos Sísmicos significativos ocurridos en el Perú**

<b>Fecha</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Zonas Afectadas</b>	<b>Víctimas y daños materiales</b>
<b>13 enero 1960</b>	7.5 Ms	Dptos. Arequipa y Moquegua	687 muertos; 2 000 heridos; 170 000 damnificados. Las ciudades de Arequipa y Moquegua severamente afectadas. Inhabilitación de carreteras. Chuquibamba, Caraveli, Cotabasi, Omate, Puquina en ruinas.
<b>20 nov. 1960</b>	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.
<b>17 oct. 1966</b>	8.2 Mw	Costa Central de Perú	Acompañado de un maremoto moderado. 220 muertos, 1800 heridos, 258 000 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.
<b>31 mayo 1970</b>	7.9 Mw	Frente a las costas del Departamento de Ancash	El más catastrófico ocurrido en el Perú, por la cantidad de víctimas. 67 000 muertos paso a la historia como el evento más mortífero de los inicios del siglo xx, numerosos heridos muchos de ellos requirieron hospitalización 3 000 damnificados. Las ciudades de Yungay Ranrabirca desaparecieron cubiertas por un gigantesco aluvión que se desprendió del pico norte del Huascarán. Destrucción de Huaraz y otras Ciudades. Sentido potente desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos.
<b>9 dic. 1970</b>	7.1 Mw	Dptos. De Tumbes y Piura	1 167 muertos y 48 desaparecidos, 2 500 heridos; casi 300 000 damnificados. Duración de cerca de 2 minutos, 252 muertos; 3600 heridos; 300 000 damnificados.
<b>3 oct. 1974</b>	8.1 Mw	Dptos. de Lima e Ica	Son afectadas: Lima, Mala, Cañete, Chíncha y Pisco. En Lima sufrieron daños edificios públicos, iglesias, monumentos históricos. El Tsunami inundo varias fábricas en el Callao.
<b>26 feb. 1996</b>	7.5 Mw	Dptos. De Lambayeque, La Libertad y Ancash	40 muertos, 17 desaparecidos, 200 heridos y 22 000 damnificados por el sismo y tsunami.
<b>12 nov. 1996</b>	7.7 Mw	Llamado Terremoto de Nazca. Límites de los Dptos. Ica y Arequipa.	20 muertos; 2 000 heridos y 200 000 damnificados
<b>23 jun 2001</b>	8.4 Mw	Costas de Dpto, de Arequipa, efectos en Moquegua y Tacna.	240 muertos, 70 desaparecidos en Camaná por el Tsunami, 2 400 heridos y 460 000 damnificados.
<b>25 set. 2005</b>	7.5 Mw	Norte y parte del centro de Perú, Terremoto de Lamas.	10 muertos; 164 heridos; 12 600 damnificados. Daños más severos en Lamas.
<b>152 Agost. 2007</b>	8.0 Mw	Prov. De Pisco, Ica, Chíncha y Cañete.	596 fallecidos, 2000 heridos; 340 000 damnificados

Nota. Instituto Geofísico del Perú.

Campos, C. (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*, de la Universidad Nacional Federico Villarreal, en donde tiene como objetivo principal determinar el nivel de vulnerabilidad ante un sismo de gran magnitud utilizando el Sistema de Información Geográfica aplicando el criterio metodológico en el Asentamiento Humano Juan Pablo I, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho.

El estudio se realizó a nivel de lote, tomando como muestra un total de 368 lotes, repartidas en 20 manzanas. El método a usar fue descriptivo tomando en consideración el análisis multicriterio (AHP).

El resultado fue el siguiente: el 19% del total de los lotes evaluados pertenecía al nivel de vulnerabilidad “medio”, el 61% del total de lotes evaluados se halló un nivel de vulnerabilidad “Alto”, y el 20% del total de lotes evaluados está en rango de nivel de vulnerabilidad “Muy Alto”. Cabe mencionar que el 81% del total de lotes evaluados son más vulnerables ante una tragedia como es un sismo de gran magnitud.

Ochoa, A. (2012), en la tesis, *aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de los escenarios de riesgo en el balneario de pucusana*, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, este estudio tiene como objetivo general obtener una metodología donde identifique zonas de riesgo en áreas urbanas, evaluando variables y utilizando los sistemas de información geográfica.

La población involucrada en el balneario Pucusana fue de 10633 habitantes, en el estudio se tomó en consideración la vulnerabilidad según exposición, fragilidad y resiliencia, llevando a los siguientes resultados:

El 18% de la población habita en viviendas con vulnerabilidad alta y muy alta por fragilidad, ya que están construidas de material de adobe y su antigüedad era en promedio 50

años, su estado de conservación estaban en malas condiciones por sismos anteriores, por acumulación de objetos de gran peso en los techos, casa pre fabricadas, entre otros.

El 12% de las viviendas se encontró en vulnerabilidad alta y muy alta ya sea por exposición a incendios, explosiones, desplomes, etc.

El 91% de la población se encontró en grado de vulnerabilidad media y alta por resiliencia, ya que la población no tenía mucho conocimiento de los peligros.

Y como resultado general de riesgo, la población se encontró en riesgo alto y muy alto.

Quiroz, B. (2018), en la tesis, *evaluación de la Vulnerabilidad Social con Indicadores censales – Aplicación al área metropolitana de lima y callao*, de la Universidad Nacional Federico Villarreal, la investigación tiene como objetivo obtener una metodología de evaluación a la vulnerabilidad social a través de variables censales mediante indicadores cualitativos y cuantitativos jerarquizando con el análisis multicriterio AHP.

La matriz de ponderación que empleo para la evaluación de vulnerabilidad Social está comprendida en 4 dimensiones que fueron. Población, salud, educación y vivienda. En la cual a su vez tienen indicadores, de las cuales se realizó un mapa de vulnerabilidad por cada indicador obteniendo niveles de vulnerabilidad, como bajo, medio, alto y muy alto; evaluando de esta manera el porcentaje de población vulnerable según cada dimensión e indicador elegido.

Cuya, A. (2017), en la tesis, *escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica*, de la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuyo objetivo principal del estudio fue generar escenarios de riesgo sísmico y por lluvias intensas tomando en consideración la vulnerabilidad de la zona de estudio aplicando el análisis multicriterio (AHP) y métodos probabilísticos para hallar el tamaño de la muestra, siendo un total de 593 lotes, equivalentes a 593 encuestas para muestra.

El resultado de la investigación con respecto al riesgo sísmico se obtuvo que el 10% de las viviendas son de nivel “bajo”, el 83% de las viviendas son de nivel “medio” y el 7% restante son de nivel “alto”.

Con respecto al riesgo generado por lluvias intensas se obtuvo que el 23% de las viviendas son de nivel de riesgo “medio”, el 66% de las viviendas presentó un nivel de riesgo “alto” y el 11% de las viviendas presento un nivel de riesgo “muy alto”.

Todo esto conlleva a la conclusión que un sismo de gran magnitud y la generación de lluvias intensas pueden generar destrucción de viviendas y daños materiales devastadores.

Carrillo R. (2020), en la tesis, *análisis espacial multicriterio para la determinación de zonas de expansión urbana de acuerdo a la integración de componentes territoriales en el cantón Latacunga*, de la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente de la Universidad de las Fuerzas Armadas del país de Ecuador. El estudio se realizó en el cantón Latacunga ubicada en la provincia de Cotopaxi de la ciudad de Latacunga en el país de Ecuador. Fueron 11 zonas de estudio evaluadas en la tesis en mención, el objetivo principal fue la determinación de las posibles zonas de expansión urbana mediante la evaluación multicriterio, para la integración de los componentes territoriales del “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Latacunga”, cabe mencionar que el énfasis determinante fue el posible riesgo de la erupción del volcán Cotopaxi.

Utilizaron la metodología del Análisis Jerárquico de Thomas Saaty para la ponderación, realizaron una evaluación multicriterio de cada componente de las variables y lo integraron en el software libre ILWIS (sistema integrado de información de tierra y agua) es un SIG en la cual se puede manejar información vectorial y ráster incluye digitalización, edición, análisis y representación de geo datos y elaboración de mapas.

Utilizaron plataformas colaborativas como Open Street Map (OSM) (para sacar información urbana).

Cada componente se clasificó en variables: Componente biofísico (atractivos naturales, bosques, caída de cenizas, lahares, lavas, cultivos, ríos), componente socio cultural (bienes inmuebles, cementerios, centros educativos, entidades de salud, iglesias, pobreza), Componente económico (comercio, establecimientos patentes, fabricas, micromercados, pea, bancos), componente asentamientos humanos (áreas en riesgo, catastro registrado, cobertura agua potable, cobertura alcantarillado, cobertura eléctrica, población, recolección desechos comunes), componente Movilidad – energía – conectividad (acceso telefonía celular, cobertura hogares de telefonía fija, cobertura internet fijo, distancia centro latacunga, frecuencia de transporte, gasolineras, vialidad), Componente Politico Institucional (instituciones estatales, juntas parroquiales, org magap, upc).

Para la ponderación de variables usaron 2 métodos: método Rank Order y Método Pirwise Comparison, éstas se utilizaron en el programa ILWIS, con la herramienta “Problem Analysis” (análisis espacial multicriterio – AEM)

Para el componente Biofisico se usó el método Rank Order, para los demás componentes se utilizó el método Pairwise Comparison.

Finalizando se determinó la variabilidad de escenarios con el análisis jerárquico de ponderación de Thomas Saaty con ello determinaron 3 posibles escenarios de expansión urbana: escenario Biofísico, escenario Económico, y escenario movilidad - energía - conectividad.

A partir de los análisis hechos se realizó los mapas para la determinación de expansión urbana interceptando los 3 escenarios se mostró que en la cabecera cantonar de Latacunga se encontró una alta aceptabilidad para expansión urbana.

Se realizo mapas para los escenarios de forma individual indicando las zonas de alta aceptabilidad para la expansión urbana.

### **1.3.Objetivos**

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

Determinar los niveles de vulnerabilidad mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica en caso ocurriera un evento sísmico de origen natural; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa ubicados en el sector 5 del distrito de Ate.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar las condiciones urbanas a nivel estructural y no estructural; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el sector 5 del distrito de Ate.
- Determinar los niveles de dimensión Física ante un sismo de gran magnitud en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa ubicados en el sector 5 del distrito de Ate, aplicando los Sistemas de Información Geográfica.
- Determinar los niveles de dimensión Social ante un sismo de gran magnitud en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el sector 5 del distrito de Ate; aplicando los Sistemas de Información Geográfica.

## **1.4. Justificación**

El Perú a lo largo de los años ha estado en constante amenaza a diversos eventos sísmicos tales consecuencias podrían ser un peligro constante para la población, todo ello debido a la mala ocupación del suelo, que es en la mayoría de casos sin planificación, la autoconstrucción sin asistencia técnica ocasiona un alto grado de precariedad por la predominancia de materiales y por su mal uso, el mal ordenamiento territorial por parte de las autoridades que permiten la invasión informal, ya que su articulación a nivel local, regional y nacional es muy escasa.

Por ello esta investigación se justifica como una herramienta para los municipios y autoridades competentes, efectuar el análisis de la vulnerabilidad de las zonas más críticas, donde les permita una correcta toma de decisiones, para mejorar la efectividad en la planificación de desarrollo urbano, así como podrían capacitar y/o concientizar a la población más vulnerable para que puedan afrontar de manera positiva el evento sísmico de gran magnitud.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. *Hipótesis General***

La Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, La Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y la Junta de Vecinos Villa Hermosa podrían estar expuestos a altos niveles de vulnerabilidad, debido al emplazamiento a laderas a causa de los pocos recursos de la población para ubicarse en zonas más seguras, así mismo la falta de criterio técnico para reforzar la vivienda a lo largo de los años han puesto en alta vulnerabilidad a los pobladores del lugar.

### **1.5.2. Hipótesis Específico**

- Mediante los sistemas de información geográfica se pueden identificar las viviendas con mayor nivel de vulnerabilidad, ya que se tomará en cuenta el análisis de dimensión física y social de cada lote evaluado.
- Se podrá determinar el grado de Resiliencia de cada lote ante un posible evento sísmico, para saber en qué nivel de organización se encuentran los habitantes de los asentamientos humanos evaluados, y así poder dar las recomendaciones del caso.
- Se podrá determinar la Fragilidad, para saber las condiciones de riesgo en que se encuentra la población.

## II. MARCO TEORICO

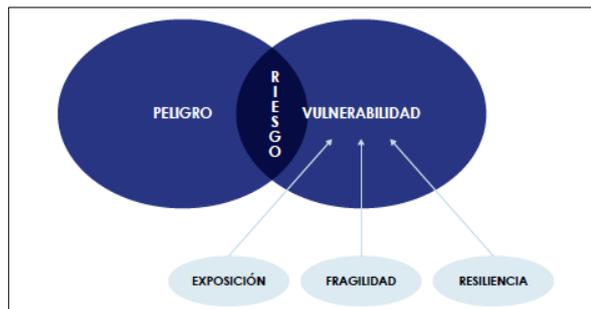
### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Vulnerabilidad

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. Ver Figura 1

#### Figura 1.

*Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia*



Nota. Comunidad Andina de Naciones. Marco de Acción de Hyogo 2014

CENEPRED (2017), en el Manual para la evaluación del riesgo por sismos detalla los siguientes factores de la vulnerabilidad:

#### A. Exposición

“La Exposición, está referida a la identificación y cuantificación de los elementos expuestos ubicados en zonas susceptibles que pueden sufrir los efectos de un determinado peligro “(personas, recursos, servicios, ecosistemas, entre otros). (CENEPRED 2017, p 47)

## **B. 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, a mayor fragilidad, mayor será la vulnerabilidad” (CENEPRED 2017, p 47).

## **C. Resiliencia**

“La Resiliencia, está referida a la capacidad de las personas, familias, comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse del impacto de un peligro o amenaza; así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación, tomando como referencia los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro; se encuentra relacionada a las condiciones sociales y de organización de la población. Cuando la resiliencia es mayor entonces la vulnerabilidad será menor”. (CENEPRED 2017, p 48)

## **Dimensiones de la Vulnerabilidad**

CENEPRED (2017), En el Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da Versión, describe las siguientes dimensiones de la vulnerabilidad:

- **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 (p. 49).
- **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 efectos por acción del peligro (p. 49)
- **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 una mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo (p. 49).

- **Dimensión Ambiental:** Está relacionada a como 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 (p. 49).

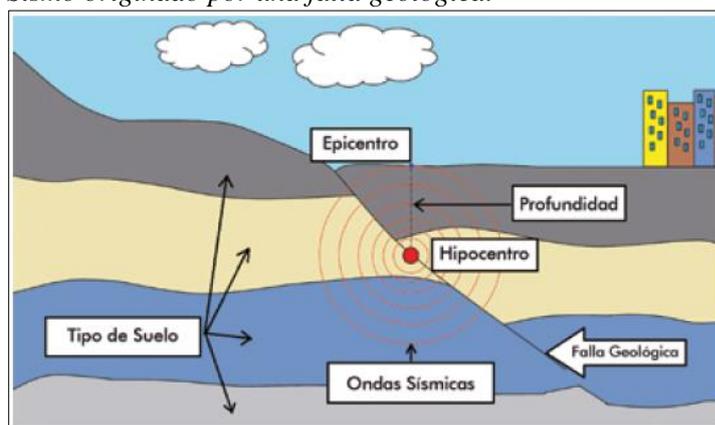
### 2.1.2. Sismo

En el Manual para la evaluación del riesgo por Sismos elaborado por CENEPRED en el año 2017, detalla la definición de Sismo de la siguiente manera:

“Los sismos son movimientos originados por la liberación de energía que se inicia en un punto de ruptura en el interior de la tierra. Al originarse un sismo la energía sísmica se libera en forma de ondas sísmicas que se propagan por el interior de la Tierra, estas viajan por diversas trayectorias hacia el interior de la tierra hasta llegar a la superficie.” (p. 28). *Ver figura 2*

**Figura 2**

*Sismo originado por una falla geológica.*



Nota. Adaptado de CENEPRED 2015

### Parámetros sísmicos

En el Manual de Sismos elaborado por CENEPRED en el año 2017, menciona a los siguientes parámetros:

- **Hipocentro (Profundidad del sismo):** Es el punto en el interior de la tierra donde comienza la ruptura, también se le conoce como foco sísmico (p. 31).
- **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 (p. 31).
- **Epicentro:** Es la proyección vertical del hipocentro en la superficie terrestre, se representa en coordenadas geográficas o coordenadas UTM (p. 32).
- **Magnitud:** La 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 (p. 32).

Las escalas de magnitud son las siguientes:

**ML**, está dada en función de la amplitud máxima de la sonda sísmica, registradas en un sismógrafo Wood-Anderson ubicado a 100km de distancia del epicentro (p. 32).

**Mb**, utilizada para el cálculo de la magnitud de telesismos (sismos ubicados a distancias mayores a 500 km), con hipocentros (0 – 70 km) superficiales. Su cálculo está basado en el análisis de ondas internas (p. 32).

**MS**, magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para telesismos superficiales (p.32).

**Md**, magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico, Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmico y los sismogramas se saturan (p.32).

**Mw**, calculada a partir del momento sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica; rigidez del medio donde se produce el movimiento, el área de dislocación y el desplazamiento medio de la misma (p. 32).

### **2.1.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Pablo Sastre (2010) afirma que un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar, y representar en todas sus formas la información geográfica referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer necesidades concretas de información. (p.1)

**2.1.3.1. Componentes de un SIG.** Según Olaya V. (2011) los componentes de un SIG son los siguientes:

- Datos: “Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo de un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.” (p. 15)
- Métodos: “Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.” (p. 15)
- Software: “Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.” (p. 15)
- Hardware: “El equipo necesario para ejecutar el software” (p.15)
- Personas: “Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG”. (p.16).

**2.1.3.2. Método del análisis Jerárquico (AHP).** El método del Análisis Jerárquico elaborado por el matemático Thomas L. Saaty en 1980.

### **III. METODO**

Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales - 2da versión Se utilizó el método multicriterio: Análisis Jerárquico AHP.

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La metodología utilizada fue bajo un enfoque de investigación mixto, mediante dos análisis: cuantitativo y cualitativo.

- **Análisis cuantitativo:** Se efectúa la recolección de datos como observación del territorio, entrevista a la entidad competente, encuestas a la población del área intervenida.
- **Análisis cualitativo:** donde se procesan los datos en forma conjunta, se analiza los resultados obtenidos comparando sobre investigaciones científicas ya antes hechas, se sistematiza la información mediante sistemas de información Geográfica, analizando de esta manera se obtienen resultados más precisos.

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

El área de estudio conformada por la Asociación de propietarios de Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de viviendas Lomas de Palao y Junta de vecinos Villa hermosa, es de 13.13605 ha. Y se encuentran ubicados en la zona 05 del distrito de Ate en la localidad de Santa Clara, en la Provincia de Lima, Departamento de Perú.

Esta área de estudio limita por el norte con el Río Rímac por el sur con el Distrito de Cieneguilla, por el oeste con la zona 04 y por el este con la zona 06.

El ámbito temporal del estudio se realizó entre el año 2019 – 2020, que comprendería actividades en campo y gabinete, donde se recopilará, procesará, elaborará y complementará la información. La unidad de análisis será a nivel de lotes, la cual son en total 521 lotes agrupadas en 49 manzanas, estos datos fueron recolectados en un pre-campo y con la información previa de los dirigentes de las respectivas asociaciones.

### 3.3. Variables

Las variables consideradas son Vulnerabilidad y Sismo, para hallar el nivel de vulnerabilidad se divide esta variable en factores. Ver la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Variables*

	FACTOR NIVEL 1	FACTORES NIVEL 2	PARÁMETROS
<b>VULNERABILIDAD</b>	DIMENSION FISICA	Fragilidad Física	MATERIAL DE PARED
			MATERIAL DE TECHO
			ESTADO DE CONSERVACION
			NUMERO DE PISOS
			PENDIENTE DEL TERRENO
	DIMENSION SOCIAL	Resiliencia Física	CARGAS VIVAS EN EL TECHO
			ANTIGUEDAD DE CONSTRUCCION DE LAS VIVIENDAS
			REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS
			GRUPO ETARIO
			TIPO DE SEGURO
DIMENSION SOCIAL	Fragilidad Social	SERVICIOS BASICOS	
		Resiliencia Social	ACTITUD FRENTE AL RIESGO SISMICO
			ORGANIZACIÓN ANTE EMERGENCIAS

Nota. Elaboración Propia

### 3.4. Población y Muestra

El distrito de Ate cuenta con una población de 599 196 habitantes y la zona 5 del distrito de Ate cuenta con 111 586 habitantes de acuerdo a la información estadística del Instituto

Nacional de Estadística e Informática en el año 2017 - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

La muestra del estudio corresponde a la población de tres Asentamientos humanos ubicados en la zona 05 del distrito de Ate y son las siguientes:

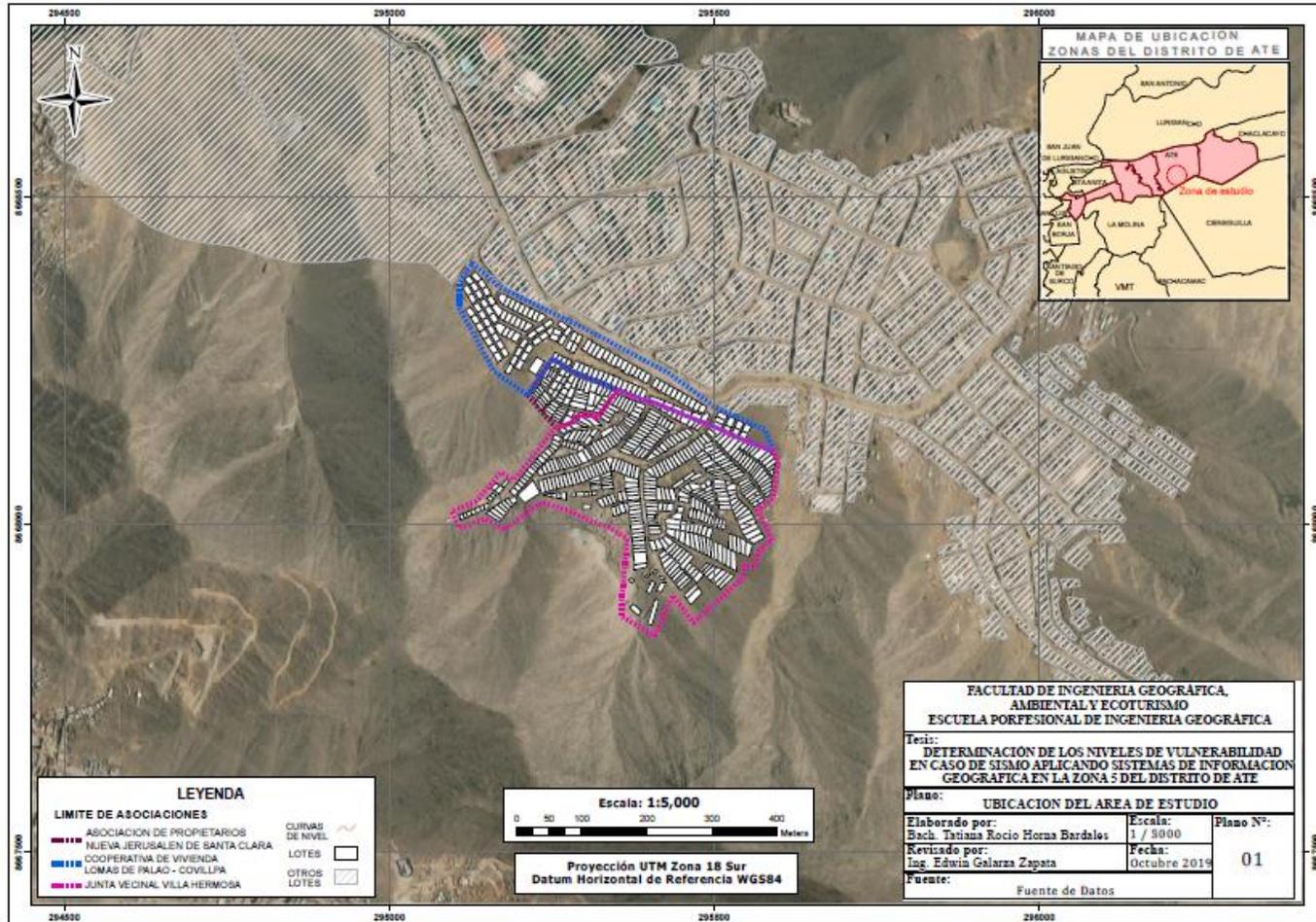
Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara: el cual tiene una población de 217 habitantes, y 63 viviendas distribuidas en 8 manzanas.

La Cooperación de Viviendas Lomas de Palao: el cual tiene una población de 512 habitantes, y 128 viviendas distribuidas en 25 manzanas.

Junta de Vecinos Villa Hermosa: el cual tiene una población de 1080 habitantes, y 304 viviendas distribuidas en 16 manzanas.

La población total que comprenden los tres Asentamientos Humanos es de 1809 habitantes, distribuidas en 521 lotes, ubicadas en un área total de 13.13605 ha con un perímetro total de 3177.389843 m (Información obtenida de la base cartográfica).

**Figura 3**  
*Plano de Ubicación del Área de Estudio*



Nota. Elaboración Propia

### **3.5. Instrumentos**

#### **3.5.1. Materiales**

- Lotización del distrito de Ate en formato digital DWG, el cual fue facilitado por el área de Gestión de Riesgo de Desastres Naturales de la Municipalidad de Ate.

- Mapas temáticos a escala 1: 15 000 de usos de suelo, problemática de usos de suelo, abastecimiento de agua, Equipamientos Urbanos, Abastecimiento de energía eléctrica, de servicio de agua, habilitaciones urbanas, de red vial local, de identificación de peligros naturales etc., que nos fueron facilitados en formato DWG por el área de Gestión de Riesgo de Desastres Naturales de la Municipalidad de Ate.

- Libreta de apuntes, Lápiz, lapiceros y resaltadores.

#### **3.5.2. Equipos**

Los instrumentos que se utilizaron durante la investigación son:

- Celular para marcar lugares en el Google Maps, y para tomar fotografías.
- Laptop Hp, para recopilar, procesar y elaborar el informe de estudio.
- Software Auto CAD 2019 – English, para la edición de información gráfica.
- Software ArcGIS 10.5, para la edición, llenado de base datos y elaboración de mapas temáticos de estudio.
- Microsoft Excel 2016, para cálculo de los niveles de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos del estudio.
- Microsoft Word 2006, para elaboración del informe y documentos extras del estudio.
- Google Earth Pro, para visualización de calles y áreas de interés para el estudio.
- Movilidad vehicular
- Hoja de Formatos o fichas de datos de campo.
- Impresora EPSON
- Mapa de las áreas urbanas actuales por distrito.

### **3.6. Procedimientos**

#### **3.6.1. Fase de Gabinete**

- Recopilación de la información gráfica y Alfanumérica

Información gráfica referida a diversos estudios, manuales, informes, diversas tesis, información de entidades de municipalidades, u otras entidades la cual nos servirá de mucho aporte para la presente investigación. Y la información alfanumérica referida al levantamiento de información directamente de campo, tomando encuestas a las viviendas evaluadas.

- Procesamiento de la Información recolectada
- Elaboración de Encuestas

#### **3.6.2. Fase de Campo**

- Realización de Encuestas
- Corroboración de información recopilada

#### **3.6.3. Fase Gabinete – Post Campo**

- Organización de la información recopilada de campo
- Procesamiento de las Encuestas
- Análisis de la Información de Campo
- Consolidación y construcción de la información
- Aplicación de la metodología en Excel
- Geo procesamiento y análisis en Arcgis
- Redacción de los resultados
- Discusión de resultados
- Redacción Final de la Tesis

- Revisión preliminar
- Levantamiento de observaciones
- Revisión Final

Vamos a hacer énfasis a esta última fase de Gabinete, detallando los siguientes pasos:

### **Clasificación de los datos obtenidos en campo**

Una vez recopilada la información, se clasificará en dimensión física y dimensión social, estas a su vez se clasificarán en fragilidad física y resiliencia física (dimensión física); fragilidad social y resiliencia social (dimensión social).

### **Dimensión Física**

#### **Fragilidad Física**

- Material de pared
- Material de techo
- Estado de conservación
- Número de pisos
- Pendiente del Terreno
- Cargas vivas en el techo
- Estado de construcción de la vivienda

#### **Resiliencia Física**

- Reforzamiento de viviendas

### **Dimensión Social**

#### **Fragilidad Social**

- Grupo etario
- Tipo de Seguro

- Servicios Básicos

### **Resiliencia Social**

- Actitud frente al riesgo sísmico
- Organización ante emergencias

## **Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad**

Se aplicó el Análisis multicriterio (AHP), la cual lo empleamos para hallar la dimensión física y la dimensión social para poder hallar el nivel de la vulnerabilidad.

### **Análisis de la vulnerabilidad por el criterio metodológico**

Para hallar la vulnerabilidad se evaluó dos dimensiones importantes: Dimensión Física y Dimensión Social.

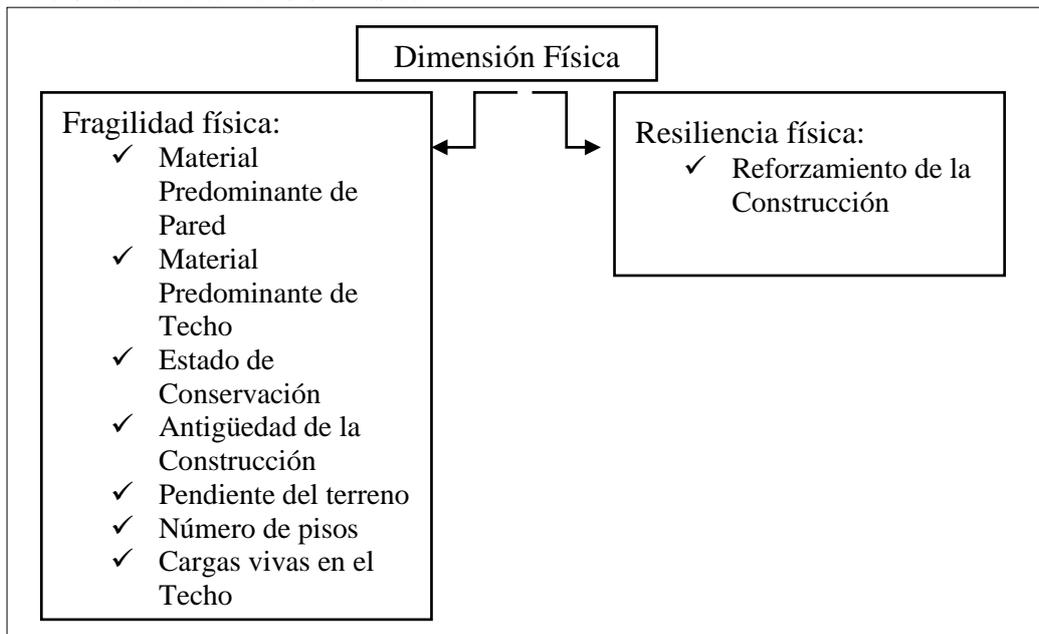
Basándose en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales versión 02 CENEPRED y por criterio propio se determinó el peso de la dimensión física mayor al peso de la dimensión social, 0.6 y 0.4 respectivamente.

Cada una de las dimensiones se clasifican en fragilidad y resiliencia, donde serán evaluadas de forma individual.

### **Análisis de la Dimensión Física**

Para la dimensión física se evalúa todas las viviendas de los asentamientos humanos: Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate, al concluir la evaluación de las viviendas se agrupan para hallar la fragilidad física y resiliencia física. Ver Figura 4.

**Figura 4**  
*Factores de la dimensión Física*



Nota. Elaboración Propia

### **Ponderación de los parámetros de la Dimensión Física**

#### **A. Factor a analizar: Fragilidad Física**

Aplicación del proceso de análisis Jerárquico (AHP), se realizó la comparación de los 7 parámetros, de par en par mediante la escala Saaty en la cual se aprecia en la tabla 3, se analiza primero un parámetro y se compara con los 6 parámetros uno a uno. Para la comparación de parámetros iguales se tiene el mismo nivel de importancia con valor 1.

**Tabla 3.***Escala del Proceso del Análisis Jerárquico*

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

Nota. Escala Satty

Las preguntas que se realizaron para la ponderación son las siguientes:

**Parámetro: Material de Pared**

- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Pared con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que el material predominante de pared es 2 veces más importante que el material predominante de techo. Expresando así que el Material predominante de Pared se encuentra entre igual a ligeramente más importante que Material predominante en Techos.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Pared con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció que el material predominante en paredes es 3 veces más importante que el Estado de conservación. Expresando así que el Material predominante en Paredes es ligeramente más importante que Estado de conservación.

- ¿Cuánto más importante es el Material predominante en Paredes con respecto a la Antigüedad de Construcción? Para esta pregunta se estableció que el material predominante en paredes es 4 veces más importante que la Antigüedad. Expresando así que el Material predominante de Pared se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que Antigüedad de Construcción.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Pared con respecto a la Pendiente del terreno? Para esta pregunta se estableció que el material predominante de pared es 5 veces más importante que la Pendiente del terreno. Expresando así que el Material predominante en Paredes es más importante que la Pendiente del terreno.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Pared con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se estableció que el material predominante de pared es 6 veces más importante que el Número de Pisos, expresando así que el Material predominante de Pared se encuentra entre más importante a mucho más importante que el Número de Pisos.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Pared con respecto al Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que el material predominante de pared es 7 veces más importante que cargas vivas en el Techo. Expresando así que el Material predominante en Pared se encuentra entre mucho más importante que el de Cargas Vivas en el Techo.

**Parámetro: Material de Techo**

- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante de Techo es 2 veces menos importante que el Material

predominante de Pared, expresando así que el Material predominante de Techo se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que el Material predominante en Paredes.

- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante de Techo es 2 veces más importante que el Estado de conservación, expresando así que el Material predominante de Techo se encuentra entre igual a ligeramente más importante que el Estado de conservación.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto a la Antigüedad de construcción? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante de Techo es 3 veces más importante que la Antigüedad de construcción, expresando así que el Material predominante de Techo es ligeramente más importante que la Antigüedad de construcción.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto a la Pendiente del terreno? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante de Techos es 4 veces más importante que la Pendiente del terreno, expresando así que el Material predominante de Techo se encuentra entre ligeramente más importante a mucho más importante que la pendiente del terreno.
- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante de Techo es 4 veces más importante que el Número de Pisos, expresando así que el Material predominante de Techo se encuentra entre ligeramente más importante a mucho más importante que el Número de Pisos.

- ¿Cuánto más importante es el Material predominante de Techo con respecto a Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que el Material predominante en Techos es 5 veces más importante que las Cargas Vivas en el techo, expresando así que el Material predominante de Techo es más importante que las Cargas Vivas en el Techo.

### **Parámetro: Estado de Conservación**

- ¿Cuánto más importante es el Estado de Conservación de la construcción con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que el Estado de Conservación de la construcción es 3 veces menos importante que el Material predominante de Pared, expresando así que el Estado de Conservación de la construcción se encuentra entre ligeramente menos importante que el Material predominante de Pared.
- ¿Cuánto más importante es el Estado de conservación de la construcción con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que el Estado de conservación de la construcción es 2 veces menos importante que el Material predominante de Techo, expresando así que el Estado de Conservación de la construcción se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que el Material predominante de Techo.
- ¿Cuánto más importante es el Estado de conservación de la construcción con respecto a la Antigüedad de construcción? Para esta pregunta se estableció que el Estado de conservación de la construcción es 2 veces más importante que la Antigüedad de construcción, expresando así que el Estado de conservación de la construcción se encuentra entre igual a ligeramente más importante que la Antigüedad de construcción.

- ¿Cuánto más importante es el Estado de conservación de la construcción con respecto a la Pendiente del terreno? Para esta pregunta se estableció que el Estado de conservación de la construcción es 3 veces más importante que la Pendiente del terreno, expresando así que el Estado de conservación de la construcción se encuentra entre ligeramente más importante que la pendiente del terreno.
- ¿Cuánto más importante es Estado de Conservación de la construcción con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se estableció que el Estado de Conservación de la construcción es 4 veces más importante que el Número de Pisos, expresando así que el Estado de Conservación se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que el Número de Pisos.
- ¿Cuánto más importante es el Estado de Conservación de la construcción con respecto a Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que el Estado de Conservación de la construcción es 5 veces más importante que las Cargas Vivas en el techo, expresando así que el Estado de Conservación de la construcción es más importante que las Cargas Vivas en el Techo.

**Parámetro: Antigüedad de la construcción**

- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 4 veces menos importante que el Material predominante de Pared, expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra entre ligeramente menos importante a menos importante que el Material predominante de Pared.

- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 3 veces menos importante que el Material predominante de Techo, expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra entre ligeramente menos importante que el Material predominante de Techo.
- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 2 veces menos importante que el Estado de conservación, expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que el Estado de conservación.
- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto a la Pendiente del terreno? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 2 veces más importante que la Pendiente del terreno, expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra entre igual a ligeramente más importante que la pendiente del terreno.
- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 3 veces más importante que el Número de Pisos, expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra ligeramente más importante que el Número de Pisos.
- ¿Cuánto más importante es la Antigüedad de la construcción con respecto a Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que la Antigüedad de la construcción es 4 veces más importante que las Cargas Vivas en el techo,

expresando así que la Antigüedad de la construcción se encuentra entre ligeramente más importante a más importante que las Cargas Vivas en el Techo.

**Parámetro: Pendiente del Terreno**

- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 5 veces menos importante que el Material predominante de Pared, expresando así que la Pendiente del Terreno es menos importante que el Material predominante de Pared.
- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 4 veces menos importante que el Material predominante de Techo, expresando así que la Pendiente del Terreno se encuentra entre ligeramente menos importante a menos importante que el Material predominante de Techo.
- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 3 veces menos importante que el Estado de conservación, expresando así que la Pendiente del Terreno es ligeramente menos importante que la Estado de conservación.
- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto a la Antigüedad de la construcción? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 2 veces menos importante que la Antigüedad de la construcción, expresando así que la Pendiente del Terreno se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que la Antigüedad de la construcción.

- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto al Número de Pisos? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 2 veces más importante que el Número de Pisos, expresando así que la Pendiente del Terreno se encuentra entre igual a ligeramente más importante que el Número de Pisos.
- ¿Cuánto más importante es la Pendiente del Terreno con respecto a Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que la Pendiente del Terreno es 3 veces más importante que las Cargas Vivas en el techo, expresando así que la Antigüedad de la construcción es ligeramente más importante a más importante que las Cargas Vivas en el Techo.

**Parámetro: Número de Pisos**

- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que Número de Pisos es 6 veces menos importante que el Material predominante de Pared, expresando así que el Número de Pisos se encuentra entre menos importante a mucho menos importante que el Material predominante de Pared.
- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que el Número de Pisos es 5 veces menos importante que el Material predominante de Techo, expresando así que el Número de Pisos es menos importante que el Material predominante de Techo.
- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció el que el Número de Pisos es 4 veces menos importante que el Estado de conservación, expresando así que el

Número de Pisos se encuentra entre ligeramente menos importante a menos importante que el Estado de conservación.

- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto a la Antigüedad de la construcción? Para esta pregunta se estableció que el Número de Pisos es 3 veces menos importante que la Antigüedad de la construcción, expresando así que el Número de Pisos es ligeramente menos importante que la Antigüedad de la construcción.
- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto a la Pendiente del Terreno? Para esta pregunta se estableció que el Número de Pisos es 2 veces menos importante que la Pendiente del terreno, expresando así que el Número de Pisos se encuentra entre igual a ligeramente menos importante que la Pendiente del Terreno.
- ¿Cuánto más importante es el Número de Pisos con respecto a Cargas Vivas en el Techo? Para esta pregunta se estableció que el Número de Pisos es 2 veces más importante que las Cargas Vivas en el techo, expresando así que el Número de Pisos se encuentra entre igual a ligeramente más importante a más importante que las Cargas Vivas en el Techo.

**Parámetro: Cargas Vivas en el Techo**

- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto al Material predominante de Pared? Para esta pregunta se estableció que las cargas vivas en el Techo son 7 veces menos importantes que el Material predominante de Pared, expresando así que las cargas vivas en el Techo son mucho menos importante que el Material predominante de Pared.

- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto al Material predominante de Techo? Para esta pregunta se estableció que las cargas vivas en el Techo son 6 veces menos importantes que el Material predominante de Techo, expresando así que las cargas vivas en el Techo se encuentran entre menos importante a mucho menos importante que el Material predominante de Techo.
- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto al Estado de conservación? Para esta pregunta se estableció el que las cargas vivas en el Techo son 5 veces menos importantes que el Estado de conservación, expresando así que las cargas vivas en el Techo son menos importantes a menos importante que el Estado de conservación.
- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto a la Antigüedad de la construcción? Para esta pregunta se estableció que las cargas vivas en el Techo son 4 veces menos importantes que la Antigüedad de la construcción, expresando así que las cargas vivas en el Techo se encuentran entre ligeramente menos importante a menos importante que la Antigüedad de la construcción.
- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto a la Pendiente del Terreno? Para esta pregunta se estableció que las cargas vivas en el Techo son 3 veces menos importantes que la Pendiente del terreno, expresando así que las cargas vivas en el Techo son ligeramente menos importantes que la Pendiente del Terreno.
- ¿Cuánto más importante son las cargas vivas en el Techo con respecto a Número de pisos? Para esta pregunta se estableció que las cargas vivas en el Techo son 2 veces menos importantes que Número de pisos, expresando así que las cargas

vivas en el techo se encuentran entre igual a ligeramente más importante a menos importante que Numero de pisos.

Quedando como resultado la tabla 4.

**Tabla 4.**

*Resultado de ponderación de pares del parámetro Fragilidad Física*

Parámetro	Material predominante de pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo
Material Predominante de Pared	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Material Predominante de Techo	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	4.000	5.000
Estado de Conservación	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Antigüedad de Construcción	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Pendiente del Terreno	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Número de Pisos	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Cargas vivas en el Techo	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000

Nota. Elaboración Propia

Los valores de la matriz deberán estar en decimales por facilidades en el cálculo, se suma cada columna y se obtiene la inversa de la suma de la misma, quedando la tabla 5 de la siguiente manera:

Tabla 5.

*Matriz de comparación de pares del parámetro Fragilidad Física*

Parámetro	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo
Material Predominante de Pared	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Material Predominante de Techo	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Estado de Conservación	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Antigüedad de Construcción	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Pendiente del Terreno	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Número de Pisos	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Cargas vivas en el Techo	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.593	4.450	7.283	11.083	15.833	21.500	27.000
1/SUMA	0.386	0.225	0.137	0.090	0.063	0.047	0.037

Nota. Elaboración Propia

Una vez terminado la matriz de comparaciones se realiza la matriz de normalización cuyo resultado aparecen en la tabla 6.

Tabla 6.

*Cálculo para obtener la matriz de normalización*

Parámetro	Material Predominante de Pared
Material Predominante de Pared	1.000
Material Predominante de Techo	0.500
Estado de Conservación	0.333
Antigüedad de Construcción	0.250
Pendiente del Terreno	0.200
Número de Pisos	0.167
Cargas vivas en el Techo	0.143
SUMA	2.593
1/SUMA	0.386

÷

Nota. Elaboración Propia

La operación sería de la siguiente manera:

$$0.386 \div 1 = 0.386 \text{ (de la fila material predominante de paredes)}$$

$$0.386 \div 0.5 = 0.193 \text{ (de la fila material predominante de techos)}$$

Así se calcula para las siguientes filas de cada columna hasta completar la tabla 7.

**Tabla 7.**

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

Parámetro	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo
Material Predominante de Pared	0.386	0.449	0.412	0.361	0.316	0.293	0.259
Material Predominante de Techo	0.193	0.225	0.275	0.271	0.253	0.195	0.185
Estado de Conservación	0.129	0.112	0.137	0.180	0.189	0.195	0.185
Antigüedad de Construcción	0.096	0.075	0.069	0.090	0.126	0.146	0.148
Pendiente del Terreno	0.077	0.056	0.046	0.045	0.063	0.098	0.111
Número de Pisos	0.064	0.045	0.034	0.030	0.032	0.049	0.074
Cargas vivas en el Techo	0.055	0.037	0.027	0.023	0.021	0.024	0.037

Nota. Elaboración Propia

La matriz de normalización nos muestra el vector priorización o peso ponderado, indicando la importancia de los parámetros, cuyos resultados aparecen en la tabla 8.

Para hallar el vector priorización (peso ponderado) se hace un promedio por cada fila de cada parámetro.

**Tabla 8.**

*Obtención del Vector Priorización de la matriz de normalización de los parámetros de la Fragilidad Física*

Parámetro	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo	Vector Priorización
Material Predominante de Pared	0.386	0.449	0.412	0.361	0.316	0.279	0.259	0.352
Material Predominante de Techo	0.193	0.225	0.275	0.271	0.253	0.233	0.185	0.233
Estado de Conservación	0.129	0.112	0.137	0.180	0.189	0.186	0.185	0.160
Antigüedad de Construcción	0.096	0.075	0.069	0.090	0.126	0.140	0.148	0.106
Pendiente del Terreno	0.077	0.056	0.046	0.045	0.063	0.093	0.111	0.070
Número de Pisos	0.064	0.045	0.034	0.030	0.032	0.047	0.074	0.047
Cargas vivas en el Techo	0.055	0.037	0.027	0.023	0.021	0.023	0.037	0.032
suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

La operación sería de la siguiente manera:

Para la primera fila

$$\frac{0.386 + 0.449 + 0.412 + 0.361 + 0.316 + 0.293 + 0.259}{7} = 0.354$$

De esta forma se calcularía las demás filas

Cabe mencionar que para comprobar que los cálculos realizados en la tabla 8 sean verídicos, la sumatoria del vector priorización debe dar como resultado la unidad.

### **Relación de Consistencia (RC)**

La relación de Consistencia se emplea para validar y verificar los cálculos realizados por el especialista.

Para la validación del vector priorización (más adelante llamado Peso Parámetro), se debe calcular la relación de Consistencia, el cual debe ser menos al 10%, es decir  $RC < 0.1$ , lo que estaría indicando que los criterios utilizados para la comparación de pares son los adecuados.

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

#### ➤ **Paso n°1: Hallar el vector suma ponderado**

Se debe obtener la multiplicación de cada uno de las ponderaciones elegidas de la matriz de comparación de pares hallada en la tabla 5 con el vector priorización hallada de la tabla 8.

Tabla 9.

*Matriz de comparación de pares del parámetro Fragilidad Física*

Parámetro	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo
Material Predominante de Pared	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Material Predominante de Techo	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Estado de Conservación	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Antigüedad de Construcción	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Pendiente del Terreno	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Número de Pisos	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Cargas vivas en el Techo	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000

Nota. Elaboración Propia

Tabla 10.

*Obtención del Vector Priorización de la matriz de normalización de los parámetros de la Fragilidad Física*

Parámetro	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Estado de Conservación	Antigüedad de Construcción	Pendiente del Terreno	Número de Pisos	Cargas vivas en el Techo	Vector Priorización
Material Predominante de Pared	0.386	0.449	0.412	0.361	0.316	0.279	0.259	0.352
Material Predominante de Techo	0.193	0.225	0.275	0.271	0.253	0.233	0.185	0.233
Estado de Conservación	0.129	0.112	0.137	0.180	0.189	0.186	0.185	0.160
Antigüedad de Construcción	0.096	0.075	0.069	0.090	0.126	0.140	0.148	0.106
Pendiente del Terreno	0.077	0.056	0.046	0.045	0.063	0.093	0.111	0.070
Número de Pisos	0.064	0.045	0.034	0.030	0.032	0.047	0.074	0.047
Cargas vivas en el Techo	0.055	0.037	0.027	0.023	0.021	0.023	0.037	0.032

Cada vector priorización se multiplica con los valores de la matriz de comparación de pares, como se muestra en la Figura 4.

**Figura 5**

*Cálculos realizados para la obtención del vector suma de los parámetros de la Dimensión Física*

1.000	x	0.352	=	0.352	2.000	x	0.233	=	0.467	3.000	x	0.160	=	0.480	4.000	x	0.106	=	0.425
0.500				0.176	1.000				0.233	2.000				0.320	3.000				0.319
0.333				0.117	0.500				0.117	1.000				0.160	2.000				0.213
0.250				0.088	0.333				0.078	0.500				0.080	1.000				0.106
0.200				0.070	0.250				0.058	0.333				0.053	0.500				0.053
0.167				0.059	0.200				0.047	0.250				0.040	0.333				0.035
0.143				0.050	0.167				0.039	0.200				0.032	0.250				0.027
5.000	x	0.070	=	0.351	6.000	x	0.047	=	0.279	7.000	x	0.032	=	0.224					
4.000				0.281	4.000				0.233	5.000				0.160					
3.000				0.211	4.000				0.186	5.000				0.160					
2.000				0.140	3.000				0.140	4.000				0.128					
1.000				0.070	2.000				0.093	3.000				0.096					
0.500				0.035	1.000				0.047	2.000				0.064					
0.333				0.023	0.500				0.023	1.000				0.032					

Nota. Elaboración Propia

Obteniendo como resultado la Tabla 9

**Tabla 11.**

Suma ponderado del vector suma de los parámetros de la fragilidad física

Resultados de la operación de matrices							Vector Suma Ponderado
<b>0.352</b>	0.467	0.480	0.425	0.351	0.279	0.224	2.578
<b>0.176</b>	0.233	0.320	0.319	0.281	0.233	0.160	1.721
<b>0.117</b>	0.117	0.160	0.213	0.211	0.186	0.160	1.163
<b>0.088</b>	0.078	0.080	0.106	0.140	0.140	0.128	0.760
<b>0.070</b>	0.058	0.053	0.053	0.070	0.093	0.096	0.494
<b>0.059</b>	0.047	0.040	0.035	0.035	0.047	0.064	0.326
<b>0.050</b>	0.039	0.032	0.027	0.023	0.023	0.032	0.226

Fuente: Elaboración Propia

El vector suma ponderado es el resultado de la sumatoria por cada fila.

➤ Paso n°2: Hallar el  $\lambda_{max}$

**Figura 6**

Obtención del  $\lambda_{max}$

Vector Suma Ponderado		Vector Priorización		$\lambda_{max}$
2.578		0.352		7.328
1.721		0.233		7.378
1.163	÷	0.160	=	7.274
0.760		0.106		7.148
0.494		0.070		7.041
0.326		0.047		7.011
0.226		0.032		7.076

Nota. Elaboración Propia

$$\lambda_{max} = \frac{7.328 + 7.378 + 7.274 + 7.148 + 7.041 + 7.011 + 7.076}{7} = 7.180$$

$$\lambda_{max} = 7.180$$

➤ Paso n°3: Hallando el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n}$$

Donde:

“n”: Tamaño de la matriz (cantidad o total de parámetros utilizados)

El cálculo sería el siguiente:

$$IC = \frac{7.180 - 7}{6} = 0.030$$

$$IC = 0.030$$

➤ **Paso n°4: Hallando la Relación de Consistencia (RC):**

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

Donde:

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice Aleatorio

Nota: Los valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes “n” (tamaño de la matriz), obtenidos mediante la simulación de 100 000 matrices (Aguaron y Moreno – Jiménez, 2001), aparecen en la tabla 10.

**Tabla 12.**

*Valores de consistencia aleatoria en función al tamaño de la matriz*

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

Nota. Thomas Saaty

Entonces:

$$RC = \frac{0.030}{1.341} = 0.022$$

$$RC = 0.022$$

Cuando cumple la condición de que la Relación de Consistencia es menor a 0.1 (RC<0.1), indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son correctos, es decir son los adecuados para el trabajo de investigación.

Una vez evaluado el peso ponderado de los parámetros del factor Fragilidad Física el siguiente paso es evaluar la ponderación de los descriptores de cada uno de los 8 parámetros.

## **Ponderación de los descriptores de los parámetros**

### ➤ **Dimensión Física – Fragilidad Física**

#### • **Parámetro a evaluar: Material Predominante de Pared**

Se evalúa este parámetro ya que con ello se determina que tan resistente es el material de la pared de la vivienda, si es propenso a derrumbe ante un movimiento telúrico. Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- Estera: Este material es muy poco resistente, siendo muy fácil de derrumbar, por ende, las paredes construidas por este material son más vulnerables.
- Triplay: Este material es poco resistente, considerado vulnerable.
- Madera: Material de mediana resistencia, considerado a pesar de ello un material vulnerable.
- Adobe: Se encuentra catalogada entre buena a regular resistencia, siendo considerada como menos vulnerable.
- Ladrillo: Material de mayor resistencia, considerado poco vulnerable.

### **Tabla 13.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared*

<b>Descriptores</b>	<b>Estera</b>	<b>Triplay</b>	<b>Madera</b>	<b>Adobe</b>	<b>Ladrillo</b>
<b>Estera</b>	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
<b>Triplay</b>	0.500	1.000	3.000	4.000	7.000
<b>Madera</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	6.000
<b>Adobe</b>	0.143	0.250	0.333	1.000	4.000
<b>Ladrillo</b>	0.111	0.143	0.167	0.250	1.000
<b>Suma</b>	1.954	3.726	9.500	15.250	27.000
<b>1/Suma</b>	0.512	0.268	0.105	0.066	0.037

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 14.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared*

DESCRITORES	ESTERA	TRIPLAY	MADERA	ADOBE	LADRILLO	VECTOR PRIORIZACION (Peso Ponderado)
<b>ESTERA</b>	0.512	0.537	0.526	0.459	0.333	0.473
<b>TRIPLAY</b>	0.256	0.268	0.316	0.262	0.259	0.272
<b>MADERA</b>	0.102	0.089	0.105	0.197	0.222	0.143
<b>ADOBE</b>	0.073	0.067	0.035	0.066	0.148	0.078
<b>LADRILLO</b>	0.057	0.038	0.018	0.016	0.037	0.033
<b>SUMA</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

El peso ponderado obtenidos en esta evaluación serán utilizados más adelante para los cálculos en el nivel de vulnerabilidad.

- **Parámetro a evaluar: Material Predominante de Techo**

Se evalúa este parámetro ya que con ello se determina que tan resistente es el material del techo de la vivienda, si es propenso a derrumbe ante un movimiento telúrico. Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- Estera: Este material es muy poco resistente, siendo muy fácil de derrumbar, por ende, el techo construido por este material es más vulnerable.
- Triplay: Este material es poco resistente, considerado vulnerable.
- Calamina: Material de mediana resistencia, considerado a pesar de ello un material vulnerable.
- Madera: Se encuentra catalogada entre buena a regular resistencia, siendo considerada como menos vulnerable.
- Ladrillo: Material de mayor resistencia, considerado poco vulnerable.

**Tabla 15.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Material predominante de Techo*

Descriptores	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Ladrillo
<b>Estera</b>	1.000	3.000	4.000	7.000	8.000
<b>Triplay</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>Calamina</b>	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>Madera</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	4.000
<b>Ladrillo</b>	0.125	0.143	0.200	0.250	1.000
<b>Suma</b>	1.851	4.676	8.533	16.250	25.000
<b>1/Suma</b>	0.540	0.214	0.117	0.062	0.040

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 16.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Material predominante de Techo*

Descriptores	Estera	Triplay	Calamina	Madera	Ladrillo	Vector Priorización (Peso Ponderado)
<b>Estera</b>	0.540	0.642	0.469	0.431	0.320	0.480
<b>Triplay</b>	0.180	0.214	0.352	0.308	0.280	0.267
<b>Calamina</b>	0.135	0.071	0.117	0.185	0.200	0.142
<b>Madera</b>	0.077	0.043	0.039	0.062	0.160	0.076
<b>Ladrillo</b>	0.068	0.031	0.023	0.015	0.040	0.035
<b>Suma</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Estado de Conservación**

Se evalúa este parámetro ya que con ello se determina el estado de conservación en la que se encuentra la vivienda para deducir si es propenso a derrumbarse ante un movimiento telúrico. Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- **Muy Malo:** Las estructuras se encuentran en pésimo estado de conservación, por ello son propensas al colapso.
- **Malo:** Las estructuras se encuentran en mal estado de conservación, propenso a sufrir un derrumbe ante un movimiento telúrico.

- Regular: Las estructuras de la vivienda se encuentra en un término intermedio con respecto a su estado de conservación, la estructura no tiene deterioro.
- Bueno: las estructuras de la vivienda, se encuentra en buen estado, con ligeros deterioros ya que recibiría mantenimiento cada cierto tiempo.
- Muy Bueno: Las estructuras de la vivienda se encuentra en muy buen estado de conservación, no presentan deterioro alguno ya que recibiría probablemente mantenimiento permanente.

**Tabla 17.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Estado de Conservación*

Descriptores	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.000	2.000	6.000	7.000	9.000
Malo	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Regular	0.167	0.333	1.000	4.000	6.000
Bueno	0.143	0.200	0.250	1.000	4.000
Muy bueno	0.111	0.143	0.167	0.250	1.000
Suma	1.921	3.676	10.417	17.250	27.000
1/Suma	0.521	0.272	0.096	0.058	0.037

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 18.**

*Tabla de Normalización de los descriptores del parámetro Estado de Conservación*

Descriptores	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización (Peso Ponderado)
Muy malo	0.521	0.544	0.576	0.406	0.333	0.476
Malo	0.260	0.272	0.288	0.290	0.259	0.274
Regular	0.087	0.091	0.096	0.232	0.222	0.146
Bueno	0.074	0.054	0.024	0.058	0.148	0.072
Muy bueno	0.058	0.039	0.016	0.014	0.037	0.033
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Antigüedad de la Vivienda**

Se evalúa este parámetro ya que con ello se determina si una vivienda está preparada para un sismo de gran magnitud a pesar del tiempo de antigüedad y también por haber sufrido

movimientos telúricos a lo largo de sus años, mediante la cual se determinará qué tan vulnerable podría llegar a ser.

Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- De 21 años a más: están catalogadas como viviendas altamente vulnerables, ya que son las viviendas más antiguas de la zona, han pasado sismos anteriores con el paso de los años.
- De 16 a 20 años: Por su antigüedad de construcción son vulnerables, puede presentar algunas rajaduras en sus construcciones a consecuencia de sismos pasados.
- De 11 a 15 años: La construcción de estas viviendas presentan un tiempo regular de antigüedad, por ello se podría catalogar como medianamente vulnerable.
- De 6 a 10 años: Son poco vulnerables ya que tienen poco tiempo de antigüedad, serían más resistentes ante un posible sismo.
- 0 a 5 años: Edificaciones recientemente construidas, por ello si hubiera algún sismo no habría daños significativos en su estructura, por ello son poco vulnerables.

### Tabla 19.

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Antigüedad de Construcción*

Descriptores	21 a más Años	16 a 20 Años	11 a 15 Años	6 a 10 Años	0 a 5 Años
21 a más Años	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
16 a 20 Años	0.500	1.000	2.000	4.000	5.000
11 a 15 Años	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
6 a 10 Años	0.200	0.250	0.500	1.000	2.000
0 a 5 Años	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.176	3.950	6.833	12.500	18.000
1/SUMA	0.460	0.253	0.146	0.080	0.056

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 20.***Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Antigüedad de Construcción*

Descriptores	21 a más Años	16 a 20 Años	11 a 15 Años	6 a 10 Años	0 a 5 Años	Vector priorización (Peso Ponderado)
21 a más Años	0.460	0.506	0.439	0.400	0.389	0.439
16 a 20 Años	0.230	0.253	0.293	0.320	0.278	0.275
11 a 15 Años	0.153	0.127	0.146	0.160	0.167	0.151
6 a 10 Años	0.092	0.063	0.073	0.080	0.111	0.084
0 a 5 Años	0.066	0.051	0.049	0.040	0.056	0.052
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Pendiente del Terreno**

Se evalúa este parámetro ya que con ello se determina si la vivienda es propensa a deslizamientos ante la ocurrencia de un sismo, dependiendo en qué nivel de pendiente se encuentra ubicado para así saber el nivel de vulnerabilidad en que se halla la vivienda.

Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- 70% <: Muy alta pendiente.
- 40- 70%: Alta pendiente
- 25 – 40%: Media Pendiente
- 10 – 25%: Baja Pendiente
- 0 – 10%: Muy Baja Pendiente

**Tabla 21.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno*

Descriptores	70% <	50- 70%	30 - 50%	15 - 30%	0 - 15%
70% <	1.000	4.000	6.000	8.000	9.000
50- 70%	0.250	1.000	3.000	6.000	8.000
30 - 50%	0.167	0.333	1.000	3.000	6.000
15 - 30%	0.125	0.167	0.333	1.000	3.000
0 - 15%	0.111	0.125	0.167	0.333	1.000
SUMA	1.653	5.625	10.500	18.333	27.000
1/SUMA	0.605	0.178	0.095	0.055	0.037

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 22.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Pendiente del Terreno*

Descriptores	70% <	50- 70%	30 - 50%	15 - 30%	0 - 15%	Vector priorización (Peso Ponderado)
70% <	0.605	0.711	0.571	0.436	0.333	<b>0.531</b>
50- 70%	0.151	0.178	0.286	0.327	0.296	<b>0.248</b>
30 - 50%	0.101	0.059	0.095	0.164	0.222	<b>0.128</b>
15 - 30%	0.076	0.030	0.032	0.055	0.111	<b>0.061</b>
0 - 15%	0.067	0.022	0.016	0.018	0.037	<b>0.032</b>
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Número de Pisos**

Se evalúa este parámetro ya que a mayor número de pisos que posee una vivienda, más vulnerable podría estar ante la ocurrencia de un movimiento telúrico.

Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- 5 pisos a más: Calificada como muy vulnerable, ya que a mayor altura es más propenso a su colapso en caso de sismo.
- 4 pisos: Calificada como edificaciones vulnerables, ya que la cantidad de pisos es aún propensa a colapso en caso de un sismo.
- 3 pisos: estas edificaciones se encuentran en vulnerabilidad media, ya que el peso de 3 pisos no es tan considerable para un derrumbe fácil.

- 2 pisos: Calificada como poco vulnerable, ya que la altura de la edificación y la carga no es tan pesada.
- 1 piso: Estas edificaciones están calificadas como de baja vulnerabilidad, ya que la altura es la norma, y este piso ni soporta otro peso encima de él, por ende, en caso de sismo no es considerable tan significativo el peligro de derrumbe.

**Tabla 23.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Número de Pisos*

Descriptores	5 pisos a mas	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 pisos a mas	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 pisos	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

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 24.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Número de Pisos*

Descriptores	5 pisos a mas	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 pisos	vector priorización (Peso Ponderado)
5 pisos a mas	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 pisos	0.068	0.035	0.026	0.022	0.045	0.039
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Cargas Vivas en el Techo**

Se evalúa este parámetro debido a que va a depender mucho el tipo de carga que se encuentra sobre cada vivienda, más vulnerable podría estar ante la ocurrencia de un movimiento telúrico.

Se identificaron 5 descriptores, se ordenaron en forma descendente, desde el más desfavorable a menos favorable.

- **Materiales de Construcción:** Calificada como altamente vulnerable, los materiales de construcción como ladrillos, cementos, fierros, martillos, etc., son muy pesados y ante una caída de altura podría ocasionar pérdidas en caso de sismo.
- **Objetos Pesados:** Calificada como vulnerable, ya que, ante el alboroto de las personas en un sismo, podría caerles estos objetos pesados ocasionando muerte de las personas.
- **Maderas Sueltas:** Calificada como vulnerabilidad media, ya que ante caída de la madera sobre las personas podría ocasionar daños severos en ellos ante la ocurrencia de un sismo.
- **Tanques elevados:** Calificada como poco vulnerable, en caso de caída podría ocasionar ligeros daños a las personas.
- **Libre de Carga:** calificada como vulnerabilidad nula, es decir no presenta ningún tipo de peligro de daños ante la ocurrencia de un sismo.

**Tabla 25.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Cargas vivas en el Techo*

<b>Descriptores</b>	<b>Materiales de construcción</b>	<b>Objetos pesados</b>	<b>Maderas sueltas</b>	<b>Tanques elevados</b>	<b>Libre de carga</b>
<b>Materiales de construcción</b>	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
<b>Objetos pesados</b>	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
<b>Maderas sueltas</b>	0.250	0.500	1.000	3.000	6.000
<b>Tanques elevados</b>	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
<b>Libre de carga</b>	0.125	0.143	0.167	0.333	1.000
<b>Suma</b>	2.042	3.893	7.500	14.333	25.000
<b>1/Suma</b>	0.490	0.257	0.133	0.070	0.040

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 26.***Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Cargas vivas en el Techo*

Descriptores	Materiales de construcción	Objetos pesados	Maderas sueltas	Tanques elevados	Libre de carga	Vector priorización (Peso Ponderado)
<b>Materiales de construcción</b>	0.490	0.514	0.533	0.419	0.320	<b>0.455</b>
<b>Objetos pesados</b>	0.245	0.257	0.267	0.279	0.280	<b>0.266</b>
<b>Maderas sueltas</b>	0.122	0.128	0.133	0.209	0.240	<b>0.167</b>
<b>Tanques Elevados</b>	0.082	0.064	0.044	0.070	0.120	<b>0.076</b>
<b>Libre de carga</b>	0.061	0.037	0.022	0.023	0.040	<b>0.037</b>
<b>Suma</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

➤ **Dimensión Física – Resiliencia Física**

**Parámetro a evaluar: Reforzamiento de la Construcción**

Es importante evaluar este parámetro ya que veremos qué tan vulnerable es la población con respecto a la conciencia que adopta la población al reforzar sus viviendas, pudiendo estar en cierto deterioro ocasionado por sismos pasados, así mismo reforzando sus viviendas estarían preparados para un futuro sismo.

- Muy Malo: No desea reforzar la vivienda.
- Malo: Es posible que refuercen su vivienda en algún futuro.
- Regular: Se planea reforzar la vivienda dentro del año.
- Bueno: Está siendo reforzada en la actualidad.
- Muy Bueno: Ha sido reforzada, y cada cierto tiempo lo hacen.

**Tabla 27.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción*

Descriptores	No desea reforzar la vivienda	Posiblemente se reforzará	Se reforzará	Está siendo reforzada	Ha sido reforzada
No desea reforzar la vivienda	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Posiblemente se reforzará	0.333	1.000	3.000	4.000	7.000
Se reforzará	0.200	0.333	1.000	3.000	4.000
Está siendo reforzada	0.143	0.250	0.333	1.000	3.000
Ha sido reforzada	0.111	0.143	0.250	0.333	1.000
Suma	1.787	4.726	9.583	15.333	24.000
1/Suma	0.560	0.212	0.104	0.065	0.042

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 28.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción*

Descriptores	No desea reforzar la vivienda	Posiblemente se reforzará	Se reforzará	Está siendo reforzada	Ha sido reforzada	Vector priorización (Peso Ponderado)
No desea reforzar la vivienda	0.560	0.635	0.522	0.457	0.375	<b>0.510</b>
Posiblemente se reforzará	0.187	0.212	0.313	0.261	0.292	<b>0.253</b>
Se reforzará	0.112	0.071	0.104	0.196	0.167	<b>0.130</b>
Está siendo reforzada	0.080	0.053	0.035	0.065	0.125	<b>0.072</b>
Ha sido reforzada	0.062	0.030	0.026	0.022	0.042	<b>0.036</b>
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

## Resumen de los valores hallados en la evaluación de la ponderación de la Dimensión

Física:

**Tabla 29.***Peso Ponderado de los Parámetros de la Dimensión Física*

<b>Variable</b>	<b>Factor</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Peso parámetro (Ppar)</b>
<b>Dimensión física</b>	<b>Fragilidad física</b>	Material Predominante de Pared	0.354
		Material Predominante de Techo	0.228
		Estado de Conservación	0.161
		Antigüedad de Construcción	0.107
		Pendiente del Terreno	0.071
		Número de Pisos	0.047
		Cargas vivas en el Techo	0.032
	<b>Resiliencia Física</b>	Reforzamiento de la Construcción	1.000

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 30.***Peso Ponderado de los Descriptores de la Fragilidad Física*

Parámetros	Descriptores	Peso descriptor (Pdesc)
Material predominante de pared	Estera	0.473
	Triplay	0.272
	Madera	0.143
	Adobe	0.078
Material predominante de techo	Ladrillo	0.033
	Estera	0.480
	Triplay	0.267
	Calamina	0.142
Estado de conservación	Madera	0.076
	Ladrillo	0.035
	Muy malo	0.476
	Malo	0.274
Antigüedad de la vivienda	Regular	0.146
	Bueno	0.072
	Muy bueno	0.033
	21 a más años	0.439
	16 -20 años	0.275
Pendiente del terreno	11 - 15 años	0.151
	6 - 10 años	0.084
	0 - 5 años	0.052
	70% <	0.531
	50- 70%	0.248
Número de pisos	30 - 50%	0.128
	15 - 30%	0.061
	0 - 15%	0.032
	5 pisos a mas	0.493
	4 pisos	0.261
Cargas vivas en el techo	3 pisos	0.132
	2 pisos	0.074
	1 piso	0.039
	Materiales de construcción	0.455
	Objetos pesados	0.266
	Maderas sueltas	0.167
Tanques elevados	0.076	
	Libre de carga	0.037

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 31.***Peso Ponderado de los Descriptores de la Resiliencia Física*

<b>Reforzamiento de la vivienda</b>	<b>Peso descriptor (Pdesc)</b>
<b>No desea reforzar la vivienda</b>	0.510
<b>Posiblemente se reforzará</b>	0.253
<b>Se reforzará</b>	0.130
<b>Está siendo reforzada</b>	0.072
<b>Ha sido reforzada</b>	0.036

Nota. Elaboración Propia

Una vez obtenido todos los pesos de los parámetros y descriptores de la fragilidad física y resiliencia física, se procede a determinar la Dimensión física, para ello se hallará la fragilidad física, realizando una multiplicación del parámetro analizado con los pesos de cada uno de los descriptores evaluados anteriormente.

**Valor de la fragilidad física**

Se hace la multiplicación de cada fila de la siguiente manera

$$\sum P_{par} * P_{desc} \text{ (de cada parámetro)} = \text{Valor fragilidad fisica}$$

Donde:

$P_{par}$  : Peso del Parámetro

$P_{desc}$ . Peso del descriptor

Tabla 32.

*Matriz de Ponderación para la determinación del Valor de la Fragilidad Física*

Fragilidad física														Valor Fragilidad Física
Material de pared		Material de techo		Estado de conservación		Antigüedad de la vivienda		Pendiente del terreno		Número de pisos		Cargas vivas en el techo		
Ppar	Pdes	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdes	Ppar	Pdes	Ppar	Pdes	Ppar	Pdes	Ppar	Pdes	
0.354	0.473	0.228	0.480	0.161	0.476	0.107	0.439	0.071	0.531	0.047	0.493	0.032	0.455	<b>0.476</b>
0.354	0.272	0.228	0.267	0.161	0.274	0.107	0.275	0.071	0.248	0.047	0.261	0.032	0.266	<b>0.269</b>
0.354	0.143	0.228	0.142	0.161	0.146	0.107	0.151	0.071	0.128	0.047	0.132	0.032	0.167	<b>0.143</b>
0.354	0.078	0.228	0.076	0.161	0.072	0.107	0.084	0.071	0.061	0.047	0.074	0.032	0.076	<b>0.076</b>
0.354	0.033	0.228	0.035	0.161	0.033	0.107	0.052	0.071	0.032	0.047	0.039	0.032	0.037	<b>0.036</b>

Nota. Elaboración Propia

Ejemplo:

$$0.354 * 0.473 + 0.228 * 0.480 + 0.161 * 0.476 + 0.107 * 0.439 + 0.071 * 0.531 + 0.047 * 0.493 + 0.032 * 0.455 = 0.476$$

Se procede a hacer la operación en cada fila para hallar el valor de la fragilidad física.

**Valor de la Resiliencia física**

Para hallar la resiliencia física se califica como peso del parámetro el valor de 1, no se necesita hallar la matriz de normalización ya que solo comprende un solo parámetro.

$$Ppar * Pdesc = Valor Resiliencia Fisica$$

Donde:

Ppar : Peso del Parámetro

Pdesc. Peso del descriptor

**Tabla 33.**

*Matriz de ponderación para la determinación del Valor Resiliencia Física*

Resiliencia física		Valor resiliencia física
Reforzamiento de viviendas		
Ppar	Pdesc	
1.000	0.510	0.510
1.000	0.253	0.253
1.000	0.130	0.130
1.000	0.072	0.072
1.000	0.036	0.036

Nota. Elaboración Propia

Una vez obtenido el valor de la Fragilidad Física y Resiliencia Física, se procede a determinar la Dimensión Física.

### **Valor de la Dimensión Física**

Se le otorgo el peso de la Fragilidad física y la Resiliencia física el valor de 0.6 y 0.4 respectivamente, por criterio propio determinamos que la fragilidad física es un factor un poco más importante que el de la resiliencia física, cabe mencionar que ambos pesos deben de sumar la unidad por ello se le otorgaron dichos valores.

$$V_{Frag\_Fis} * P_{Frag\_Fis} + V_{ResFis} * P_{ResFis} = V_{DIM\_FIS}$$

Donde:

$V_{Frag\_Fis}$ : Valor de la Fragilidad Física

$P_{Frag\_Fis}$ : Peso de la Fragilidad Física

$V_{ResFis}$ : Valor de la Resiliencia Física

$P_{ResFis}$ : Peso de la Resiliencia Física

Tabla 34.

## Matriz de la Dimensión Física

														Dimensión física					Valor dimensión física	
Fragilidad física														Valor Fragilidad Física	Peso Fragilidad Física	Resiliencia física	Valor Resiliencia Física	Peso Resiliencia Física		
Material de pared		Material de techo		Estado de conservación		Antigüedad de la vivienda		Pendiente del terreno		Número de pisos		Cargas vivas en el techo		REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS						
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc					
0.354	0.473	0.228	0.480	0.161	0.476	0.107	0.439	0.071	0.531	0.047	0.493	0.032	0.455	0.476	0.6	1.000	0.510	0.510	0.4	0.489
0.354	0.272	0.228	0.267	0.161	0.274	0.107	0.275	0.071	0.248	0.047	0.261	0.032	0.266	0.269	0.6	1.000	0.253	0.253	0.4	0.263
0.354	0.143	0.228	0.142	0.161	0.146	0.107	0.151	0.071	0.128	0.047	0.132	0.032	0.167	0.143	0.6	1.000	0.130	0.130	0.4	0.138
0.354	0.078	0.228	0.076	0.161	0.072	0.107	0.084	0.071	0.061	0.047	0.074	0.032	0.076	0.076	0.6	1.000	0.072	0.072	0.4	0.074
0.354	0.033	0.228	0.035	0.161	0.033	0.107	0.052	0.071	0.032	0.047	0.039	0.032	0.037	0.036	0.6	1.000	0.036	0.036	0.4	0.036

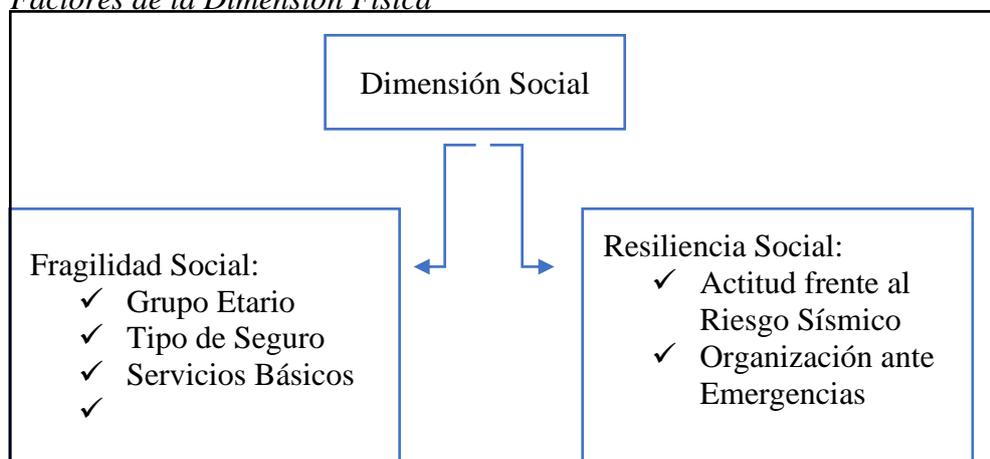
Nota. Elaboración Propia

## Análisis de la Dimensión Social

Para la dimensión Social se evalúa todas las viviendas de los asentamientos humanos: Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el distrito de Ate, al concluir la evaluación de las viviendas se agrupan para hallar la fragilidad social y resiliencia social.

**Figura 7**

### *Factores de la Dimensión Física*



Nota. Elaboración Propia

## Ponderación de los parámetros de la Dimensión Social

### A. Factor a analizar: Fragilidad Social

Aplicación del proceso de análisis Jerárquico (AHP)

Tomando como guía el manual para la evaluación del riesgo por sismos elaborado por CENEPRED (2017), se identificó 3 parámetros en la fragilidad social, de los cuales cada parámetro contiene 5 descriptores ordenados en forma descendente, es decir desde el más desfavorable hasta el menos desfavorables con respecto a su grado de vulnerabilidad.

Se realiza la comparación de los 3 parámetros, de par en par mediante la escala Saaty (Ver tabla 3), se analiza primero un parámetro y se compara con los 3 parámetros uno a uno. Para la comparación de parámetros iguales se tiene el mismo nivel de importancia con valor 1.

### **Ponderación de los descriptores del Parámetro Fragilidad Física**

**Tabla 35.**

#### *Matriz de comparación de Pares*

Parámetro	Grupo etario	Tipo de seguro	Servicios básicos
Grupo etario	1.000	2.000	3.000
Tipo de seguro	0.500	1.000	2.000
Servicios básicos	0.333	0.500	1.000
Suma	1.833	3.500	6.000
1/Suma	0.545	0.286	0.167

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 36.**

#### *Matriz de Normalización*

Parámetro	Grupo etario	Tipo de seguro	Servicios básicos	Vector Priorización (Peso Ponderado)
Grupo etario	0.545	0.571	0.500	0.539
Tipo de seguro	0.273	0.286	0.333	0.297
Servicios básicos	0.182	0.143	0.167	0.164

Nota. Elaboración Propia

### **Ponderación de los parámetros de la Dimensión Social**

Dimensión Social – Fragilidad Social

- **Parámetro a evaluar: Grupo Etario**

Es importante evaluar este parámetro, ya que la edad determina a la población más vulnerable. De acuerdo al manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales CENEPRED (2015), los niños y ancianos son los más vulnerables ante la ocurrencia de un desastre natural.

Los descriptores seleccionados para este parámetro son los siguientes:

- De 0 a 5 años y mayores de 65 años: Por ser niños y adultos mayores pertenecen a la población con mayor nivel de vulnerabilidad.
- De 6 a 11 años y de 60 a 64 años: Aun pertenecen a la población Vulnerable, ya que en este grupo hay niños y personas de 3era edad.
- De 12 a 17 años y de 45 a 59 años: En este grupo se encuentran adolescentes y adultos, pertenecen a la población de vulnerabilidad moderada.
- De 17 a 29 años: En este grupo se encuentra a la población joven, por ello es poco vulnerable.
- De 30 a 44 años: En este grupo se encuentra la población adulta por ende se considerará población no vulnerable.

**Tabla 37.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Grupo etario*

Descriptores	0 - 5 años y mayores de 65 años	de 6 - 11 años y de 60 - 64 años	de 12 - 17 años y de 45 a 59 años	de 17 - 29 años	de 30 a 44 años
0 - 5 años y mayores de 65 años	1.000	4.000	5.000	7.000	9.000
de 6 - 11 años y de 60 - 64 años	0.250	1.000	4.000	5.000	8.000
de 12 - 17 años y de 45 a 59 años	0.200	0.250	1.000	4.000	5.000
de 17 - 29 años	0.143	0.200	0.250	1.000	3.000
de 30 a 44 años	0.111	0.125	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.704	5.575	10.450	17.333	26.000
<b>1/Suma</b>	0.587	0.179	0.096	0.058	0.038

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 38.***Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Grupo Etario*

Descriptores	0 - 5 años y mayores de 65 años	de 6 - 11 años y de 60 - 64 años	de 12 - 17 años y de 45 a 59 años	de 17 - 29 años	de 30 a 44 años	Vector priorización (Peso Ponderado)
0 - 5 años y mayores de 65 años	0.587	0.717	0.478	0.404	0.346	0.507
de 6 - 11 años y de 60 - 64 años	0.147	0.179	0.383	0.288	0.308	0.261
de 12 - 17 años y de 45 a 59 años	0.117	0.045	0.096	0.231	0.192	0.136
de 17 - 29 años	0.084	0.036	0.024	0.058	0.115	0.063
de 30 a 44 años	0.065	0.022	0.019	0.019	0.038	0.033
<b>Suma</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Tipo de Seguro**

Es importante evaluar este parámetro, ya que en caso ocurra una emergencia en caso de sismo, si la población no cuenta con algún tipo de seguro se podría perder vidas humanas y esto lo haría mucho más vulnerable.

Los descriptores seleccionados para este parámetro son los siguientes:

- No tiene
- SIS
- ESSALUD
- FFAA - PNP
- Seguro Privado y/u otros

**Tabla 39.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro*

Descriptores	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA - PNP	Seguro privado y/u otro
No tiene	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
SIS	0.500	1.000	2.000	5.000	7.000
ESSALUD	0.200	0.500	1.000	3.000	5.000
FFAA - PNP	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Seguro privado y/u otro	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.954	3.843	8.533	16.333	25.000
1/Suma	0.512	0.260	0.117	0.061	0.040

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 40.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Tipo de Seguro*

Descriptores	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA - PNP	Seguro privado y/u otro	Vector priorizacion (Peso Ponderado)
No tiene	0.512	0.520	0.586	0.429	0.360	<b>0.481</b>
SIS	0.256	0.260	0.234	0.306	0.280	<b>0.267</b>
ESSALUD	0.102	0.130	0.117	0.184	0.200	<b>0.147</b>
FFAA - PNP	0.073	0.052	0.039	0.061	0.120	<b>0.069</b>
Seguro privado y/u otro	0.057	0.037	0.023	0.020	0.040	<b>0.036</b>
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

- **Parámetro a evaluar: Servicios Básicos**

Es importante evaluar este parámetro, ya que en caso ocurra una emergencia en caso de sismo, si la población no cuenta con los servicios básicos, serían los más vulnerables, ya que sufren de carencias para recuperarse del desastre.

Los descriptores seleccionados para este parámetro son los siguientes:

- No tiene
- Luz

- Pozo de Agua
- Luz y pozo de agua
- Agua, desagüe y luz

**Tabla 41.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Servicios Básicos*

Descriptores	No tiene	Luz	Pozo de agua	Luz y pozo de agua	Agua, desagüe y luz
No tiene	1.000	3.000	6.000	7.000	8.000
Luz	0.333	1.000	3.000	6.000	7.000
Pozo de agua	0.167	0.333	1.000	3.000	6.000
Luz y pozo de agua	0.143	0.167	0.333	1.000	3.000
Agua, desagüe y luz	0.125	0.143	0.167	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.768	4.643	10.500	17.333	25.000
<b>1/Suma</b>	0.566	0.215	0.095	0.058	0.040

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 42.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Servicios Básicos*

Descriptores	No tiene	Luz	Pozo de agua	Luz y pozo de agua	Agua, desagüe y luz	Vector priorización (Peso Ponderado)
No tiene	0.566	0.646	0.571	0.404	0.320	0.501
Luz	0.189	0.215	0.286	0.346	0.280	0.263
Pozo de agua	0.094	0.072	0.095	0.173	0.240	0.135
Luz y pozo de agua	0.081	0.036	0.032	0.058	0.120	0.065
Agua, desagüe y luz	0.071	0.031	0.016	0.019	0.040	0.035
<b>Suma</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

### **Ponderación de los descriptores de los parámetros**

- **Dimensión Social – Resiliencia Social**

Se identificaron 2 parámetros para la Resiliencia Social, donde se califica a la población según su nivel cultural ante la ocurrencia de un sismo.

Los parámetros elegidos son los siguientes:

- Actitud Frente al Riesgo Sísmico
- Organización ante emergencias

Por criterio propio calificamos ambos parámetros con el mismo nivel de importancia, el peso ponderado indicado para este caso es de 0.5 para cada uno.

- **Parámetro a evaluar: Actitud Frente al Riesgo Sísmico**

Es importante evaluar este parámetro, en caso ocurra una emergencia en caso de sismo, veremos cuál es la actitud que toma la población ante estos casos, ya que generalmente se pierden más vidas humanas por la desesperación de la población que por el evento sísmico, serían los más vulnerables según la actitud de la población.

Los descriptores seleccionados para este parámetro son los siguientes:

- Actitud Fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.
- Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.
- Habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el Riesgo.
- Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo.
- Actitud previsor de todos los habitantes de la vivienda implementando medidas de prevención.

**Tabla 43.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico*

Descriptores	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención
Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	0.500	1.000	2.000	5.000	7.000
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.143	0.200	0.500	1.000	2.000
Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	0.111	0.143	0.200	0.500	1.000
<b>Suma</b>	1.954	3.843	8.700	15.500	24.000
<b>1/suma</b>	0.512	0.260	0.115	0.065	0.042

Nota. Elaboración Propia

Tabla 44.

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico*

Descriptores	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	Vector priorización (Peso Ponderado)
Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Nota. Elaboración Propia

○ **Parámetro a evaluar: Organización Ante Emergencias**

Es importante evaluar este parámetro, en caso ocurra una emergencia en caso de sismo, veremos cómo se organiza la población ante estos casos, si organizan simulacros de sismo, si participan en algún tipo de capacitaciones, etc., en caso no tengan este tipo de organización serían los más vulnerables.

- Los descriptores seleccionados para este parámetro son los siguientes:
- Ningún habitante participa.
- Uno de los habitantes participa.
- Dos o tres habitantes participa.
- La mayoría de habitantes tienen funciones designadas.

- Todos los habitantes participan y tienen funciones.

**Tabla 45.**

*Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico*

Descriptores	Ningún habitante participa	Uno de los habitantes participa	Dos o tres habitantes participan en simulacros	La mayoría de habitantes tienen funciones DESIGNADAS	Todos los habitantes participan y tienen funciones
Ningún habitante participa	1.000	3.000	4.000	6.000	8.000
Uno de los habitantes participa	0.333	1.000	3.000	4.000	6.000
Dos o tres habitantes participan en simulacros	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
La mayoría de habitantes tienen funciones designadas	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
Todos los habitantes participan y tienen funciones	0.125	0.167	0.250	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.875</b>	<b>4.750</b>	<b>8.583</b>	<b>14.333</b>	<b>22.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.533</b>	<b>0.211</b>	<b>0.117</b>	<b>0.070</b>	<b>0.045</b>

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 46.**

*Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro Actitud Frente al Riesgo Sísmico*

Descriptores	Ningún habitante participa	Uno de los habitantes participa	Dos o tres habitantes participan en simulacros	la mayoría de habitantes tienen funciones designadas	Todos los habitantes participan y tienen funciones	Vector priorización (Peso Ponderado)
Ningún habitante participa.	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	<b>0.483</b>
Uno de los habitantes participa	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	<b>0.258</b>
Dos o tres habitantes participan en simulacros.	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	<b>0.142</b>
La mayoría de habitantes tienen funciones designadas.	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	<b>0.077</b>
Todos los habitantes participan y tienen funciones	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	<b>0.040</b>
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Nota. Elaboración Propia

Resumen de los valores hallados en la evaluación de la ponderación de la Dimensión Social:

**Tabla 47.**

*Peso Ponderado de los Parámetros de la Dimensión Social*

Variable	Factor	Parámetro	Peso parámetro (Ppar)
Dimensión Social	Fragilidad Social	Grupo Etareo	0.539
		Tipo de Seguro	0.297
	Servicios Básicos	0.164	
	Resiliencia Social	Actitud frente al riesgo sísmico	0.5
		Organización ante emergencias	0.5

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 48.**

*Peso Ponderado de los descriptores de la Fragilidad Social*

Parámetros	Descriptores	Peso Descriptor (Pdesc)
Grupo etario	0 - 5 AÑOS Y MAYORES DE 65 AÑOS	0.507
	DE 6 - 11 AÑOS Y DE 60 - 64 AÑOS	0.261
	DE 12 - 17 AÑOS Y DE 45 A 59 AÑOS	0.136
	DE 17 - 29 AÑOS	0.063
	DE 30 A 44 AÑOS	0.033
Tipo de seguro	NO TIENE	0.481
	SIS	0.267
	ESSALUD	0.147
	FFAA - PNP	0.069
	SEGURO PRIVADO Y/U OTRO	0.036
Servicios Básicos	NO TIENE	0.501
	LUZ	0.263
	POZO DE AGUA	0.135
	LUZ Y POZO DE AGUA	0.065
	AGUA, DESAGUE Y LUZ	0.035

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 49.***Peso Ponderado de los descriptores de la Resiliencia Social*

Parámetros	Descriptores	Peso descriptor (Pdesc)
<b>Actitud frente al riesgo sísmico</b>	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	0.487
	Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	0.272
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.137
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	0.066
	Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	0.038
<b>Organización ante emergencias</b>	Ningún habitante participa	0.483
	Uno de los habitantes participa	0.258
	Dos o tres habitantes participan en simulacros	0.142
	La mayoría de habitantes tienen funciones designadas	0.077
	Todos los habitantes participan y tienen funciones	0.040

Nota. Elaboración Propia

Una vez obtenido los pesos de los parámetros y descriptores de la fragilidad social y resiliencia social, se procede a determinar la Dimensión Social, para ello se hallará la fragilidad social realizando una sencilla multiplicación del parámetro analizado con los pesos de cada uno de los descriptores evaluados anteriormente.

$$\sum_{Par \times Pdesc} = V_{Frag\_Social}$$

Donde:

Ppar: Peso del Parámetro

Pdesc: Peso del Descriptor.

$V_{Frag\_Social}$ : Valor de la Fragilidad Social.

**Tabla 50.***Matriz de Ponderación para determinar la Fragilidad Social*

Fragilidad social						Valor Fragilidad Social
Grupo etario		Tipo de seguro		Servicios básicos		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
<b>0.539</b>	0.507	0.297	0.481	0.164	0.501	<b>0.498</b>
<b>0.539</b>	0.261	0.297	0.267	0.164	0.263	<b>0.263</b>
<b>0.539</b>	0.136	0.297	0.147	0.164	0.135	<b>0.139</b>
<b>0.539</b>	0.063	0.297	0.069	0.164	0.065	<b>0.065</b>
<b>0.539</b>	0.033	0.297	0.036	0.164	0.035	<b>0.034</b>

Nota. Elaboración Propia

Ejemplo:

$$0.539 \times 0.507 + 0.297 \times 0.481 + 0.164 \times 0.501 = 0.49822$$

Se procede a realizar la operación en cada fila para hallar el valor de la Fragilidad social.

**Valor de la Resiliencia Social**

Para hallar la resiliencia social se califica como peso de los parámetros el valor de 0.5 respectivamente, no se necesita hacer la matriz de normalización ya que solo comprende dos parámetros en donde le dimos el mismo valor de importancia.

$$\Sigma_{Ppar \times Pdesc} = V_{Res\_Social}$$

Donde:

Ppar: Peso del Parámetro

Pdesc: Peso del Descriptor.

$V_{Res\_Social}$ : Valor de la Resiliencia Social.

**Tabla 51.***Matriz de Ponderación para determinar el Valor de la Resiliencia Social*

Resiliencia social				Valor Resiliencia Social
Actitud frente al riesgo sísmico		Organización ante emergencias		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
<b>0.5</b>	0.487	0.5	0.483	<b>0.485</b>
<b>0.5</b>	0.272	0.5	0.258	<b>0.265</b>
<b>0.5</b>	0.137	0.5	0.142	<b>0.140</b>
<b>0.5</b>	0.066	0.5	0.077	<b>0.072</b>
<b>0.5</b>	0.038	0.5	0.040	<b>0.039</b>

Nota. Elaboración Propia

Una vez obtenido el valor de la fragilidad Social y Resiliencia Social, se procede a determinar la Dimensión Social.

### **Valor de la Dimensión Social**

Se le otorgó el peso de la Fragilidad Social el valor de 0.6 y al peso de la resiliencia social el valor de 0.4, por criterio propio, analizando que la fragilidad social es un poco mas importante que la resiliencia social.

Tabla 52.

*Matriz de la Dimensión Social*

Grupo etario		Dimensión social						Valor dimensión social						
		Fragilidad social			Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Resiliencia social		Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social				
		Tipo de seguro		Servicios básicos			Actitud frente al riesgo sísmico				Organización ante emergencias			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc					
<b>0.539</b>	0.507	0.297	0.481	0.164	0.501	<b>0.498</b>	0.6	0.5	0.487	0.5	0.483	<b>0.485</b>	0.4	<b>0.493</b>
<b>0.539</b>	0.261	0.297	0.267	0.164	0.263	<b>0.263</b>	0.6	0.5	0.272	0.5	0.258	<b>0.265</b>	0.4	<b>0.264</b>
<b>0.539</b>	0.136	0.297	0.147	0.164	0.135	<b>0.139</b>	0.6	0.5	0.137	0.5	0.142	<b>0.140</b>	0.4	<b>0.139</b>
<b>0.539</b>	0.063	0.297	0.069	0.164	0.065	<b>0.065</b>	0.6	0.5	0.066	0.5	0.077	<b>0.072</b>	0.4	<b>0.068</b>
<b>0.539</b>	0.033	0.297	0.036	0.164	0.035	<b>0.034</b>	0.6	0.5	0.038	0.5	0.040	<b>0.039</b>	0.4	<b>0.036</b>

Nota. Elaboración Propia

### 3.7. Análisis de Datos

Para hallar los cálculos de los rangos de niveles de vulnerabilidad, se identificaron las variables dependientes e independientes, es decir la Dimensión Físicas y la Dimensión Social con sus respectivos factores, en la Dimensión Física encontramos dos factores: la Fragilidad Física y Resiliencia Física, en la dimensión Social encontramos a la Fragilidad Social y Resiliencia Social.

Cada factor tiene sus respectivas variables independientes (parámetros), a la vez los parámetros tienen cinco descriptores cada uno, a partir de los descriptores se hallarán 4 rangos de niveles como bajo, medio, alto y muy alto.

En la Fragilidad Física encontraremos los siguientes parámetros:

- Material Predominante de Pared; aquí se pudo encontrar de que está construido principalmente la vivienda ya sea de: estera, triplay, madera, adobe o ladrillo (llamados descriptores de ahora en adelante)
- Material Predominante de Techo; aquí se pudo encontrar de que esta construido principalmente el techo de la vivienda, pueden ser los siguientes descriptores como: estera, triplay, calamina, madera o ladrillo.
- Estado de Conservación; aquí se encuentran los descriptores que definen el estado de conservación en la cual se encuentra la construcción de la vivienda ya se en estado “Muy Malo”, “Malo”, “Regular”, “Bueno” y “Muy Bueno”.
- Antigüedad de la Construcción; aquí se clasificó 5 descriptores de la antigüedad de la construcción, siendo: de “21 a más años”, “16 – 20 años”, “11-15 años”, “6-10 años”, “0-5 años”.
- Pendiente del Terreno; se encontró 5 descriptores o rangos ya establecidos: “85%<”, “50-85%”, “30-50%”, “10-30%”, “0-10%”

- Número de Pisos; se encontró los siguientes descriptores: “5 pisos a más”, “4pisos”, “3 pisos”, “2 pisos”, “1 piso”.
- Cargas Vivas en el Techo; se encontró 5 descriptores que definen que tipo de cargas están sobre el techo de la vivienda: “Materiales de construcción”, “Objetos pesados”, “Maderas sueltas”, “Tanques elevados”, “Libre de Carga”.

En la Resiliencia Física encontraremos el siguiente parámetro:

- Reforzamiento de la Construcción; los 5 descriptores establecidos aquí fueron; “No desea reforzar la vivienda”, “Posiblemente se reforzará la vivienda”, “Se reforzará”, “Está siendo Reforzada”, “Ha sido reforzada”.

En la Fragilidad Social se encontró los siguientes parámetros:

- Grupo Etario; se encontró 5 grupos de edades, llamados descriptores: “0-5 y mayores a 65años”, “de 6-11 años y de 60-64 años”, “de 12-17 años y de 45-59 años”, “de 17- 29 años” y “de 30- 44 años”.
- Tipo de Seguro; los 5 descriptores establecidos aquí fueron: “No tiene”, “SIS”, “ESSSALUD”, “FFAA-PNP”, “Seguro Privado y/u otro”
- Servicios Básicos; los 5 descriptores establecidos son: “No tiene”, “Luz”, “Pozo de agua”, “Luz y Pozo de agua”, “Agua, desagüe y Luz”.

En la Resiliencia Social encontraremos los siguientes parámetros:

- Actitud Frente al Riesgo Sísmico; aquí detallamos 5 descriptores:
  - Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de habitantes
  - Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.
  - Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.

- Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo.
- Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención del riesgo sísmico.
- Organización ante Emergencias
  - Ningún habitante participa.
  - Uno de los habitantes participa.
  - Dos o tres habitantes participan en simulacros.
  - La mayoría de habitantes tienen funciones designadas.
  - Todos los habitantes participan y tienen funciones.

Después de identificar las variables, se realiza el análisis en base a la metodología del “Análisis Jerárquico” con respecto a la dimensión física y socioeconómico procesando los datos al programa Excel 2016.

Luego de obtener los resultados de datos en el programa Excel se transfieren los datos a la base sistema de información geográfica para realizar el geo procesamiento, realizando cálculos en la tabla de ArcGIS. Así al concluir todos los cálculos, se pudo comenzar la elaboración de los diferentes mapas de cada uno de los parámetros, siendo la fusión de los parámetros el resultado dimensión física y dimensión social, que a su vez la intersección de estas dos dimensiones nos da como resultado los niveles de vulnerabilidad.

### ***3.7.1. Niveles de Vulnerabilidad***

La Vulnerabilidad se obtiene a partir de la dimensión física y dimensión social, se estratificaron en cuatro niveles: Nivel baja, media, alta y muy alta, en donde los niveles muy bajo a bajo se clasificó como “Vulnerabilidad Baja”, entre el nivel bajo y regular el nivel de “Vulnerabilidad Medio”, entre el nivel regular a alto el nivel de “Vulnerabilidad es Alta” y entre el nivel alto y muy alto el nivel de “Vulnerabilidad es Muy alta”.

Para hallar el valor de la Vulnerabilidad se empleó la siguiente formula:

$$\text{Valor Vulnerabilidad} = (\text{Valor}_{DIM FIS} * \text{Peso}_{DIM FIS}) + (\text{Valor}_{DIM SOC} * \text{Peso}_{DIM SOC})$$

Donde:

$\text{Valor}_{DIM FIS}$ : Valor de la Dimensión Física

$\text{Peso}_{DIM FIS}$  : Peso de la Dimensión Física

$\text{Valor}_{DIM SOC}$ : Valor de la Dimensión Social

$\text{Peso}_{DIM SOC}$ : Peso de la Dimensión Social

### Figura 8

*Valor del nivel de vulnerabilidad*

VALOR DIMENSIÓN FISICA	PESO DIMENSIÓN FISICA		VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL		VALOR DE VULNERABILIDAD
<b>0.489</b>	0.600		0.493	0.400		<b>0.491</b>
<b>0.263</b>	0.600	+	0.264	0.400	=	<b>0.263</b>
<b>0.138</b>	0.600		0.139	0.400		<b>0.138</b>
<b>0.074</b>	0.600		0.068	0.400		<b>0.072</b>
<b>0.036</b>	0.600		0.036	0.400		<b>0.036</b>

Nota. Elaboración Propia

### Tabla 53.

*Niveles de Vulnerabilidad clasificados en rangos*

Nivel	Rango
<b>Muy alto</b>	$0.263 \leq V \leq 0.491$
<b>Alto</b>	$0.138 \leq V \leq 0.263$
<b>Medio</b>	$0.072 \leq V \leq 0.138$
<b>Bajo</b>	$0.036 \leq V \leq 0.072$

Nota. Elaboración Propia

## **Pasos para la determinación de los niveles de vulnerabilidad mediante Geoprocesamiento**

Se realizó el geoprocesamiento mediante la aplicación del software ArcGIS (ModelBuilder), para poder crear, editar modelos (flujos de trabajo) en la cual se utilizan las herramientas de geoprocesamiento para facilitar los cálculos y resultados adquiridos, así mismo se pueden crear varios modelos y guárdalos para poder ser utilizados para otros casos similares.

Se crearon tres modelos para la obtención de la vulnerabilidad:

- Modelo de Dimensión Física, en este modelo se pueden obtener los mapas de los 8 parámetros físicos, así mismo se obtuvo los mapas de fragilidad física y resiliencia física.
- Modelo de Dimensión Social, en este modelo se obtuvieron los mapas de los 5 parámetros sociales, así mismo se obtuvo el mapa de fragilidad social y resiliencia social.
- Modelo de Vulnerabilidad, se creó el modelo debido a la intersección de los modelos de Dimensión Física y Social, hallando de esta manera los niveles de vulnerabilidad.

### **A. Modelo para Obtener la Dimensión Física**

Se codificó cada parámetro y sus respectivos descriptores ya que el nombre de cada campo no debe tener más de 10 caracteres al ser ingresados a la base de datos del programa ArcGIS 10.5.

Tabla 54.

## Parámetros y descriptores de la Dimensión Física

Variables dependientes	Factores	Variables independientes (parámetros)	Descriptor	Código
Dimensión física	Fragilidad Física	Material predominante de pared	Estera	Pared1
			Triplay	Pared2
			Madera	Pared3
			Adobe	Pared4
			Ladrillo	Pared5
		Material predominante de techo	Estera	Tech1
			Triplay	Tech2
			Calamina	Tech3
			Madera	Tech4
			Ladrillo	Tech5
		Estado de conservación	Muy malo	Conserv1
			Malo	Conserv2
			Regular	Conserv3
			Bueno	Conserv4
			Muy bueno	Conserv5
	Antigüedad de la vivienda	21 a más años	Antigu1	
		16 -20 años	Antigu2	
		11 - 15 años	Antigu3	
		6 - 10 años	Antigu4	
		0 - 5 años	Antigu5	
	Pendiente del terreno	70% <	Pend1	
		40- 70%	Pend2	
		25 - 40%	Pend3	
		10 - 25%	Pend4	
		0 - 10%	Pend5	
	Número de pisos	5 pisos a mas	NroPisos1	
		4 pisos	NroPisos2	
		3 pisos	NroPisos3	
		2 pisos	NroPisos4	
		1 piso	NroPisos5	
Cargas vivas en el techo	Materiales de construcción	CargasTech1		
	Objetos pesados	CargasTech2		
	Maderas sueltas	CargasTech3		
	Tanques elevados	CargasTech4		
	Libre de carga	CargasTech5		
Resiliencia Física	Reforzamiento de viviendas	No desea reforzar la vivienda	Reforz_Viv1	
		Posiblemente se reforzará	Reforz_Viv2	
		Se reforzará	Reforz_Viv3	
		Está siendo reforzada	Reforz_Viv4	
		Ha sido reforzada	Reforz_Viv5	

Nota. Elaboración Propia

Para ingresar la base de datos del Excel al programa ArcGIS, se hace unido a la información de lotes todo ello en un shapefile georreferenciado en el datum horizontal World Geodetic System 1984 (WGS 84) Proyección transversal Mercator (UTM), Zona 18 Sur, ya que aquí se encuentra la posición de nuestros asentamientos humanos elegidos.

Se obtienen 8 shapefiles en total de dimensión física, en la cual 7 shapefiles pertenecen a la fragilidad física y 1 shapefile perteneciente a la resiliencia física.

## Figura 9

Tabla de atributos del shapefile por parámetro

LOTE	MZ	ASENTAMIENTO HUMANO	USO_LOT	CALLE	MATERIAL DE PARED							
					ESTERA	TRIPLAY	MADERA	ADOBE	LADRILLO	ESTERA	TRIP	
					Pared1	Pared2	Pared3	Pared4	Pared5	Tech1	Tech2	
01	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS / CAL. LAS	0	0	0	0	1	0		
02	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	1	0		
03	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	1	0		
04	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa	VACIO	CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	0	0	0	
05	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	1	0		
06	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	1	0		
07	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LOS FICUS	0	0	0	0	1	0		
08	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
09	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
10	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
11	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
12	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	1	0	0	0		
13	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	1	0	0	0		
14	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
15	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
16	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		
17	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa	VACIO	CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	0	0	0	
18	A	Junta de Vecinos Villa Hermosa		CAL. LEONCIO PRADO	0	0	0	0	1	0		

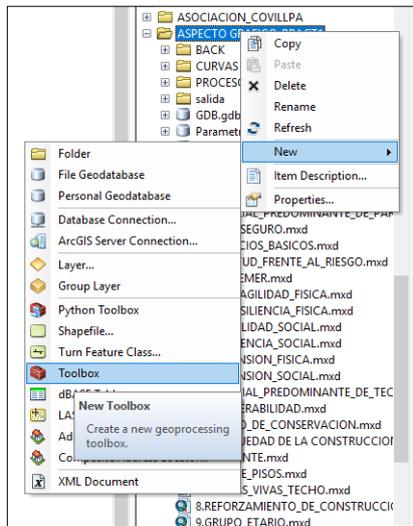
  

COD_UNIC *	OBJECTID_1	LOTE	MZ	USO_LOT	CALLE	Pared1	Pared2	Pared3	Pared4	Pared5	Tech1	Tech2
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA230	296	22	G	DOMESTIC	CAL. LEONCIO PRADO	0	0	1	0	0	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA23G	397	23	G	DOMESTIC	CAL. LEONCIO PRADO	0	0	1	0	0	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA1G	379	11	G	DOMESTIC	PSJ. 5 DE JULIO	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA18J	175	18	J	DOMESTIC	CAL. COVILPA	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA7I	468	7	I	DOMESTIC	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA2K	483	2	K	DOMESTIC	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA1K	482	1	K	DOMESTIC	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA2K	184	2	K	DOMESTIC	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA3K	185	3	K	VACIO	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	0	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA7K	488	7	K	DOMESTIC	PSJ. 18 DE OCTUBRE	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA8K	488	5	K	DOMESTIC	PSJ. 18 DE OCTUBRE	0	0	1	0	0	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA4K	485	4	K	DOMESTIC	PSJ. 18 DE OCTUBRE	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA3K	484	3	K	DOMESTIC	PSJ. 18 DE OCTUBRE	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA8K	190	8	K	DOMESTIC	PSJ. SAN LORENZO	1	0	0	0	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA9K	191	9	K	DOMESTIC	PSJ. SAN LORENZO	0	1	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA6K	188	6	K	DOMESTIC	PSJ. LA PLANTA	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA7K	189	7	K	DOMESTIC	PSJ. LA PLANTA	0	0	0	0	1	1	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA4K	188	4	K	DOMESTIC	PSJ. ESTRELLA DE MAR	0	0	0	0	1	1	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA5K	187	5	K	DOMESTIC	PSJ. ESTRELLA DE MAR	0	0	0	0	1	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVLLPA1K	183	1	K	DOMESTIC	CAL. 26 DE NOVIEMBRE	0	0	0	0	1	0	0
JUNTA VEONAL VILLA HERIOSA8K	490	9	K	DOMESTIC	CAL. SM	0	0	1	0	0	0	0

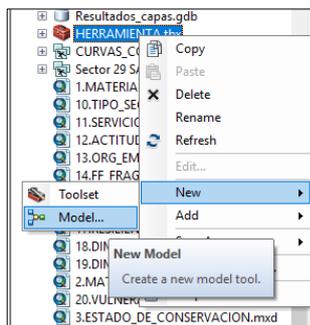
Nota. Traspaso de datos de Excel a la tabla de atributos del shapefile por parámetro.  
Elaboración propia

Procedimiento para la creación del modelo en el aplicativo modo builder para determinar los niveles de La Dimensión Física

- Se crea una caja de herramientas del Toolbox (ver imagen 2), una vez creado la caja de herramientas podemos crear el modelo, el nombre elegido es DIMENSION\_FISICA.

**Figura 10***Creación de una caja de herramientas*

Nota. Elaboración propia

**Figura 11***Creación del modelo en modo builder*

Nota. Elaboración propia

- Empezamos a ingresar los geodatabase al modelo creado, editándolo y guardándolo en cualquier momento.

Tabla 55.

*Parámetros de la fragilidad física y su respectivo geodatabase*

Factor	Variables independientes (parámetros)	Geodatabase
<b>Fragilidad Física</b>	Material predominante de pared	Par_Pared
	Material predominante de techo	Par_Techo
	Estado de conservación	Par_conserv
	Antigüedad de la vivienda	Par_ant_constr
	Pendiente del terreno	Par_Pend
	Número de pisos	Par_Piso
	Cargas vivas en el techo	Par_carg_tech

Nota. Elaboración Propia

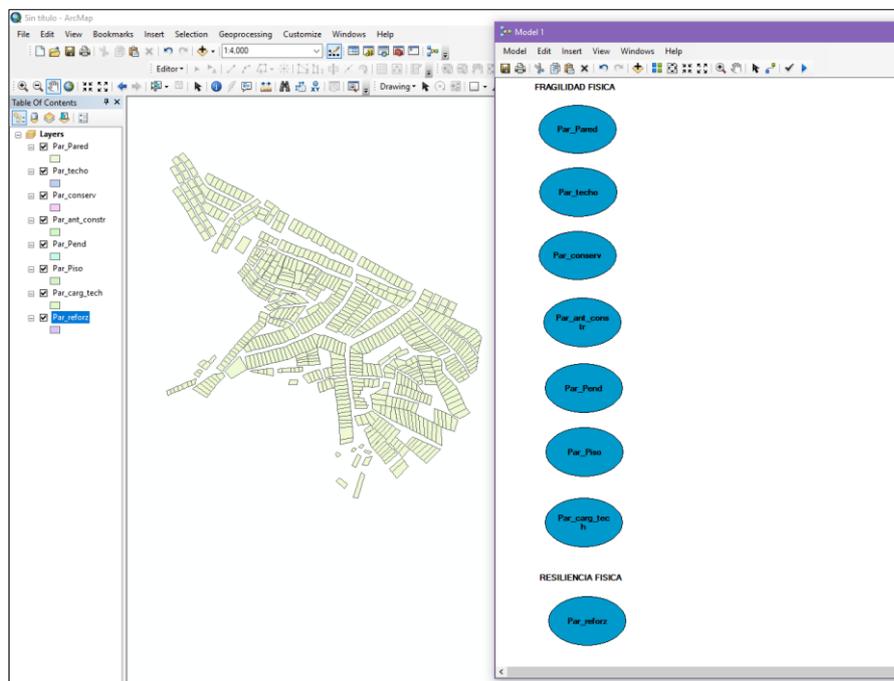
Tabla 56.

*Parámetros de la Resiliencia física y su respectivo geodatabase*

Factor	Variables independientes (parametros)	Geodatabase
<b>Resiliencia física</b>	Reforzamiento de viviendas	Par_reforz

Nota. Elaboración Propia

Figura 12

*Obtención de la Dimensión Física*

Nota. Ingreso de los geodatabase para la obtención de la Dimensión Física. Elaboración propia

## Factor Fragilidad física

- Material predominante de pared (Par\_Pared)

Este geodatabase contiene el asentamiento humano al cual pertenece, el lote y manzana a la que corresponde y el código del tipo de material predominante de pared repartidos en 5 descriptores mencionados anteriormente (ver Figura 12)

**Figura 13**

*Tabla de atributos del parámetro “Material predominante de pared” (Par\_Pared)*

OBJECTID	Shape	AH	MZ	NRO_LOTE	ID_MZ	C	LOTE	MZ	USO_LOT	Pared1	Pared2	Pared3	Pared4	Pared5
422	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	A	1	1A	A	1	A	DOMESTICO	0	1	0	0	0
423	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	A	2	2A	A	2	A	DOMESTICO	0	1	0	0	0
424	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	3	3B	A	3	B	VACIO	0	0	0	0	0
425	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	2	2B	A	2	B	DOMESTICO	0	1	0	0	0
426	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	1	1B	A	1	B	VACIO	0	0	0	0	0
427	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	6	6B	A	6	B	VACIO	0	0	0	0	0
428	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	4	4B	A	4	B	VACIO	0	0	0	0	0
429	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	B	5	5B	A	5	B	VACIO	0	0	0	0	0
430	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	1	1I	A	1	I	VACIO	0	0	0	0	0
431	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	2	2I	A	2	I	VACIO	0	0	0	0	0
432	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	3	3I	A	3	I	VACIO	0	0	0	0	0
433	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	4	4I	A	4	I	VACIO	0	0	0	0	0
434	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	8	8I	A	8	I	VACIO	0	0	0	0	0
435	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	7	7I	A	7	I	VACIO	0	0	0	0	0
436	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	6	6I	A	6	I	DOMESTICO	0	0	1	0	0
437	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	I	5	5I	A	5	I	DOMESTICO	0	0	1	0	0
438	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	C	1	1C	A	1	C	VACIO	0	0	0	0	0
439	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	C	8	8C	A	8	C	VACIO	0	0	0	0	0
440	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	C	7	7C	A	7	C	DOMESTICO	0	0	0	0	1
441	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	C	2	2C	A	2	C	VACIO	0	0	0	0	0
442	Polygon ZM	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUEVA JERUSALEN DE SANTA CLAR	C	3	3C	A	3	C	DOMESTICO	0	0	0	0	1

Nota. Elaboración propia

En la imagen 5 vemos por ejemplo la manzana 1 A del asentamiento humano Nueva Jerusalén de Santa Clara, tiene un tipo de pared “Pared2” lo que indica que la pared del lote 1 A es del tipo ladrillo, el numero 1 indica en qué tipo de pared está catalogado el lote.

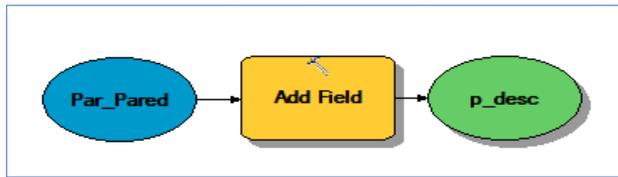
Para el resto de parámetros así se procedió de la misma manera con la tabla de atributos.

Pasos para la creación del modelo:

1. Se crea el campo llamado “P\_desc1” para transcribir los pesos de los descriptores hallados en el AHP. Creamos este campo con la herramienta “Add Field” ubicado en el ArcToolbox.

**Figura 14**

*Creación del campo “P\_desc1” para el descriptor “Pared”*

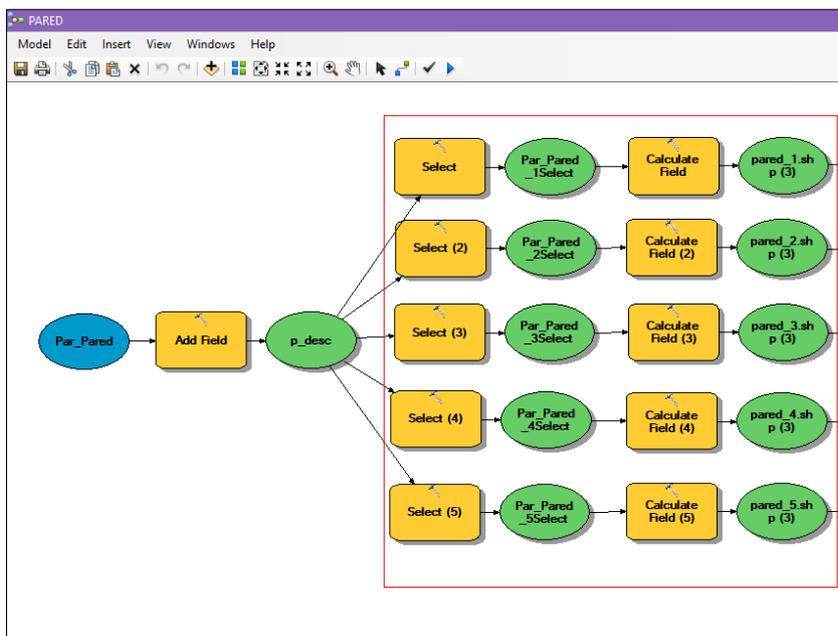


Nota. Elaboración propia

2. Se debe colocar el peso de cada descriptor en el campo creado, se agruparán los tipos de pared en la cual se clasifican con la herramienta “Select” para así incluir el peso de cada tipo de pared con el uso de la herramienta “Calculate Field”

**Figura 15**

*Peso de cada descriptor del geodatabase “Pared”*

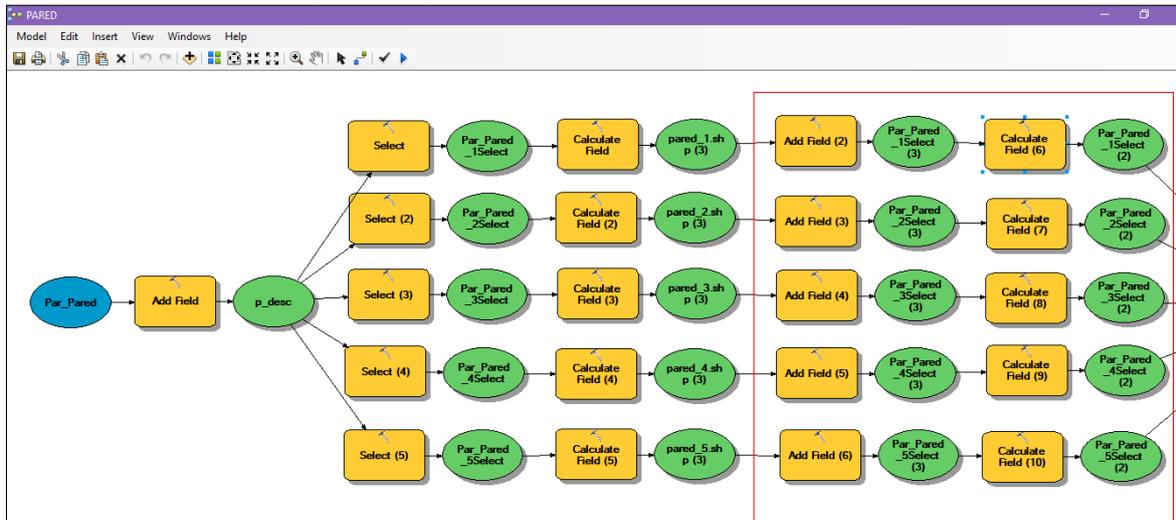


Nota. Insertando el peso de cada descriptor del geodatabase “Pared”. Elaboración propia

3. Creamos otro campo para insertar el nombre de cada descriptor del parámetro “Pared” con la herramienta “Add Field” para crear el campo y para calcular el nombre se utiliza la herramienta “Calculate Field”

**Figura 16**

*Nombres de cada descriptor del parámetro “Pared”*

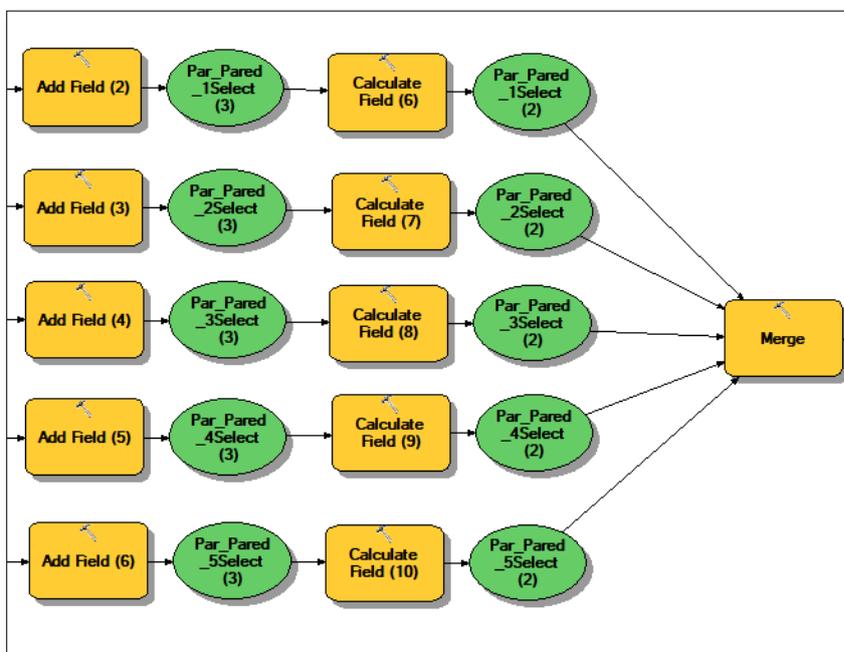


Nota. Inserción de los nombres de cada descriptor del parámetro “Pared”. Elaboración propia

4. Finalizando se une los 5 campos creados con la herramienta “Merge”

**Figura 17**

*Unión de los descriptores del parámetro Material predominante de Pared*

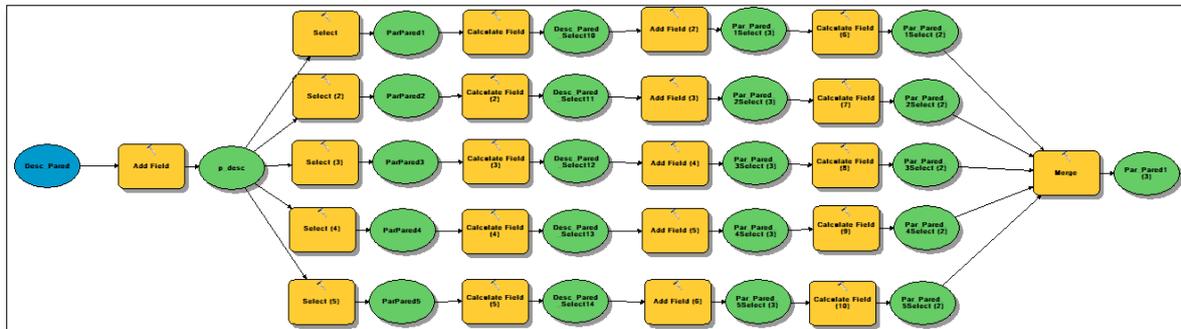


Nota. Elaboración propia

5. Todo este proceso se aplica para los demás geodatabases restantes, quedando la lista para hallar la fragilidad física de la siguiente manera:

**Figura 18**

*Modelo Builder para el parámetro Material predominante de Pared*

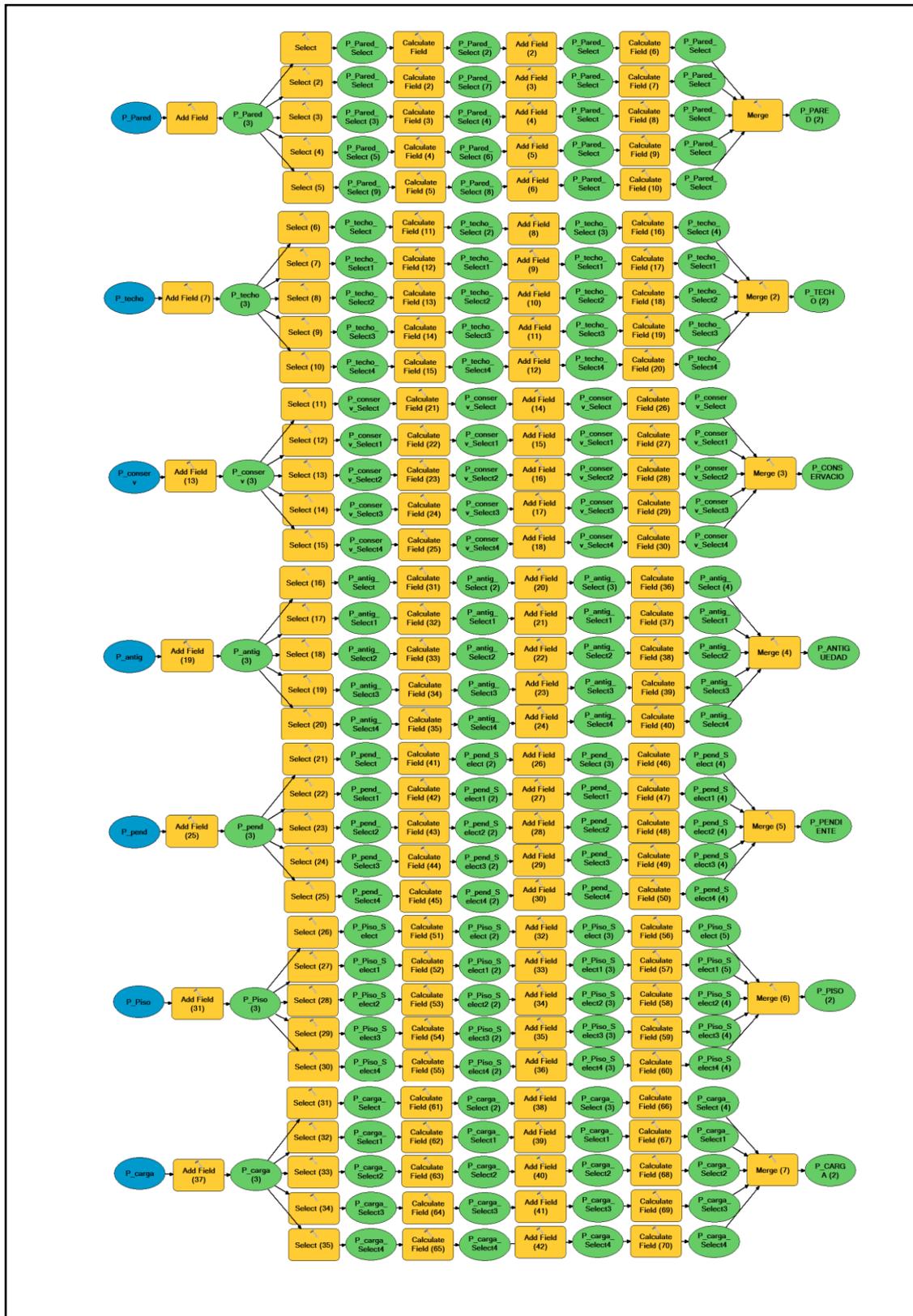


Nota. Elaboración propia

6. La interacción de estos submodelos son los 8 mapas pertenecientes a la fragilidad Física con sus 5 descriptores.

Figura 19

Modelo para la determinación de los Parámetros de la Fragilidad Física



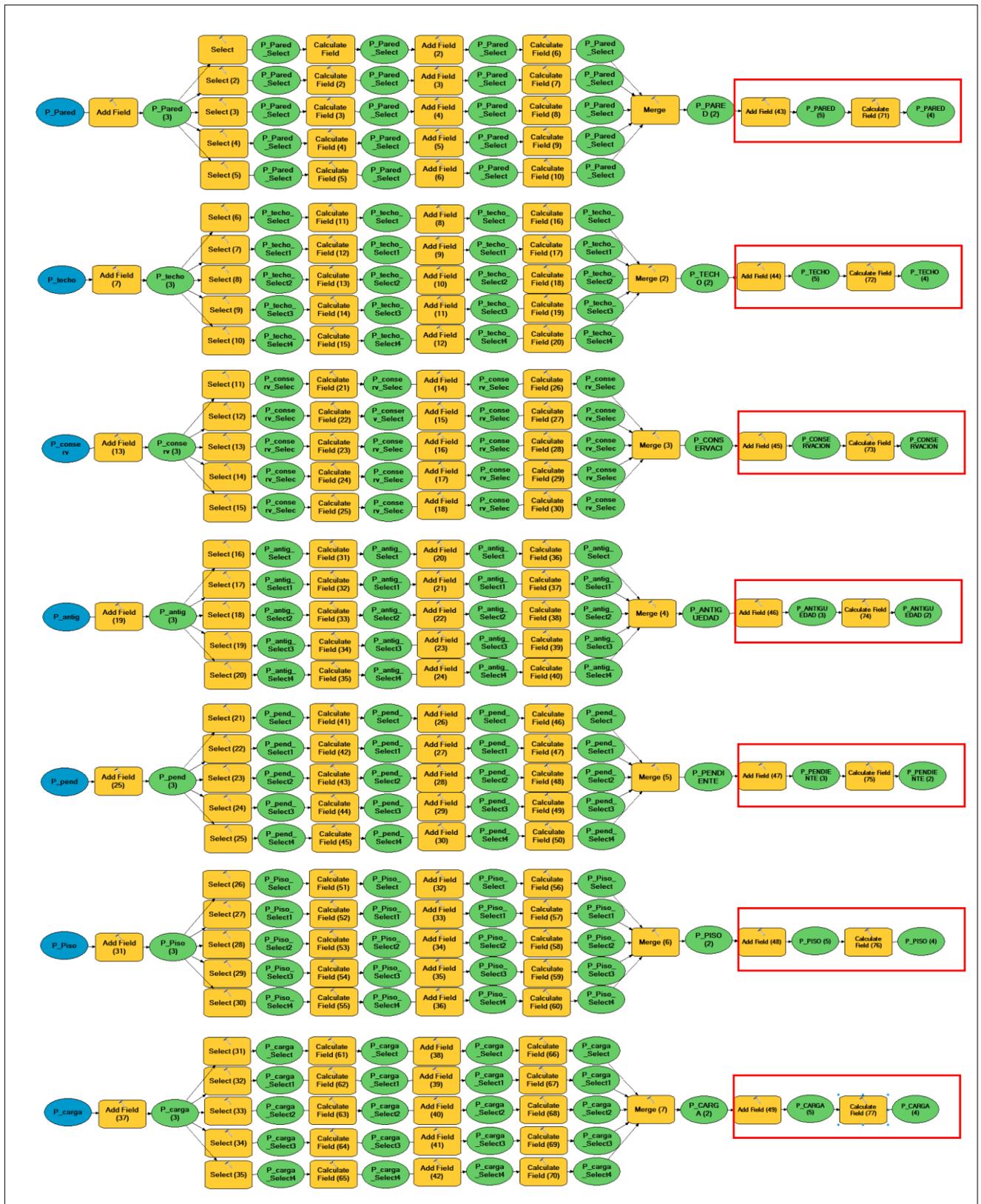
Nota. Elaboración propia

7. Una vez hallado los niveles de vulnerabilidad por cada parámetro se continúa hallando los niveles de vulnerabilidad según su Fragilidad Física, para ello se procede a colocar los pesos de los parámetros hallados en el AHP.

Se agrega un nuevo campo “Add Field” y luego se insertan los pesos con la herramienta “Calculate Field”.

Figura 20

Creación de campos para insertar el peso de cada parámetro del geo datas

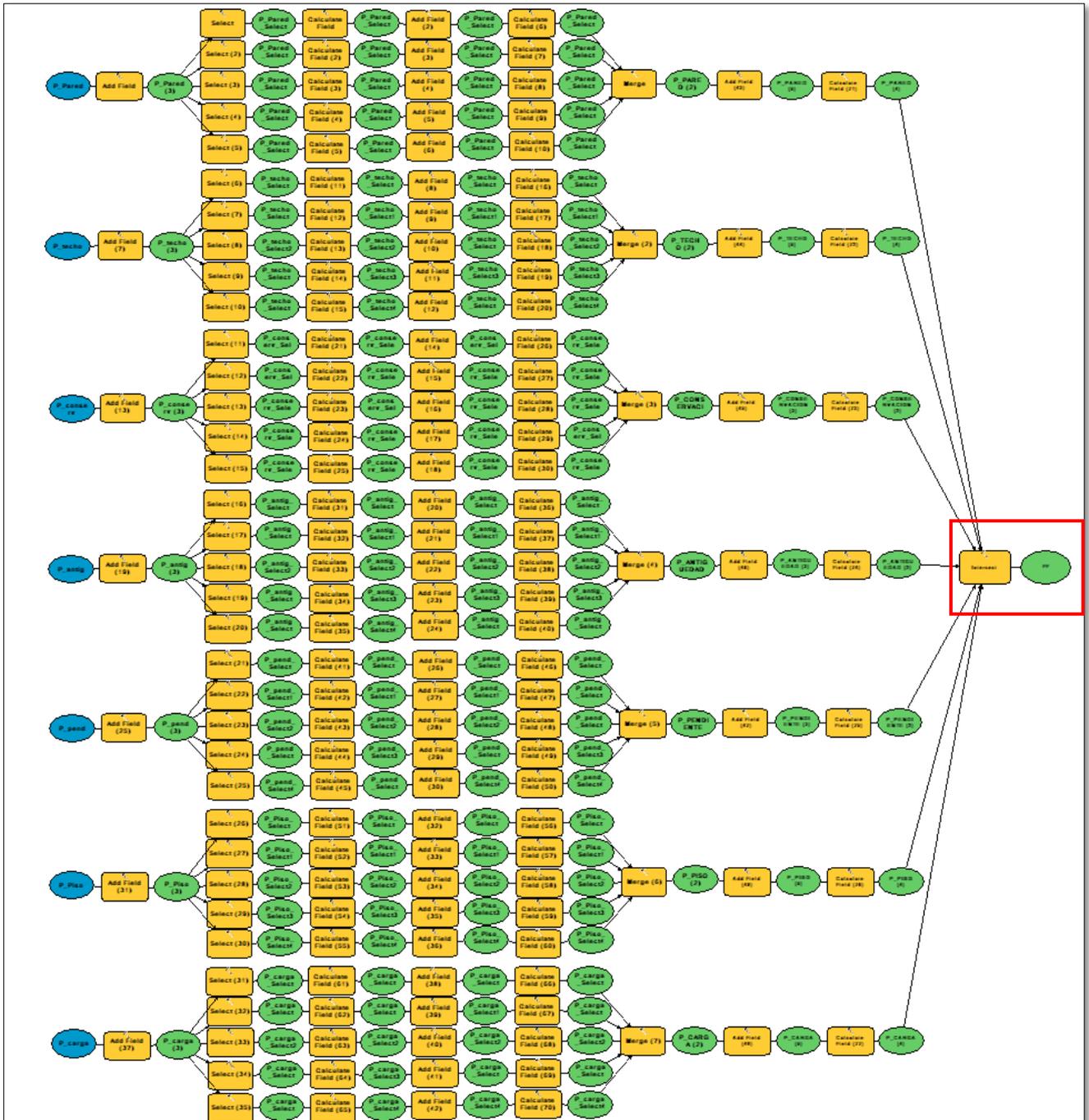


Nota. Elaboración propia

- 8. Se procede a Unir los resultados de la creación de campos anteriores con la herramienta “Merge” Para así hallar la Fragilidad Física

Figura 21

Unión de los elementos que conforman la Fragilidad Física



Nota. Elaboración propia

9. Para hallar el Valor de la Fragilidad Física, creamos un campo con la herramienta

“Add Field” y calculamos el valor con la herramienta “Calculate Field” e insertamos

la siguiente formula:

$$V\_Frag\_Fis = [Pdesc1] * [Ppar\_Pared1] + [Pdesc2] * [Ppar\_Techo1] + [Pdesc3] * [Ppar\_Conserv1] + [Pdesc4] * [Ppar\_Antigu1] + [Pdesc5] * [Ppar\_Pend1] + [Pdesc6] * [Ppar\_Pisos1] + [Pdesc7] * [Ppar\_CargTech1]$$

Donde:

- **V\_Frag\_Fis** = Valor de la fragilidad física
- **Pdesc1**= Peso del descriptor pared
- **Ppar\_Pared1** = Peso del parámetro pared
- **Pdesc2** = Peso del descriptor techo
- **Ppar\_Tech1** = Peso del parámetro techo
- **Pdesc3** = Peso del descriptor estado conservación
- **Ppar\_Conserv1** = Peso del parámetro estado conservación
- **Pdesc4** = Peso del descriptor antigüedad
- **Ppar\_Antigu1** = Peso del parámetro antigüedad
- **Pdesc5** = Peso del descriptor pendiente del terreno
- **Ppar\_Pend1** = Peso del parámetro pendiente del terreno
- **Pdesc6** = Peso del descriptor número de pisos
- **Ppar\_Pisos1** = Peso del parámetro número de pisos
- **Pdesc7** = Peso del descriptor cargas vivas
- **Ppar\_CarTech1** = Peso del parámetro cargas vivas

**Figura 22**

*Cálculo del Valor de la Fragilidad Física*

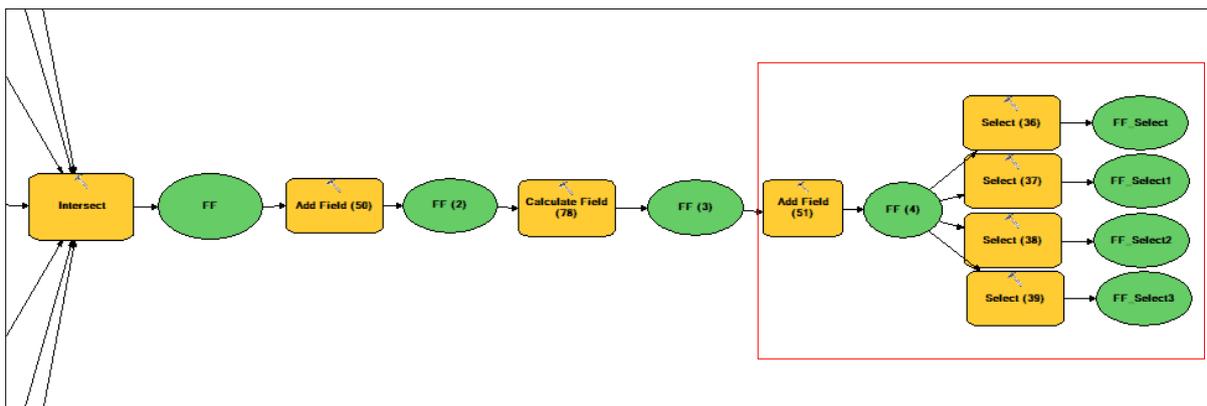


Nota. Elaboración propia

10. Para hallar los Niveles de la Fragilidad Física se creará un campo con la herramienta “Add Field” llamándose “Nivel\_Frag\_Fis” para así agregar la herramienta “Select” para indicar según el rango el nivel de fragilidad física.

**Figura 23**

Creación y selección de rangos de la Fragilidad Física



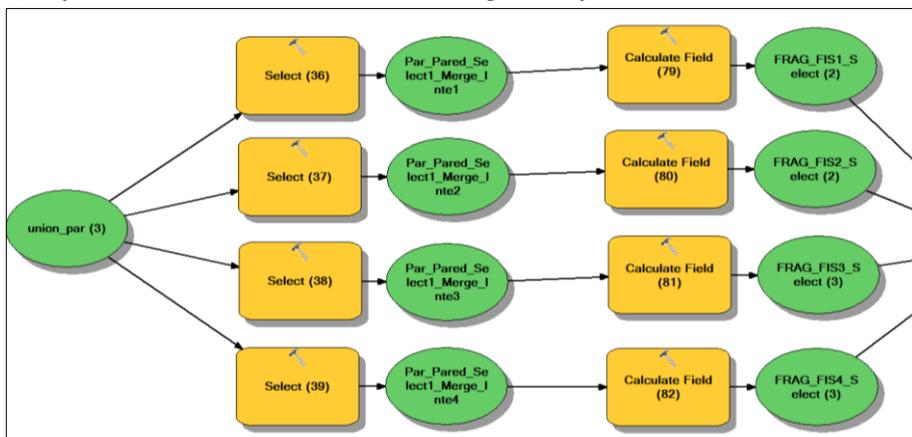
Nota. Elaboración propia

Para la selección de los rangos, son los hechos anteriormente en el AHP

11. Para insertar los nombres de los niveles de la fragilidad física se crea un campo con la herramienta “Calculate Field” puede ser de nivel muy alto, alto, medio y bajo.

**Figura 24**

Clasificación de los Niveles de la Fragilidad física

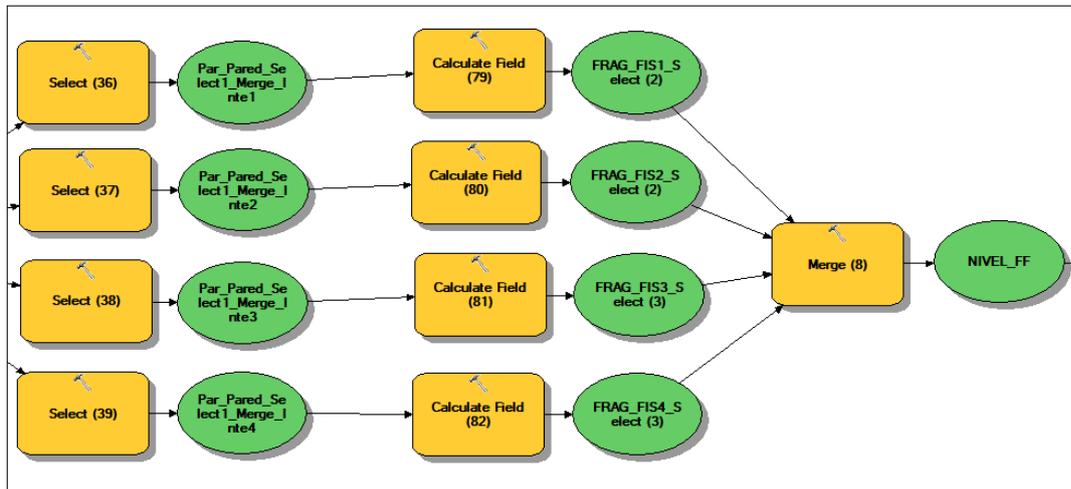


Nota. Elaboración propia

12. Para hallar la Fragilidad Física y el mapa del mismo, se une los resultados con la herramienta “Merge”.

**Figura 25**

*Unión de los Niveles de la Fragilidad*

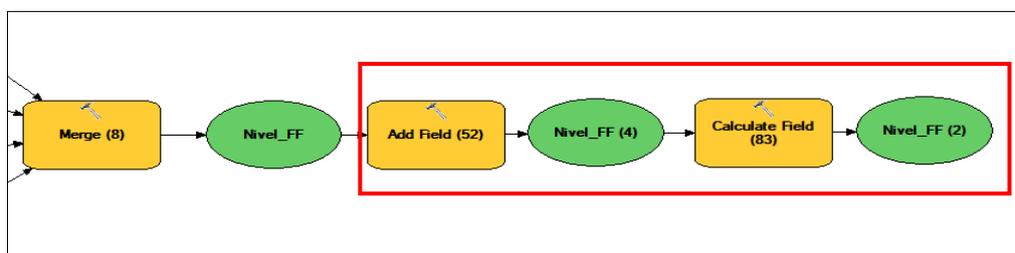


Nota. Elaboración propia

13. Para insertar el peso de la fragilidad física se crea 2 campos con la herramienta “Add Field” y se calcula el peso, en este caso otorgamos el valor de 0.6 para la fragilidad, así como para la resiliencia 0.4.

**Figura 26**

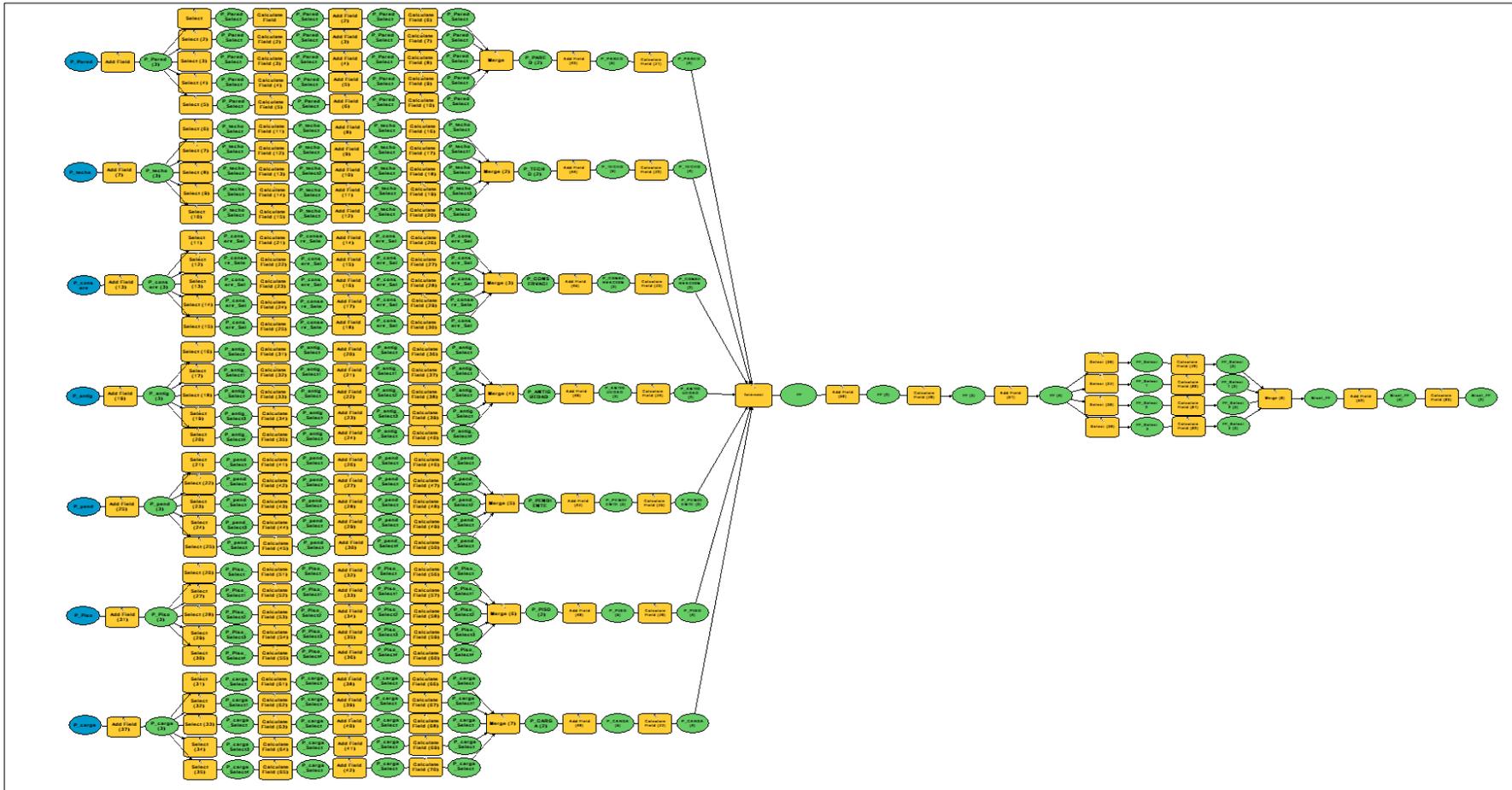
*Creación del campo para insertar el peso de la Fragilidad Física*



Nota. Elaboración propia

Figura 27

Modelo para determinar los niveles de la Fragilidad física



Nota. Elaboración propia

## Factor Resiliencia física

Para la resiliencia física solo se consideró un solo parámetro y es el siguiente:

- Reforzamiento de la Construcción (P\_reforz)

Este geodatabase contiene campos como: asentamiento humano al cual pertenece, el lote y manzana a la que corresponde y el código del reforzamiento de la construcción repartidos en 5 descriptores, el numero 1 indica el tipo de reforzamiento se le da a la vivienda, y el numero 0 quiere decir que ese tipo de reforzamiento no es utilizado.

### Figura 28

Tabla de atributos del Parámetro Reforzamiento de la Construcción

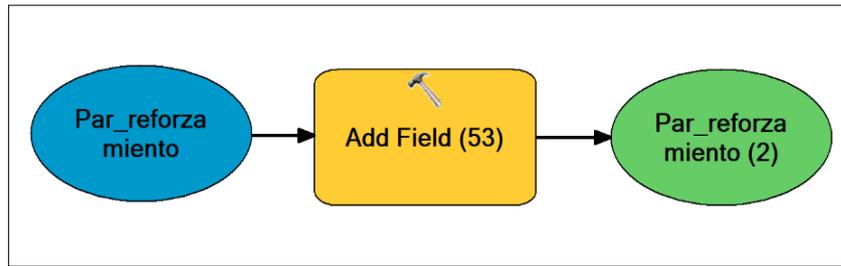
LOTE	MZ	USO_LOT	Reforz_Viv1	Reforz_Viv2	Reforz_Viv3	Reforz_Viv4	Reforz_Viv5
22	G	DOMESTICO	0	1	0	0	0
23	G	DOMESTICO	0	0	1	0	0
5	G	DOMESTICO	0	1	0	0	0
18	J	DOMESTICO	0	0	1	0	0
7	I	DOMESTICO	0	0	1	0	0
2	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
1	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
2	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
3	K	VACIO	0	0	0	0	0
7	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
5	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
4	K	DOMESTICO	0	0	1	0	0
3	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
8	K	DOMESTICO	0	0	1	0	0
9	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
6	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
7	K	DOMESTICO	0	0	1	0	0
4	K	DOMESTICO	0	0	1	0	0
5	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0
1	K	DOMESTICO	0	0	1	0	0
9	K	DOMESTICO	0	1	0	0	0

Nota. Elaboración propia

1. Para Colocar el peso de cada descriptor del parámetro Reforzamiento de la construcción, creamos un campo con la ayuda de la herramienta “Add Field”

**Figura 29**

*Creación de campo del peso de cada descriptor*

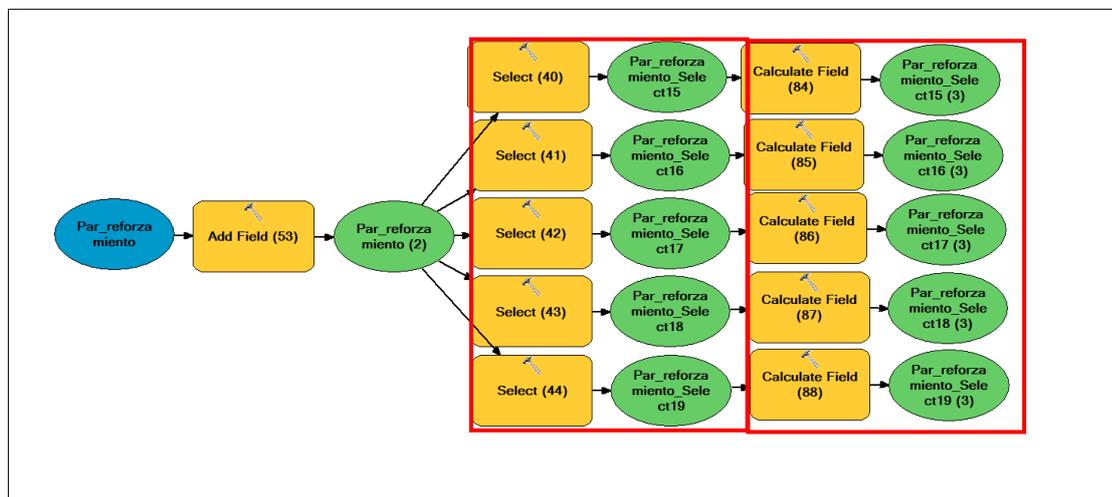


Nota. Elaboración propia

2. Se debe colocar el peso de cada descriptor en el campo creado, se agruparán las opciones de reforzamiento de construcción en la cual se clasifican con la herramienta “Select” para así incluir el peso de cada tipo de pared con el uso de la herramienta “Calculate Field”

**Figura 30**

*Insertando el peso de cada descriptor del geodatabase “Par\_reforzamiento”*

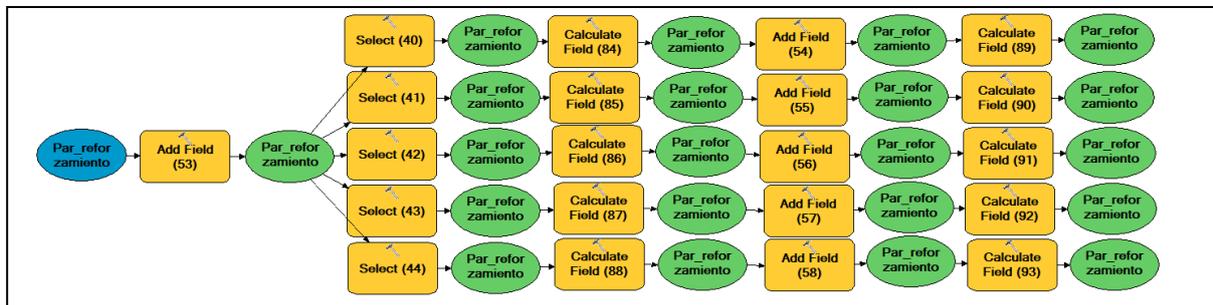


Nota. Elaboración propia

3. Creamos otro campo para insertar el nombre de cada descriptor del parámetro “Reforzamiento de la construcción” con la herramienta “Add Field” para crear el campo y para calcular el nombre se utiliza la herramienta “Calculate Field”

**Figura 31**

*Inserción de la descripción de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción*

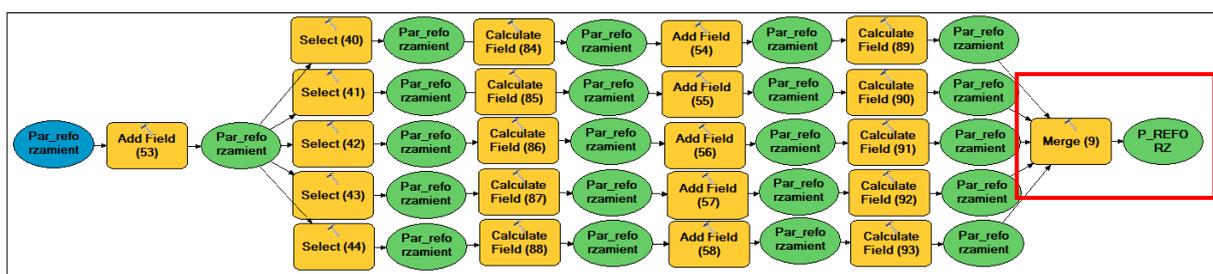


Nota. Elaboración propia

- Finalizando se une los 5 campos creados con la herramienta “Merge”

**Figura 32**

*Unión de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción*

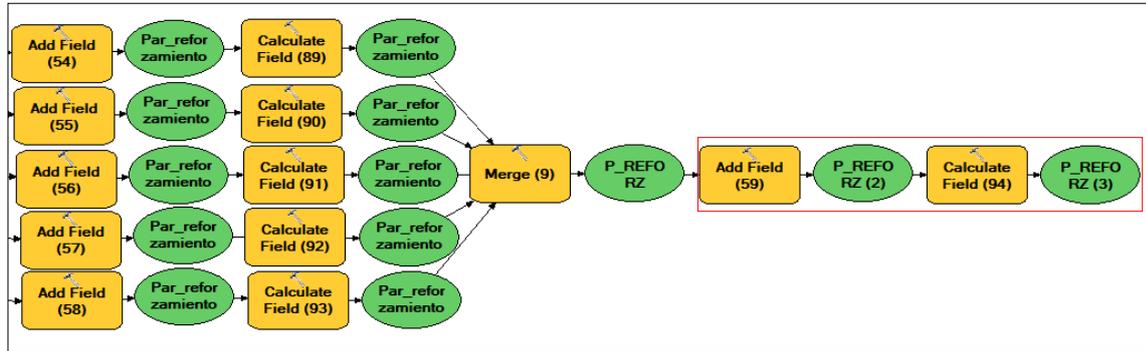


Nota. Elaboración propia

- Para hallar los niveles de Reforzamiento de Construcción, así como el plano del mismo, se empezará insertando el peso que le corresponde, en este caso es equivalente a “1” ya que solo elegimos un parámetro. Creamos un campo con la herramienta “Add Field” y luego calculamos los valores de cada parámetro con la herramienta “Calculate Field”

**Figura 33**

*Creación del campo – peso del parámetro Reforzamiento de Construcción*

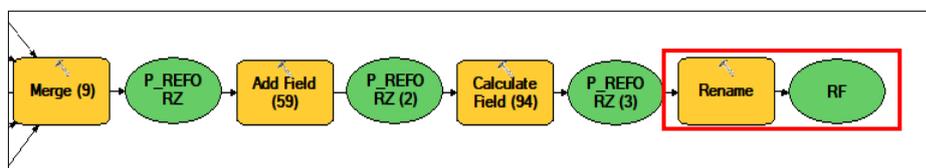


Nota. Elaboración propia

- El mapa de niveles de La Resiliencia Física viene a ser el mapa de Reforzamiento de la Construcción ya que solo empleamos un solo parámetro para este factor. Debido a ello cambiamos de nombre, de Reforzamiento de la Construcción (P\_REFORZ) a Resiliencia Física (RF) con la herramienta “Rename”

**Figura 34**

*Cambio de nombre de Reforzamiento de Construcción a Resiliencia Física*



Nota. Elaboración propia

- Para hallar los valores de la Resiliencia Física se crea un campo con la herramienta “Add Field” y con la herramienta “Calcúlate Field” y se realiza la siguiente operación:

$$\text{Valor\_RF} = [\text{Pdesc8}] * [\text{Pes\_Reforz}]$$

Donde:

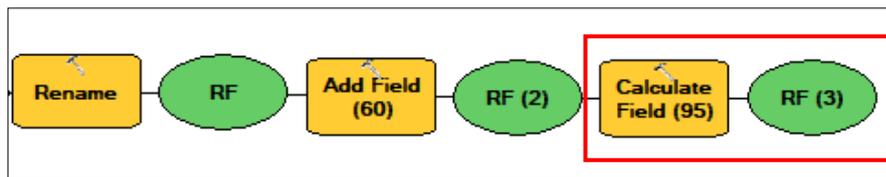
Valor\_RF : Valor de la Resiliencia Física

Pdesc8 : Peso de los descriptores del parámetro Reforzamiento de la Construcción

Pes\_Reforza: Peso del parámetro Reforzamiento de la Construcción

**Figura 35**

*Cálculo del valor de la Resiliencia Física*

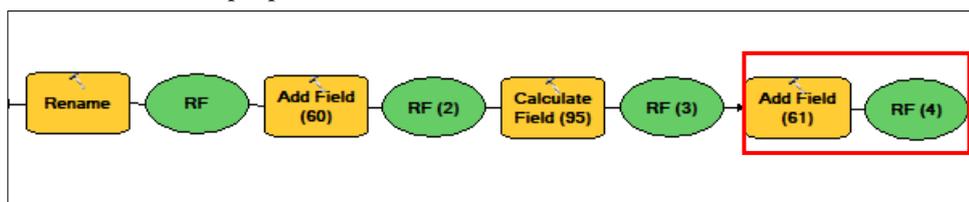


Nota. Elaboración propia

8. Para hallar los niveles de Resiliencia Física crearemos un campo con la herramienta “Add Field”

**Figura 36**

*Creación del campo para hallar los Niveles de Resiliencia Física*



Nota. Elaboración propia

9. Se agrupan los valores de la resiliencia física según el rango obtenido en el proceso del análisis jerárquico (AHP) con la herramienta “Select” para proceder a catalogar el nivel en la cual pertenecen los valores, con la herramienta “Field Calculator”.

**Tabla 57.**

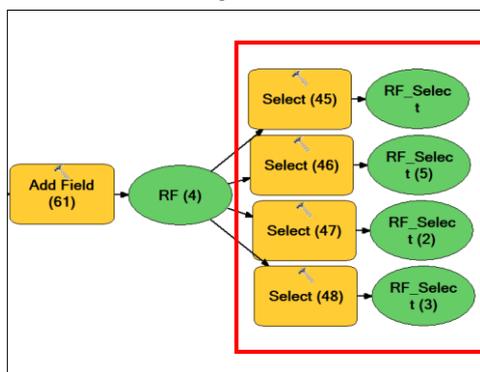
*Rangos de los niveles de Resiliencia Física*

Color	Nivel	Rango	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.253 < VFF \leq 0.51$	76	14.59%
	Alta	$0.130 < VFF \leq 0.253$	233	44.72%
	Media	$0.072 < VFF \leq 0.130$	178	34.17%
	Baja	$0.036 \leq VFF \leq 0.072$	34	6.53%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 37**

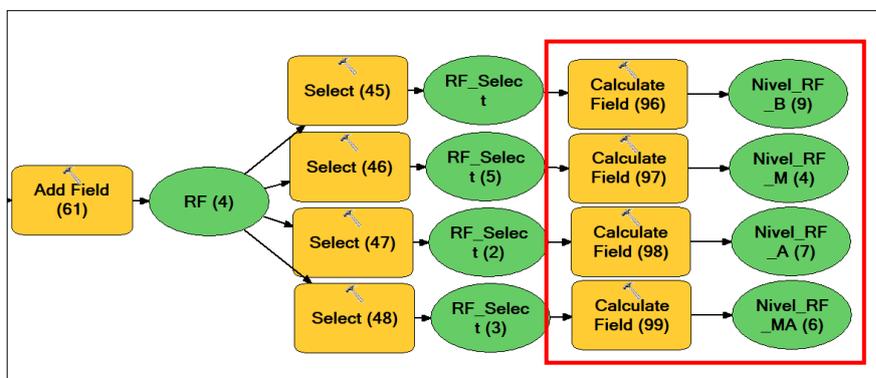
*Selección de rangos de la Resiliencia Física*



Nota. Elaboración propia

**Figura 38**

*Clasificación de los niveles de Resiliencia Física*

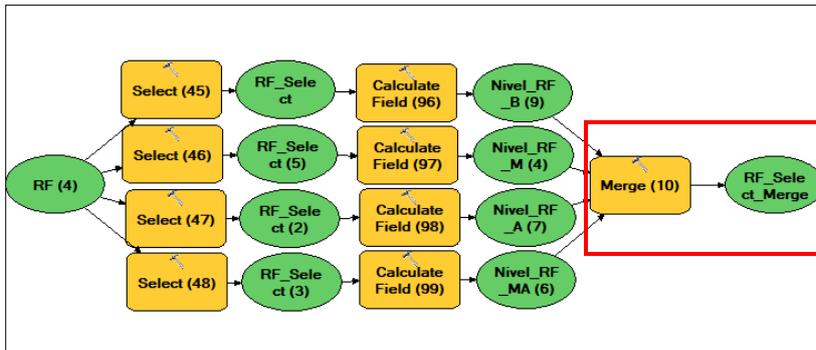


Nota. Elaboración propia

10. Para la obtención del mapa final de Resiliencia Física se une los niveles con la herramienta “Merge”

**Figura 39**

*Unión de los niveles de Resiliencia*

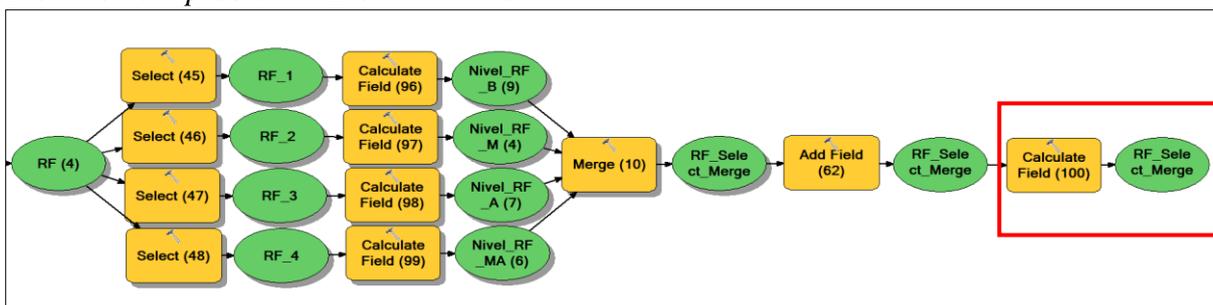


Nota. Elaboración propia

11. Para Insertar el peso de la Resiliencia física creamos un campo con la herramienta “Add Field” para insertar el valor numérico se usa la herramienta “Field Calculator”. Hemos considerado el peso de la resiliencia física el valor de 0.4.

**Figura 40**

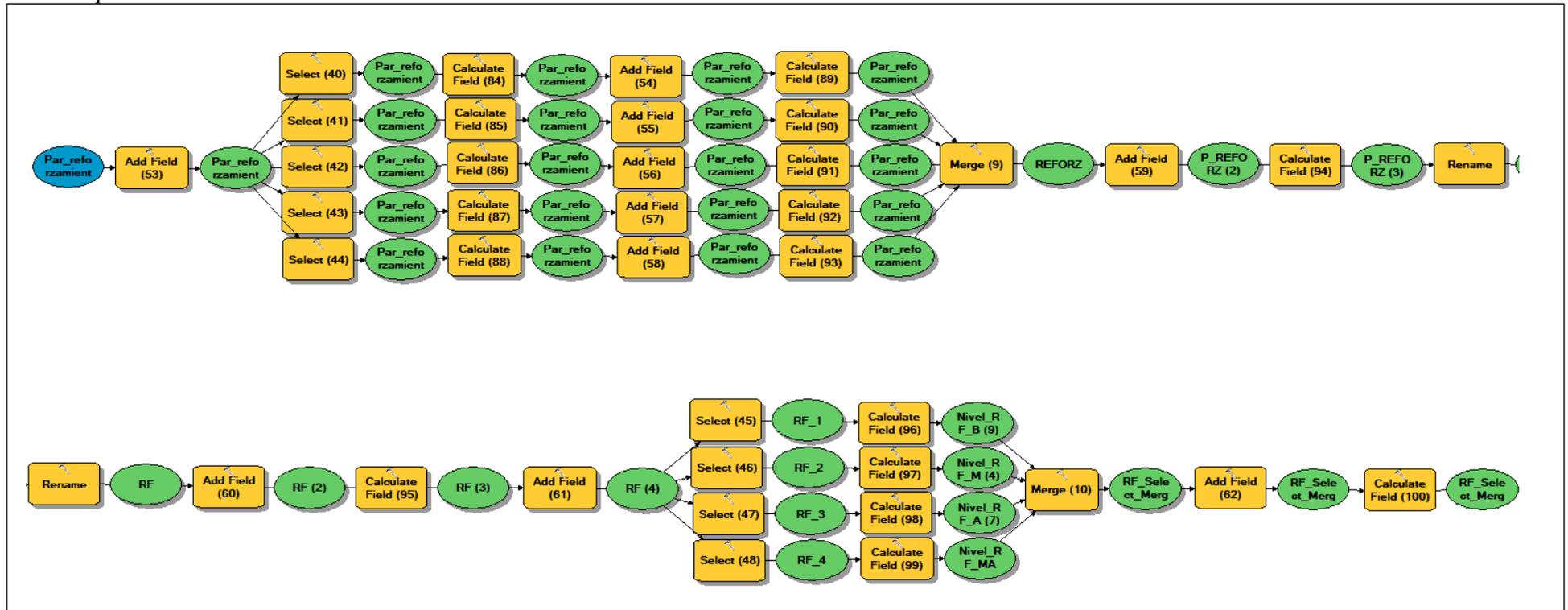
*Inserción del peso de la Resiliencia Física*



Nota. Elaboración propia

Figura 41

Proceso para determinar los niveles de la Resiliencia Física



Nota. Elaboración propia

## Dimensión Física

Es el Resultado de la interacción de la Fragilidad Física y la Resiliencia Física. El procedimiento para hallar los niveles de la dimensión física es:

1. Agregar la herramienta “Intersect” en los resultados hallados de la fragilidad física y la resiliencia física, luego con la herramienta “Add Field” agregamos un campo para así insertar el valor de la Dimensión física, haciendo el siguiente calculo:

$$DF = Valor\_FF * Pes\_FF + Valor\_RF * Pes\_RF$$

Donde:

DF: Dimensión física

Valor\_FF: Valor de la Fragilidad física

Pes\_FF: Peso de la Fragilidad física

Valor\_RF: Valor de la Resiliencia física

Pes\_RF: Peso de la Resiliencia física

2. Para hallar los niveles de Dimensión física, con la herramienta “Add Field” creamos el campo de “Nivel\_DF”, luego con la herramienta “Select” agrupamos los rangos de los niveles según valores hallados anteriormente en el AHP.

**Tabla 58.**

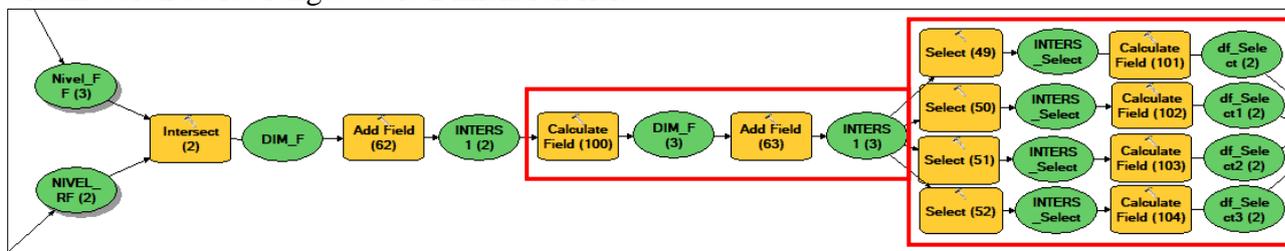
Rangos y Niveles de la Dimensión física

Color	Nivel	Rango
	Muy alta	$0.262 < VDF \leq 0.489$
	Alta	$0.138 < VDF \leq 0.262$
	Media	$0.074 < VDF \leq 0.138$
	Baja	$0.036 \leq VDF \leq 0.074$
Total, de lotes evaluados		

Nota. Elaboración Propia

**Figura 42**

Clasificación de los rangos de la Dimensión física

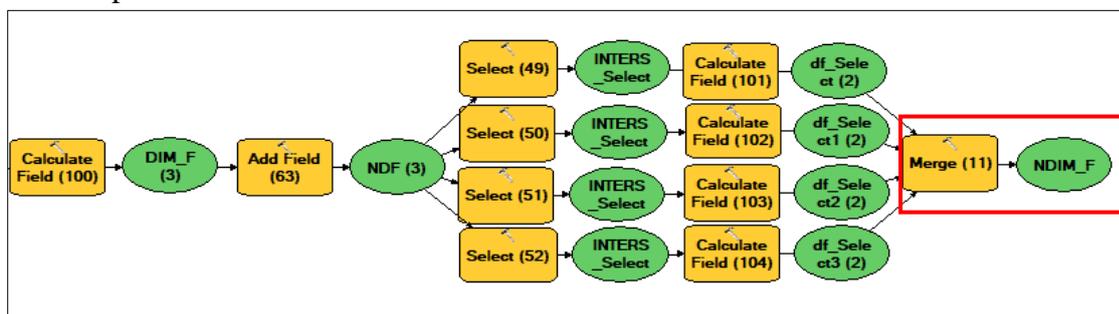


Nota. Elaboración propia

- Para concluir se une los niveles de la Dimensión física con la herramienta “Merge”

**Figura 43**

Modelo para determinar los niveles de la Dimensión física

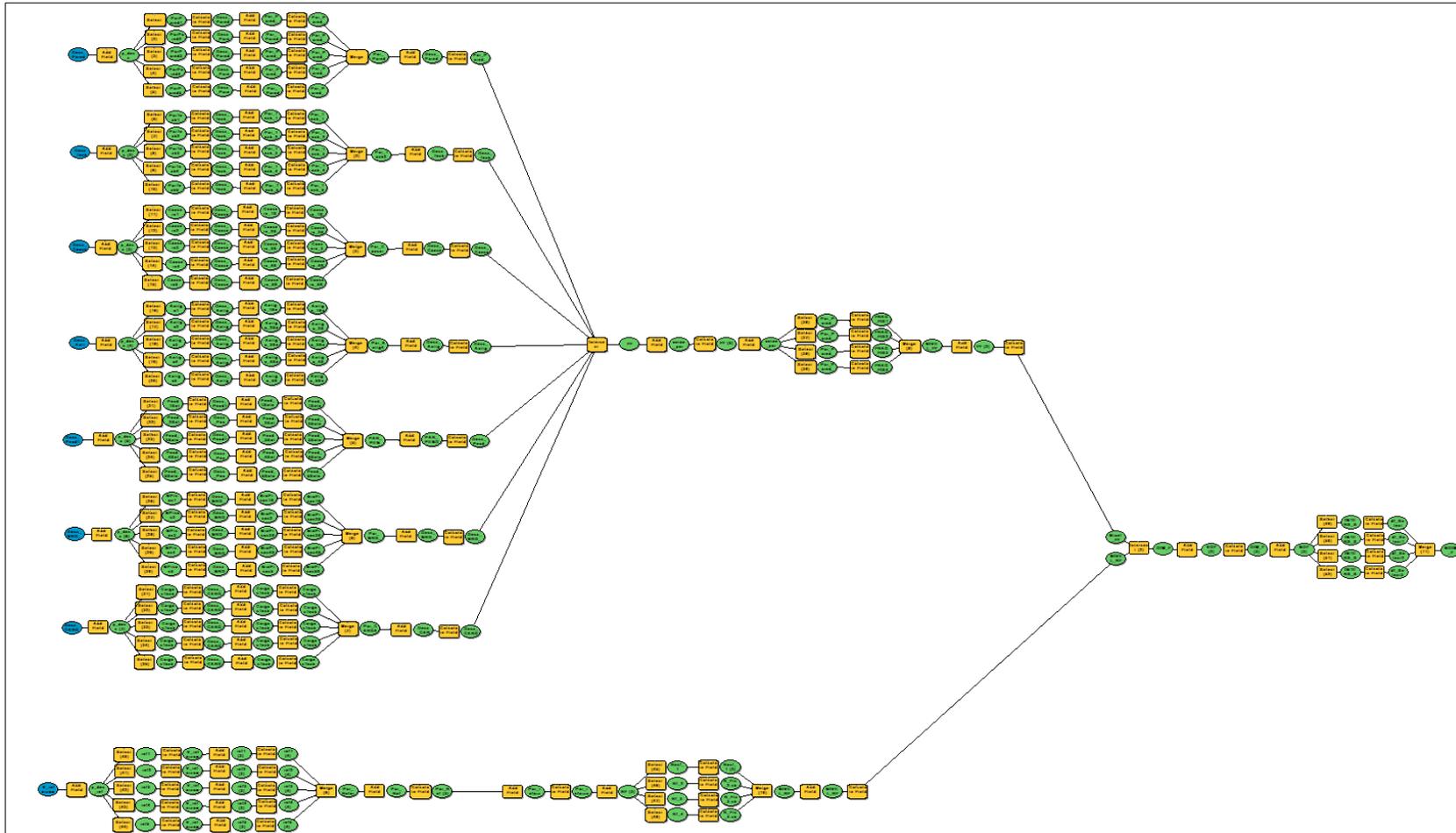


Nota. Elaboración propia

- Como resultado de los anteriores procesos, es el Plano de Dimensión física.

Figura 44

Modelo para la dimensión Física



Nota. Elaboración propia

## B. Modelo para Obtener la Dimensión Social

Se codificó cada parámetro y sus respectivos descriptores para ser ingresados a la base de datos del programa ArcGIS 10.5.

**Tabla 59.**

### *Parámetros y descriptores de la Dimensión Social*

VARIABLES DEPENDIENTES	FACTORES	VARIABLES INDEPENDIENTES (PARÁMETROS)	DESCRIPTOR	CÓDIGO
Dimensión social	Fragilidad Física	Grupo etario	0 - 5 años y mayores de 65 años	Gr_E1
			De 6 - 11 años y de 60 - 64 años	Gr_E2
			De 12 - 17 años y de 45 a 59 años	Gr_E3
			De 17 - 29 años	Gr_E4
			De 30 a 44 años	Gr_E5
		Tipo de seguro	No tiene	T_Seg1
			SIS	T_Seg2
			Essalud	T_Seg3
			FFAA - PNP	T_Seg4
			Seguro privado y/u otro	T_Seg5
	Servicios básicos	No tiene	S_Basic1	
		Luz	S_Basic2	
		Pozo de agua	S_Basic3	
		Luz y pozo de agua	S_Basic4	
		Agua, desagüe y luz	S_Basic5	
	Resiliencia Social	Actitud frente al riesgo sísmico	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	Acti1
			Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	Acti2
			Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	Acti3
			Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	Acti4
			Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	Acti5
Organización ante emergencias		Ningún habitante participa	Org1	
		Uno de los habitantes participa	Org2	
		Dos o tres habitantes participan en simulacros	Org3	
		La Mayoría de habitantes tienen funciones designadas	Org4	
		Todos los habitantes participan y tienen funciones	Org5	

Nota. Elaboración Propia

1. Para ingresar la base de datos del Excel al programa ArcGIS, se hace unido a la información de lotes todo ello en un shapefile georreferenciado en el datum horizontal World Geodetic System 1984 (WGS 84) Proyección transversal Mercator (UTM), Zona

18 Sur, ya que aquí se encuentra la posición de nuestros asentamientos humanos elegidos.

Se obtienen 8 shapefiles en total de dimensión física, en la cual 7 shapefiles pertenecen a la fragilidad física y 1 shapefile perteneciente a la resiliencia física.

**Figura 45**

*Paso de datos de Excel a la tabla de atributos del shapefile por parámetro de la Dimensión Social*

LOTE	MZ	ASENTAMIENTO HUMANO	GRUPO ETARIO					TIPO DE SEGURO				
			0 - 5 Y 65 <	6 - 11 Y 60 - 64	12 - 17 Y 45 A 59	17 - 29	30 A 44	NO TIENE	SIS	ESSALUD	FFAA - PNP	SEGURO PRIVADO Y/U OTR
			Gr_Eta1	Gr_Eta2	Gr_Eta3	Gr_Eta4	Gr_Eta5	Tip_Seg1	Tip_Seg2	Tip_Seg3	Tip_Seg4	Tip_Seg5
04	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
05	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
06	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	1	1	1	1	0	4	0	0	0
07	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	4	0	0	0	1	3	0	0	0
08	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	3	4	0	0	0	0	7	0	0	0
09	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
10	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
11	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	1	2	0	0	1	2	0	0	0
12	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
13	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
14	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
15	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
16	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
17	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0
18	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
19	E	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0
01	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	1	1	2	3	0	4	3	0	0	0
02	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	0	2	3	0	0	5	0	0	0
03	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	1	1	1	1	0	0	4	0	0	0
04	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	1	4	0	0	0	1	4	0	0	0
05	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0
06	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0
07	F	Junta de Vecinos Villa Hermosa	0	1	0	1	1	1	2	0	0	0

↓

Table									
LOTES_CAMP									
AH	NRO_LOTE	MZ	USO_LOT	Gr_Eta1	Gr_Eta2	Gr_Eta3	Gr_Eta4	Gr_Eta5	
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	18	J	DOMESTIC	0	2	2	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	7	I	DOMESTIC	0	2	2	1	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	2	K	DOMESTIC	1	3	0	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	1	K	DOMESTIC	1	0	0	1	1	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	2	K	DOMESTIC	1	0	5	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	3	K	VACIO	0	0	0	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	7	K	DOMESTIC	2	1	2	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	5	K	DOMESTIC	0	1	0	0	2	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	4	K	DOMESTIC	0	1	0	4	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	3	K	DOMESTIC	0	1	2	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	8	K	DOMESTIC	2	0	3	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	9	K	DOMESTIC	0	1	2	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	6	K	DOMESTIC	1	1	0	0	2	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	7	K	DOMESTIC	1	0	1	2	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	4	K	DOMESTIC	3	3	0	0	0	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	5	K	DOMESTIC	1	0	0	0	1	0
COOPERATIVA DE VIVENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	1	K	DOMESTIC	3	0	4	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	9	K	DOMESTIC	0	2	0	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	10	K	DOMESTIC	1	1	3	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	12	K	DOMESTIC	0	0	4	0	0	0
JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	15	K	DOMESTIC	0	3	0	0	0	0

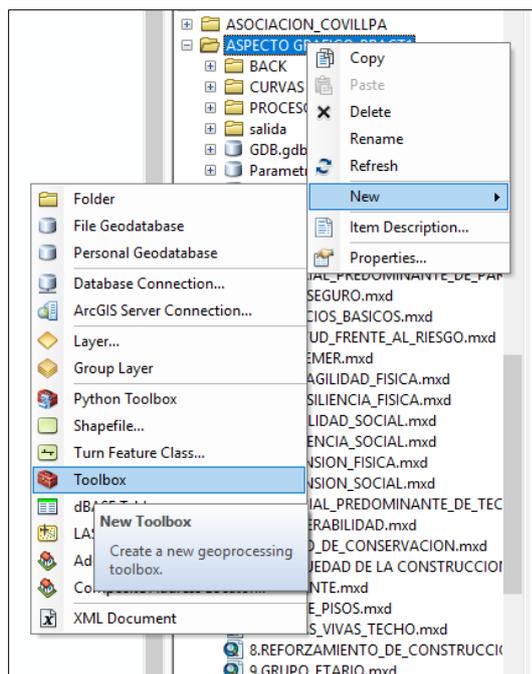
Nota. Elaboración propia

Procedimiento para la creación del modelo en el aplicativo modo builder para determinar los niveles de La Dimensión Social

- Se crea una caja de herramientas del Toolbox (ver imagen), una vez creado la caja de herramientas podemos crear el modelo, el nombre elegido es DIMENSION\_SOCIAL

**Figura 46**

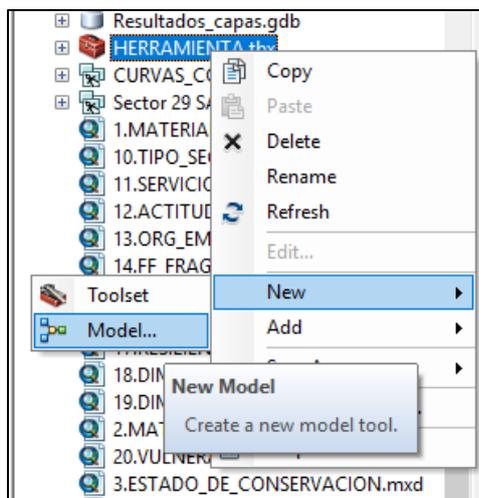
*Creación de una caja de herramientas para la Dimensión Social*



Nota. Elaboración propia

**Figura 47**

*Creando el modelo en modo builder para la Dimensión Social*



Nota. Elaboración propia

- Se procedió a ingresar los geodatos al modelo creado, editándolo y guardándolo en cualquier momento.

**Tabla 60.**

*Parámetros de la fragilidad Social y su respectivo geodatabase*

Factores	Variables independientes (parámetros)	Descriptor	Código	Geodatabase
Fragilidad socioeconómica	Grupo etario	0 - 5 años y mayores de 65 años	gr_e1	p_get
		de 6 - 11 años y de 60 - 64 años	gr_e2	
		de 12 - 17 años y de 45 a 59 años	gr_e3	
		de 18 - 29 años	gr_e4	
		de 30 a 44 años	gr_e5	
	Tipo de seguro	no tiene	t_seg1	p_seg
		SIS	t_seg2	
		Essalud	t_seg3	
		FFAA - PNP	t_seg4	
		seguro privado y/u otro	t_seg5	
	Servicios básicos	no tiene	s_basic1	p_ser_basic
		luz	s_basic2	
		pozo de agua	s_basic3	
		luz y pozo de agua	s_basic4	
		agua, desagüe y luz	s_basic5	

Nota. Elaboración Propia

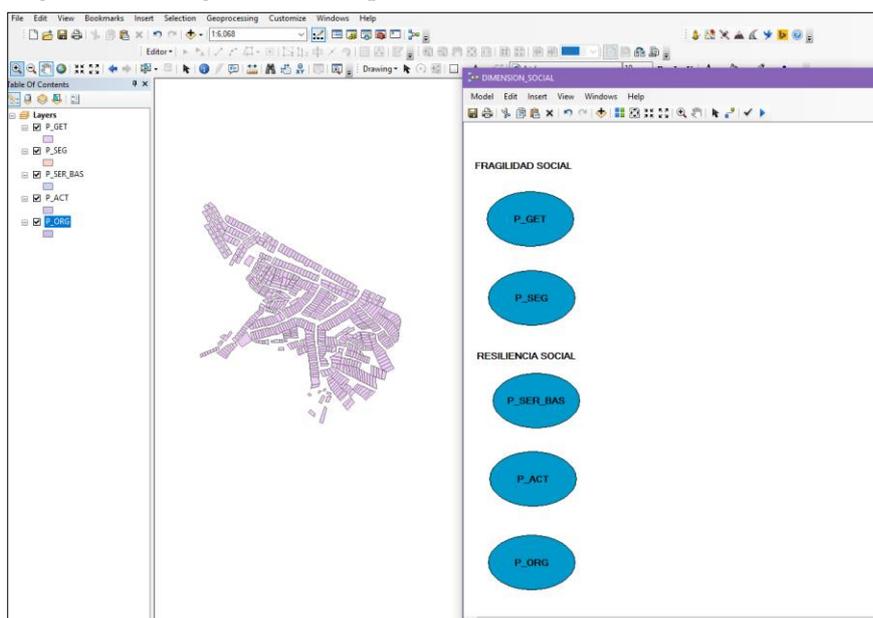
Tabla 61.

*Parámetros de la Resiliencia Social y su respectivo geodatabase*

factor	variables independientes (parámetros)	descriptor	Código	Geodatabase
Resiliencia Social	Actitud frente al riesgo sísmico	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	acti1	p_act
		Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	acti2	
		Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	acti3	
		Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	acti4	
		Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	acti5	
	Organización ante emergencias	Ningún habitante participa	org1	p_org
		uno de los habitantes participa	org2	
		dos o tres habitantes participan en simulacros	org3	
		La mayoría de habitantes tienen funciones designadas	org4	
		todos los habitantes participan y tienen funciones	org5	

Nota. Elaboración Propia

Figura 48

*Ingreso de los geodatabase para la obtención de la Dimensión Física*

Nota. Elaboración propia

## Factor Fragilidad Social

- **Grupo Etario (P\_GET)**

Este geodatabase contiene el asentamiento humano al cual pertenece, el lote y manzana a la que corresponde y el código del tipo de material predominante de pared repartidos en 5 descriptores.

**Figura 49**

*Tabla de atributos del parámetro “Grupo Etario” (P\_GET)*

GET	AH	MZ	NRO_LOTE	ID_MZ	USO_LOT	Gr_Eta1	Gr_Eta2	Gr_Eta3	Gr_Eta4	Gr_Eta5
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	G	22	22G	DOMESTICO	1	0	3	1	2
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	G	23	23G	DOMESTICO	2	0	1	1	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	G	5	5G	DOMESTICO	0	2	0	0	2
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	J	18	18J	DOMESTICO	0	2	2	0	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	I	7	7I	DOMESTICO	0	2	2	1	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	2	2K	DOMESTICO	1	3	0	0	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	1	1K	DOMESTICO	1	0	0	1	1
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	2	2K	DOMESTICO	1	0	5	0	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	3	3K	VACIO	0	0	0	0	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	7	7K	DOMESTICO	2	1	2	0	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	5	5K	DOMESTICO	0	1	0	0	2
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	4	4K	DOMESTICO	0	1	0	4	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	3	3K	DOMESTICO	0	1	2	0	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	8	8K	DOMESTICO	2	0	3	0	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	9	9K	DOMESTICO	0	1	2	0	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	6	6K	DOMESTICO	1	1	0	0	2
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	7	7K	DOMESTICO	1	0	1	2	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	4	4K	DOMESTICO	3	3	0	0	0
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	5	5K	DOMESTICO	1	0	0	0	1
	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	K	1	1K	DOMESTICO	3	0	4	0	0
	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	9	9K	DOMESTICO	0	2	0	0	0

Nota. Elaboración propia

En la imagen 41 vemos por ejemplo la manzana 23G del asentamiento humano Nueva Jerusalén de Santa Clara, tiene tipo de Grupo Etéreo “Gr\_Eta1” lo que indica que lote 23G pertenece al rango de 0 - 5 años y mayores de 65 años, el numero 2 indica en que 2 personas están incluidas en ese rango.

La evaluación se realizó por lote, por tal se tomó el grupo etario en la que se encuentren la mayoría de habitantes, y en caso donde hubo igual cantidad de personas en los grupos etarios se consideró el tipo más vulnerable.

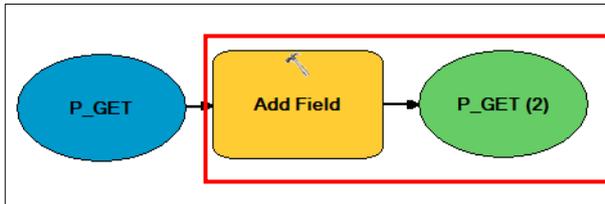
Para el resto de parámetros así se procedió de la misma manera con la tabla de atributos.

Pasos para la creación del modelo:

1. Se coloca los pesos de los descriptores del Parámetro Grupo Etareo (P\_GET) para ello se crea un campo con la herramienta “Add Field”

**Figura 50**

*Creación del campo para añadir el peso de cada descriptor “P\_GET”*

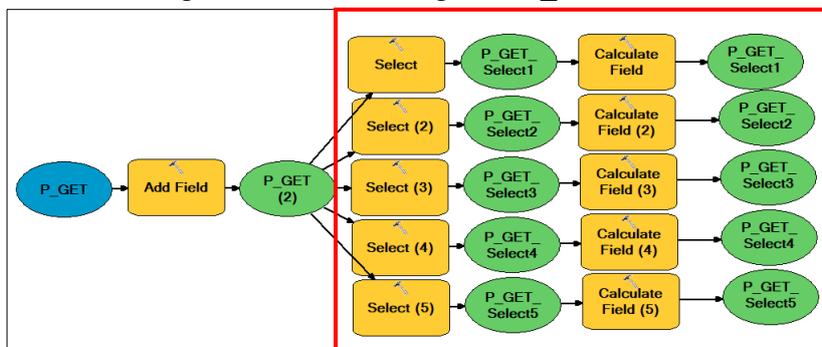


Nota. Elaboración propia

2. Para añadir el peso de cada descriptor, se agrupa los lotes del mismo descriptor en la que se clasifican, para ello se utiliza la herramienta “Select”, una vez seleccionado se calcula el peso de cada uno con la herramienta “Field Calculator”.

**Figura 51**

*Inserción del peso de cada descriptor “P\_GET”*

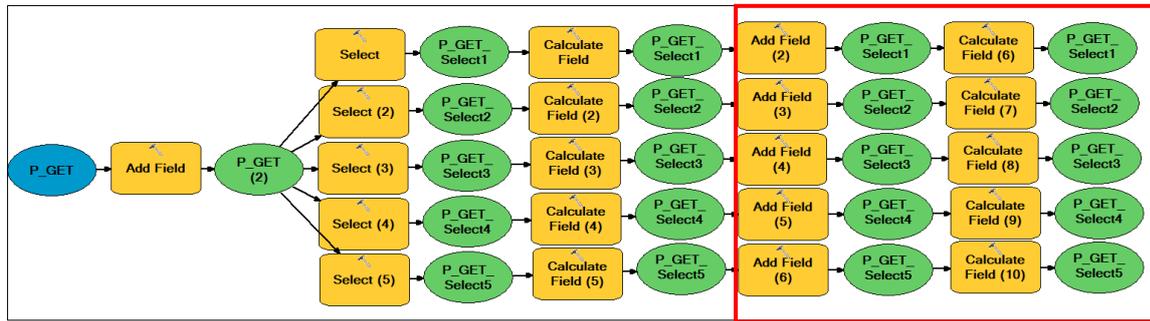


Nota. Elaboración propia

3. Para colocar el nombre de cada descriptor, se utiliza la herramienta “Add Field” para crear el campo y para la inserción del nombre la herramienta “Field Calculator”.

**Figura 52**

*Inserción del nombre del nivel del parámetro del Grupo Etario*

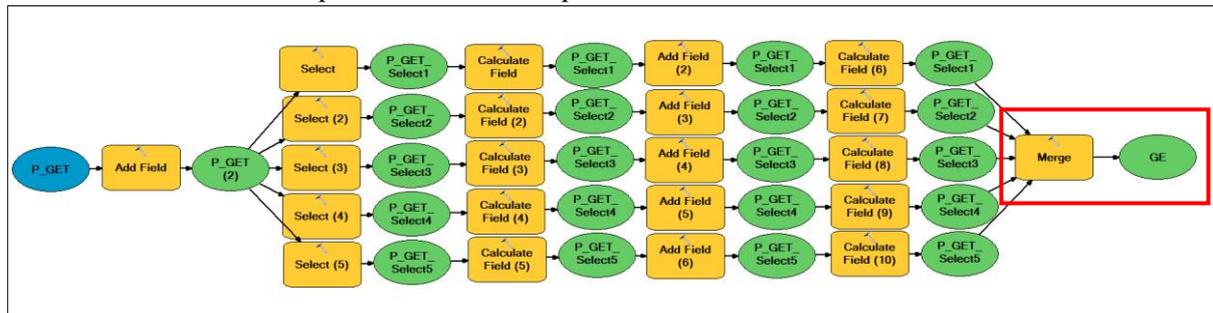


Nota. Elaboración propia

- Como paso último se procede a la unión de los resultados de los niveles hallados, como resultado nos da el Plano del Parámetro “Grupo Etareo”

**Figura 53**

*Unión de los niveles del parámetro del Grupo etario*

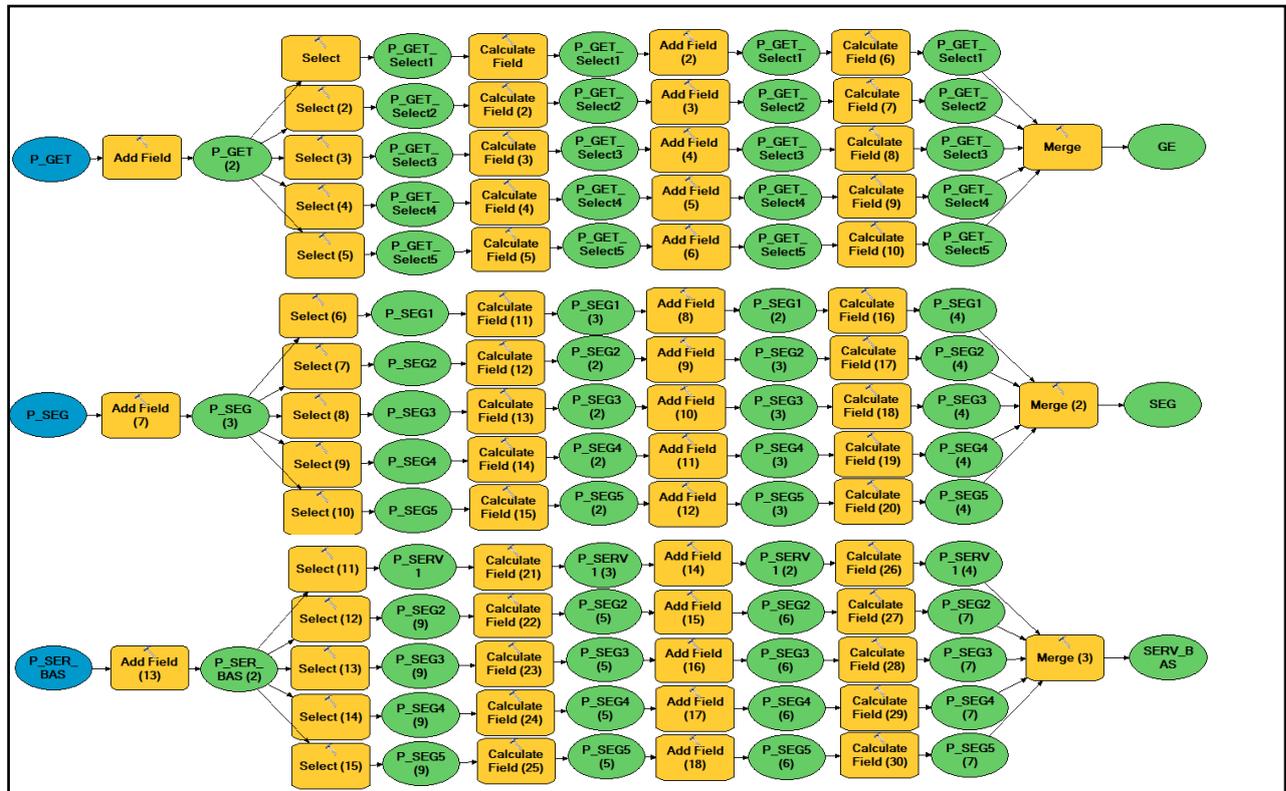


Nota. Elaboración propia

- El procedimiento anterior se aplica para los demás parámetros de la Fragilidad Social, para así obtener los planos de cada uno de sus parámetros.

Figura 54

Modelo para la aplicación de los parámetros de Fragilidad Social

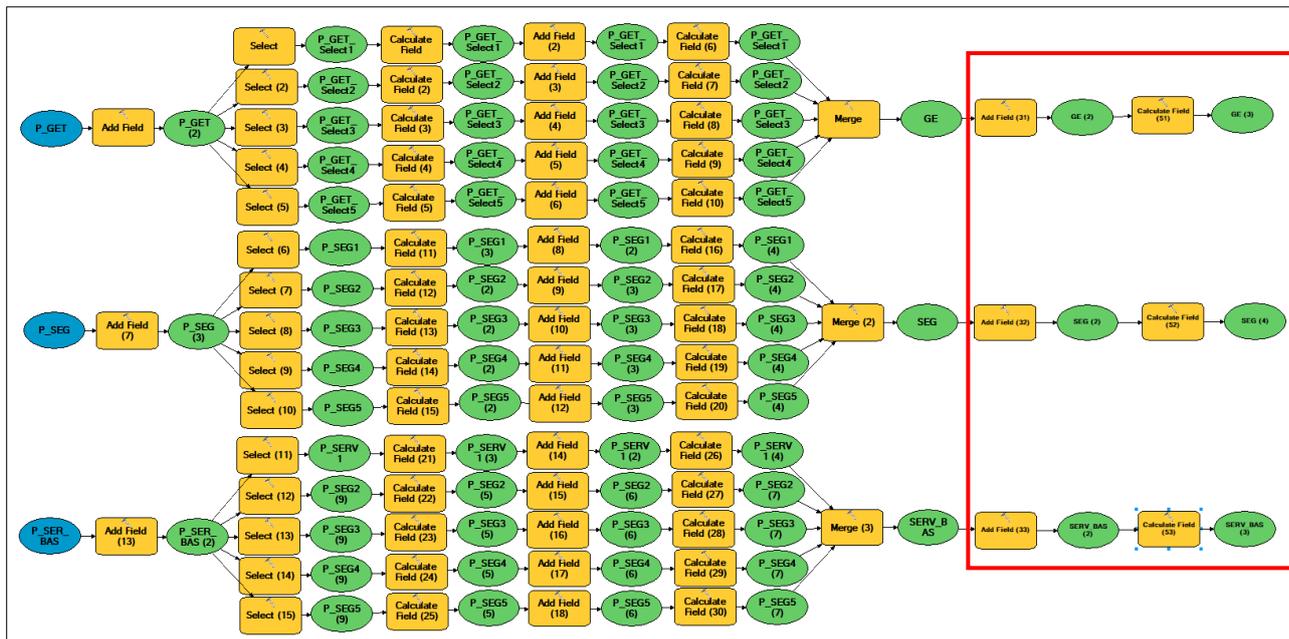


Nota. Elaboración propia

6. Antes de evaluar la fragilidad Social, se dejará listo cada parámetro con su respectivo peso, cabe mencionar que dicho peso ya fue calculado en el AHP. Se empleará las herramientas “Add Field” para crear un campo nuevo y la herramienta “Field Calculator” para insertar el valor del peso de cada parámetro.

**Figura 55**

*Creación de campos para la inserción del peso de los parámetros de la Fragilidad Social*

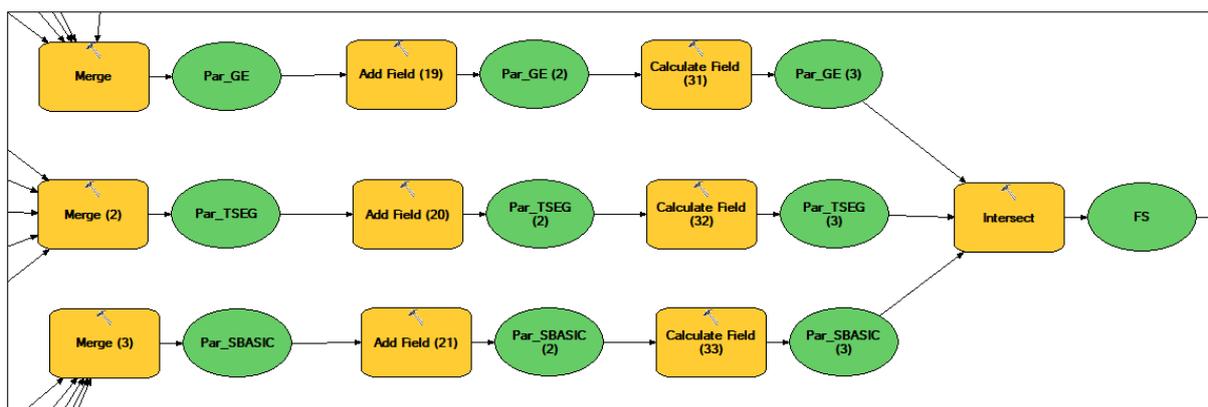


Nota. Elaboración propia

7. Para unir todos parámetros que conforman la fragilidad social se utiliza la herramienta “Intersect”

**Figura 56**

*Creación de campos para la inserción del peso de los parámetros de la Fragilidad Social*



Nota. Elaboración propia

8. Para insertar los niveles en el modelo de la Fragilidad Social se calculará el Valor de la Fragilidad Social, creando un campo con la herramienta “Add Field” y luego se procede a la creación del campo “Calculate Field”, de la siguiente manera:

$$\text{VFS} = [\text{Pdes\_GE}] * [\text{Ppar\_GE}] + [\text{Pdes\_SE}] * [\text{Ppar\_TSEG}] + [\text{Pdes\_SBASIC}] * [\text{Ppar\_SBAS}]$$

Donde:

VFS: Valor de la Fragilidad Social

Pdes\_GE: Peso del descriptor Grupo Etario

Ppar\_GE: Peso del Parámetro Grupo Etario

Pdes\_SE: Peso del descriptor Servicios Básicos

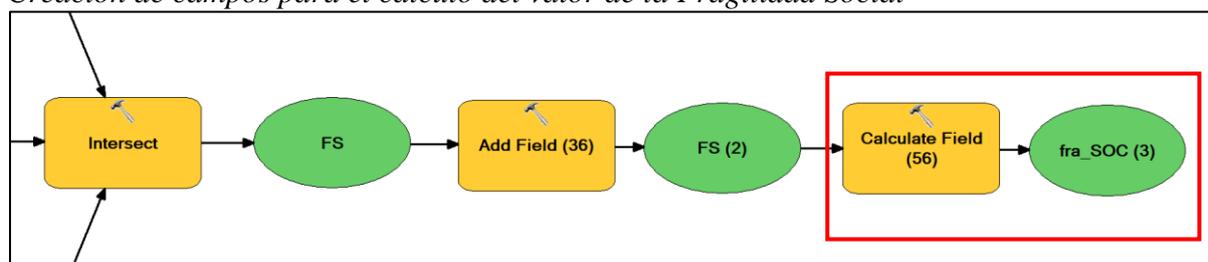
Ppar\_TSEG: Peso del Parámetro Tipo de Seguro

Pdes\_SBASIC: Peso del descriptor Servicios Básicos

Ppar\_SBAS: Peso del Parámetro Servicios Básicos

### Figura 57

*Creación de campos para el cálculo del valor de la Fragilidad Social*

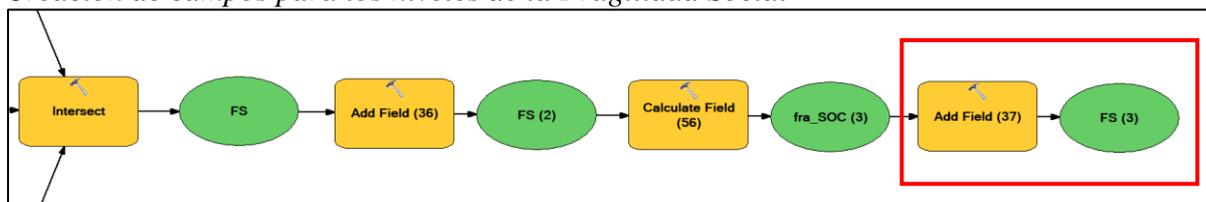


Nota. Elaboración propia

9. Para agregar el campo en donde se insertó el nivel de fragilidad social que corresponde, se trabajó con la herramienta “Add Field”

**Figura 58**

*Creación de campos para los niveles de la Fragilidad Social*



Nota. Elaboración propia

10. Se agrupó los niveles de la fragilidad social con la herramienta “Select”, con respecto a los lotes que se encontró dentro de los rangos obtenidos en el Método del Analisis Jerarquico “AHP”

**Tabla 62.**

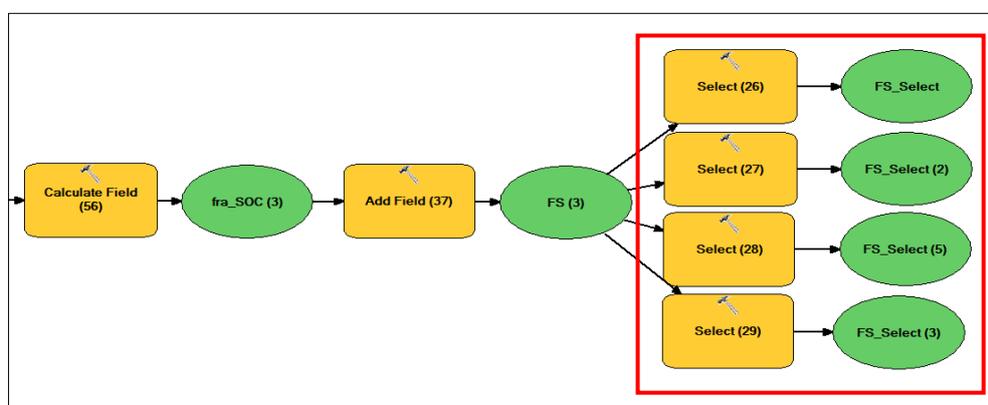
*Niveles del Parámetro Grupo Etario*

Color	Nivel	Rango	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.263 \leq VDS \leq 0.499$	183	35.12%
	Alta	$0.139 < VDS \leq 0.263$	286	54.89%
	Media	$0.065 < VDS \leq 0.139$	50	9.60%
	Baja	$0.034 \leq VDS \leq 0.065$	2	0.38%
TOTAL, DE LOTES EVALUADOS			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 59**

*Agrupación de niveles de la Fragilidad Social*

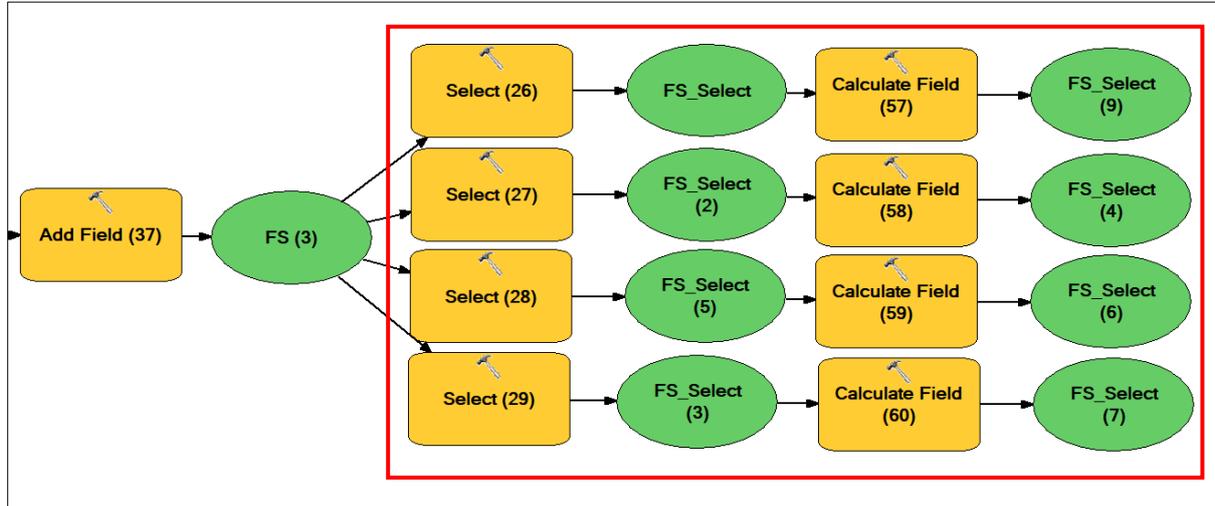


Nota. Elaboración propia

11. Para nombrar los niveles de la fragilidad social, se crea la herramienta “Calculate Field”

**Figura 60**

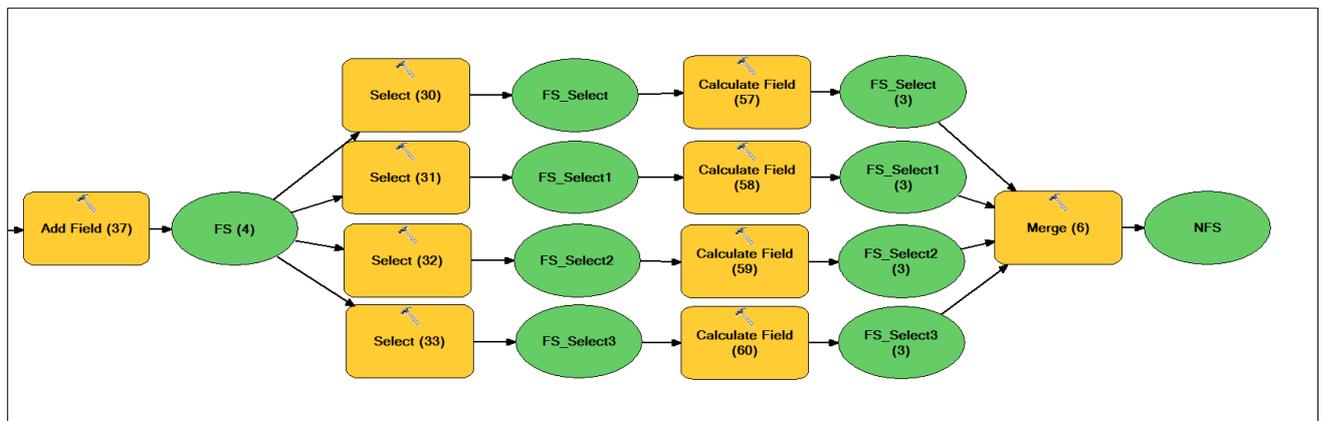
*Calculador de niveles de la Fragilidad Social*



Nota. Elaboración propia

**Figura 61**

*Unión de niveles de la Fragilidad Social*

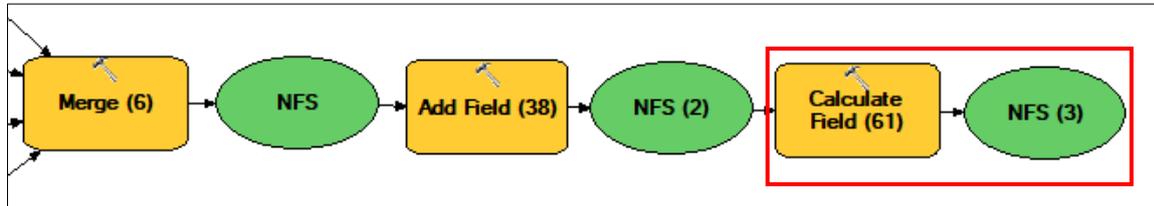


Nota. Elaboración propia

12. Se dejará listo insertado el peso de la Fragilidad Social para así más adelante hallar el modelo y plano de la Dimensión social y así mismo el resultado final la vulnerabilidad, para ello se utilizará las herramientas “Add field” y “Calculate Field”.

**Figura 62**

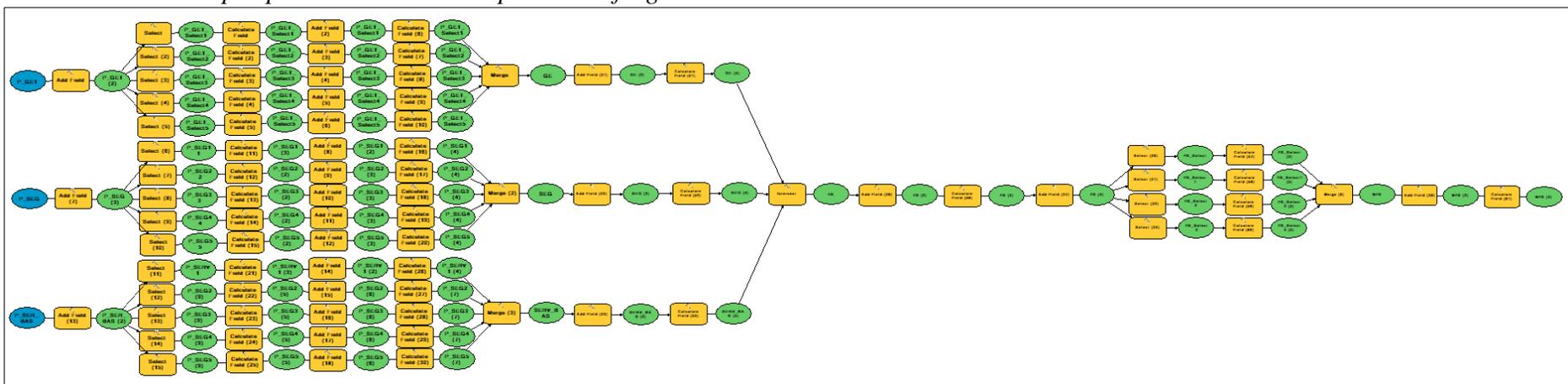
*Creación de los campos para la inserción del peso de la fragilidad Social*



Nota. A la fragilidad social le otorgamos el valor de 0.6.  
Elaboración propia

Figura 63

Creación de los campos para la inserción del peso de la fragilidad Social



Nota. Elaboración propia

## Factor Resiliencia Social

Se tomó en consideración 2 parámetros:

- **Actitud frente al Riesgo Sísmico (P\_ACT)**

Este geodatabase contiene el asentamiento humano al cual pertenece, el lote, manzana y el código del tipo de material predominante de pared repartidos en 5 descriptores.

**Figura 64**

*Tabla de atributos del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”*

Layer	AH	MZ	NRO_LOTE	ID_MZ	Actitud_1	Actitud_2	Actitud_3	Actitud_4	Actitud_5	Organiz_1	Organiz_2	Organiz_3	Organiz_4	Organiz_5
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	A	10	10A	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	B	10	10B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	B	10	10B	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	C	10	10C	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	C	10	10C	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	D	10	10D	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	E	10	10E	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	ASOCIACION DE PROPIETARIOS NUJEVA JERUSALEN DE SANTA CLARA	E	10	10E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	F	10	10F	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	G	10	10G	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	H	10	10H	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	I	10	10I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	I	10	10I	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
LOTE	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	J	10	10J	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	K	10	10K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	L	10	10L	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	M	10	10M	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	N	10	10N	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	N	10	10N	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LOTE	JUNTA VECINAL VILLA HERMOSA	A	11	11A	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LOTE	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS LOMAS DE PALAO - COVILLPA	B	11	11B	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

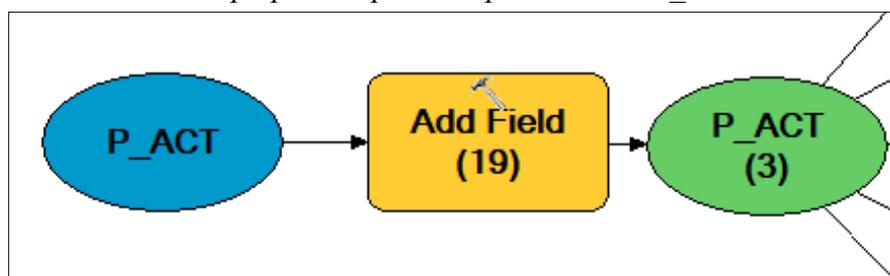
Nota. Elaboración propia

Pasos a seguir para la elaboración del modelo del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”

1. Se coloca el peso al parámetro “P\_ACT” para ello crearemos un campo con la herramienta “Add Field”

**Figura 65**

*Creación del campo para el peso del parámetro “P\_ACT”*

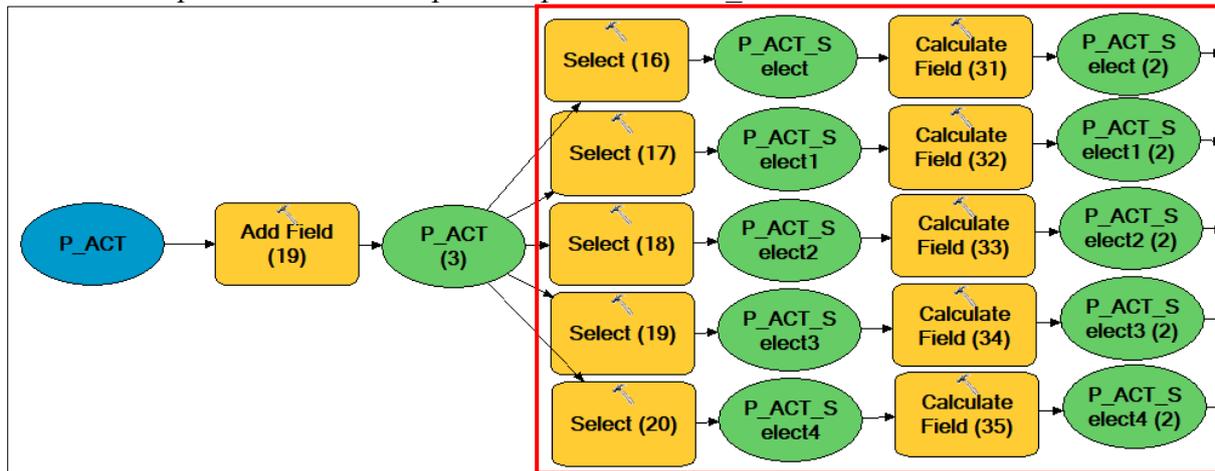


Nota. Elaboración propia

- Para insertar el peso de cada descriptor se deberá agrupar los lotes según la clasificación hecha, con la herramienta “Select” y luego con la herramienta “Calculate Field” para colocar el peso de cada uno.

**Figura 66**

*Inserción del peso de cada descriptor del parámetro “P\_ACT”*

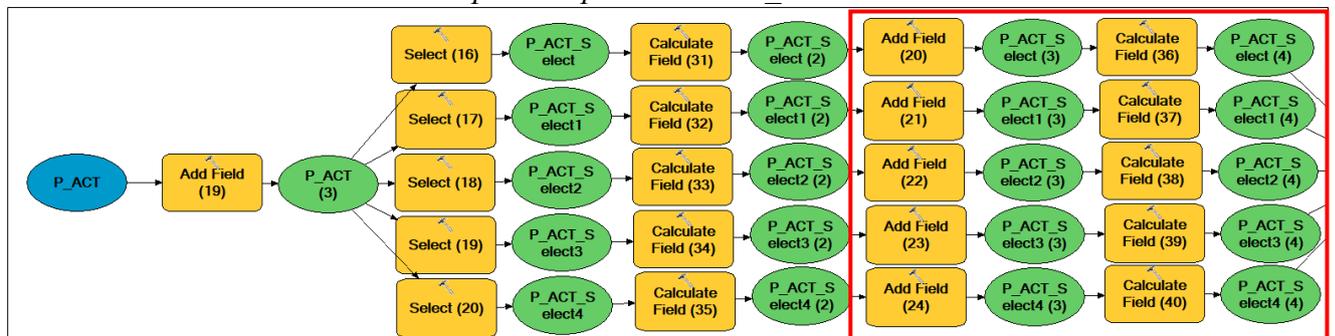


Nota. Elaboración propia

- Para colocar los respectivos nombres de cada descriptor, creamos un campo con la herramienta “Add Field” y para insertar el nombre es con el uso de la herramienta “Calculate Field”

**Figura 67**

*Inserción del nombre de cada descriptor del parámetro “P\_ACT”*

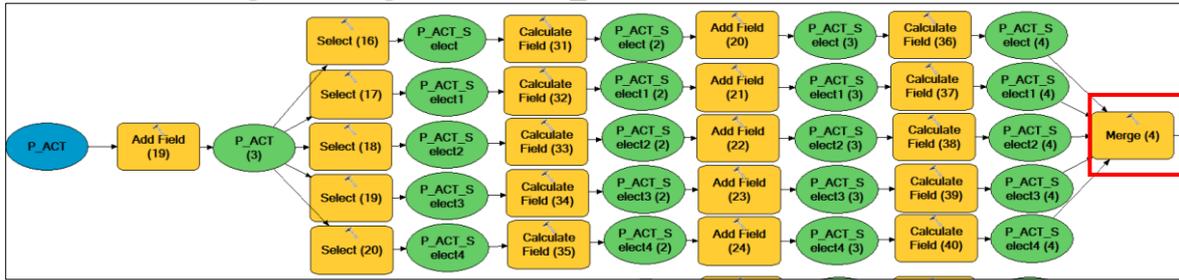


Nota. Elaboración propia

- Para unir los 5 descriptores se utilizará la herramienta “Merge”

**Figura 68**

*Unión de los descriptores del parámetro “P\_ACT”*



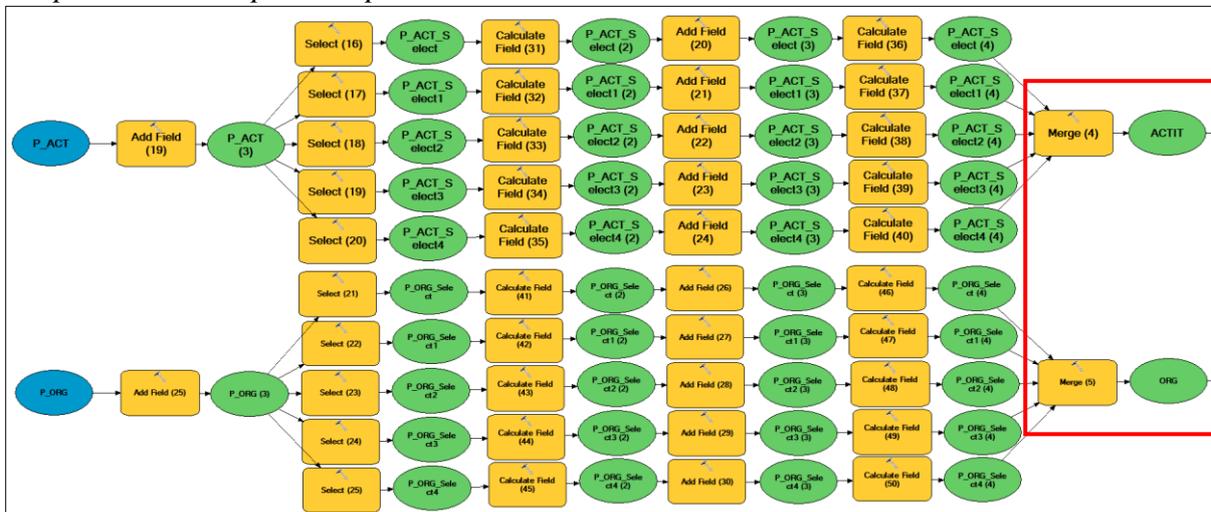
Nota. Elaboración propia

- **Organización ante Emergencias (P\_ORG)**

Para hallar el modelo del parámetro “Organización ante Emergencias” se usará el mismo procedimiento anterior caso del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico” quedando de la siguiente manera ambos modelos:

**Figura 69**

*Geoprocesamiento para los parámetros de Resiliencia Social*



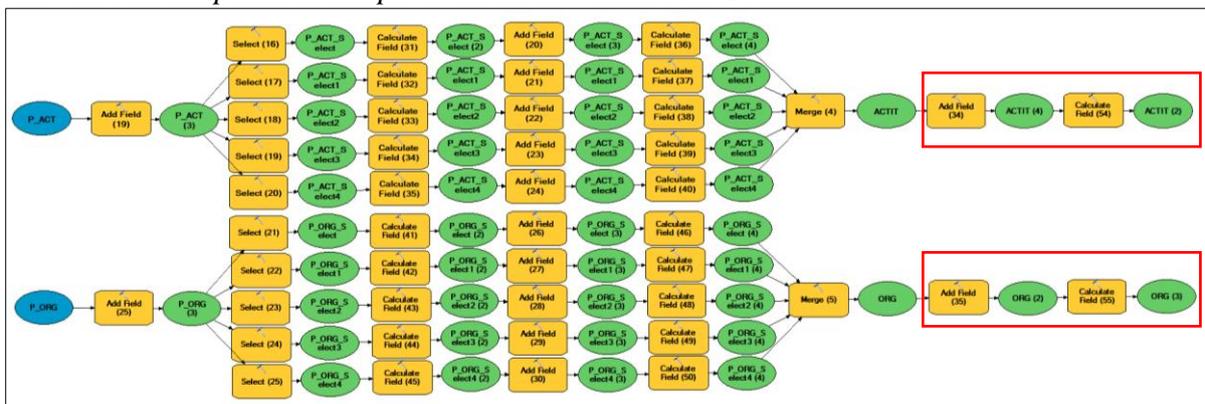
Nota. Elaboración propia

5. El resultado de los procedimientos indicados nos genera un plano por cada parámetro.
6. Para hallar la resiliencia social se debe insertar el peso de los 2 parámetros considerados, con el uso de la herramienta “Add Field” y “Field Calculate”. El peso considerado para el parámetro P\_ACT fue de 0.5 y para el parámetro P\_ORG fue

también del mismo valor, cabe recordar que los pesos asignados por criterio lógico siempre deben de sumar 1.

**Figura 70**

*Inserción de los pesos de los parámetros de Resiliencia Social*

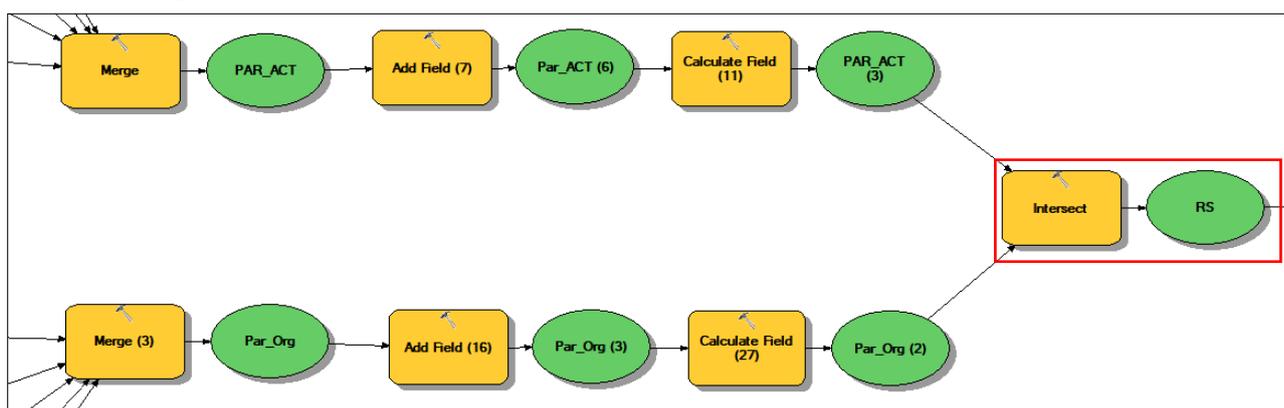


Nota. Elaboración propia

7. Se unen los parámetros que conforman la resiliencia social con la herramienta “Intersect”

**Figura 71**

*Unión de los parámetros de Resiliencia Social*



Nota. Elaboración propia

8. Para hallar el valor de la resiliencia social (VRS) se realizará el siguiente calculo, en los campos creados con las herramientas “Add Field” y “Field Calculate”:

$$VRS = [Pdes\_ACT] * [Ppar\_Acti] + [Pdes\_Org] * [Ppar\_Org]$$

Donde:

VRS: Valor de la Resiliencia Social

Pdes\_ACT: Peso del descriptor del parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”

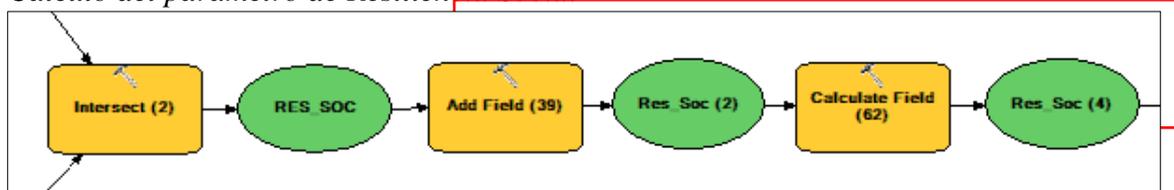
Ppar\_Acti: Peso del Parámetro “Actitud frente al Riesgo Sísmico”

Pdes\_Org: Peso del descriptor del parámetro “Organización ante Emergencias”

Ppar\_Org: Peso del parámetro “Organización ante Emergencias”

**Figura 72**

*Cálculo del parámetro de Resiliencia Social*

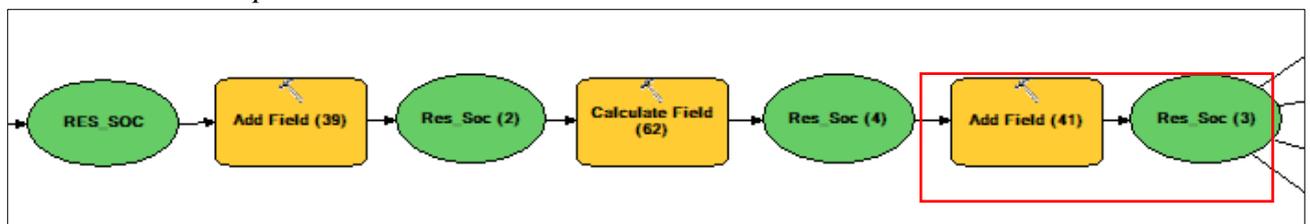


Nota. Elaboración propia

9. Se procedió a agregar el campo “Niveles del valor de la resiliencia social” (NIVEL\_VRS) con la herramienta “Add Field”

**Figura 73**

*Añadidura del campo de nivel del valor de la Resiliencia Social*



Nota. Elaboración propia

Para agrupar en rangos hallados en el AHP se utilizará la herramienta “Select”

**Tabla 63.**

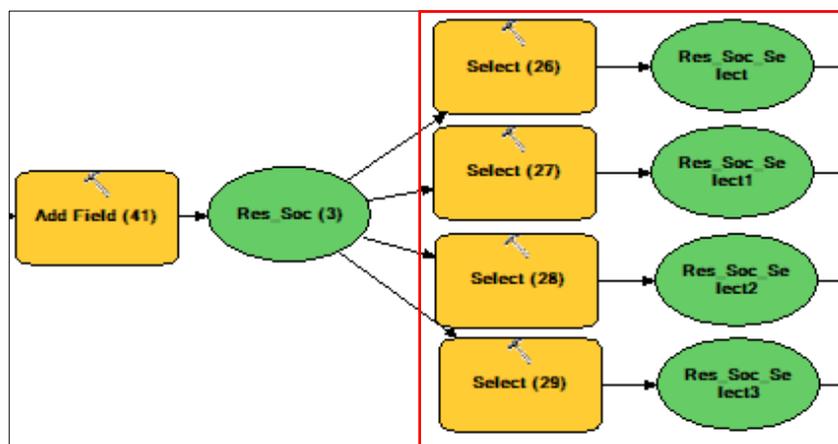
*Rangos de los niveles del parámetro “Resiliencia Social”*

COLOR	NIVEL	RANGO
	MUY ALTO	$0.265 \leq VRS \leq 0.485$
	ALTO	$0.140 < VRS \leq 0.265$
	MEDIO	$0.072 < VRS \leq 0.140$
	BAJO	$0.039 \leq VRS \leq 0.072$

Nota. Elaboración Propia

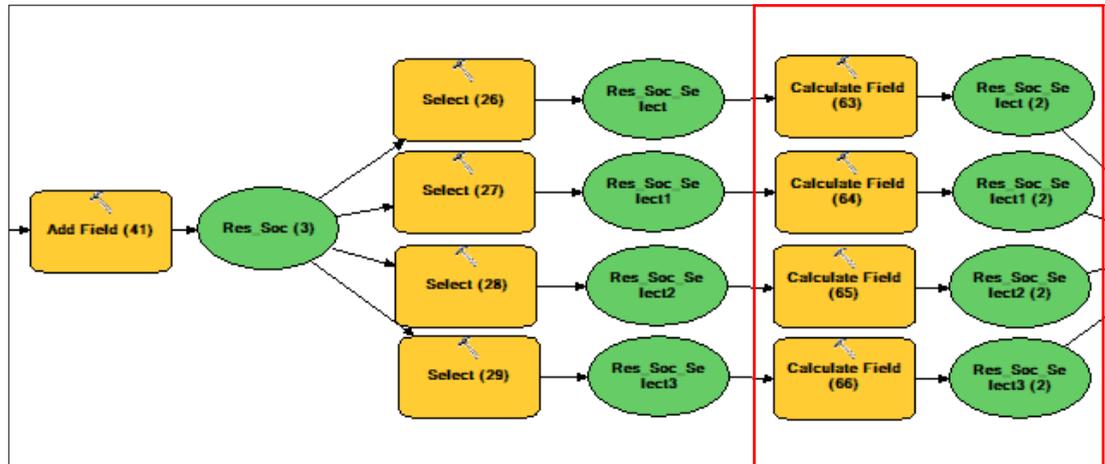
**Figura 74**

*Agrupación de la Resiliencia Social*



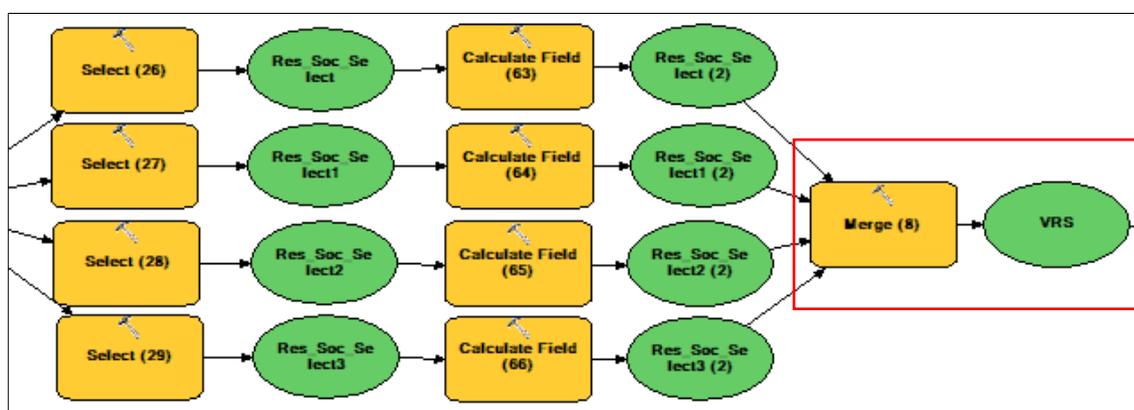
Nota. Elaboración propia

10. Para insertar los valores de los rangos evaluados se hará con la herramienta “Field Calculate”.

**Figura 75***Clasificación de los niveles de la Resiliencia Social*

Nota. Elaboración propia

11. Se une todas las clasificaciones de niveles de la resiliencia social usando la herramienta “Merge”. Esta unión nos da el resultado del plano de la Resiliencia social.

**Figura 76***Unión de los niveles de la Resiliencia Social*

Nota. Elaboración propia

12. Dejaremos insertado el peso de la Fragilidad Social para así tenerlo listo para hallar la dimensión social, para ello usaremos las herramientas “Add field” y “Field Calculate”

**Figura 77**

*Inserción del peso de la Resiliencia Social*



Nota. Elaboración propia



### Pasos para determinar la Dimensión social

1. Para determinar la Dimensión social intersecaremos los factores fragilidad social y resiliencia social con la herramienta “Intersect”
2. Para calcular la dimensión social se creó un campo con la herramienta “Add Field” y se calculó por medio de la herramienta “Calculate Field” calculando de la siguiente manera:

$$DS = [VFS] * [Pes\_FS] + [VRS] * [Pes\_RS]$$

Donde:

DS: Dimensión Social

VFS: Valor de la Fragilidad Social

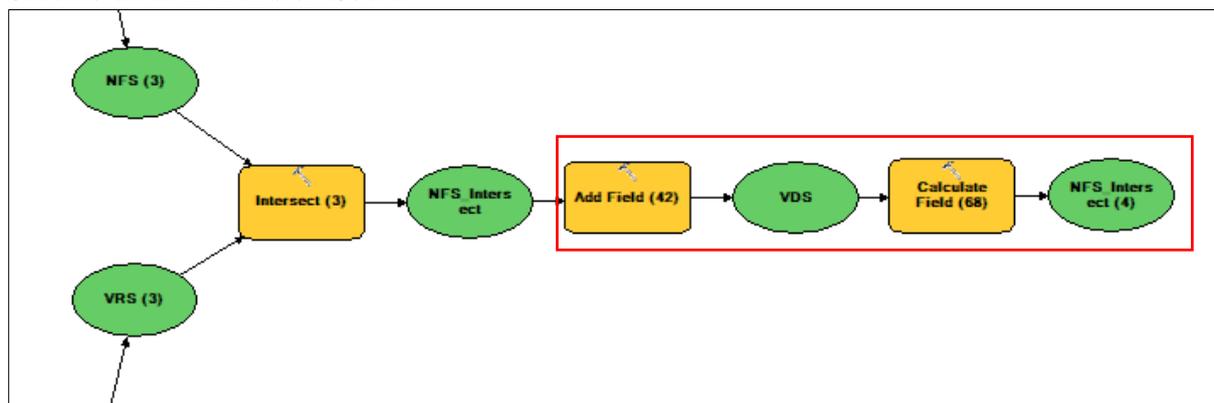
Pes\_FS: Peso de la Fragilidad Social

VRS: Valor de la Resiliencia Social

Pes\_RS: Peso de la Resiliencia Social

**Figura 79**

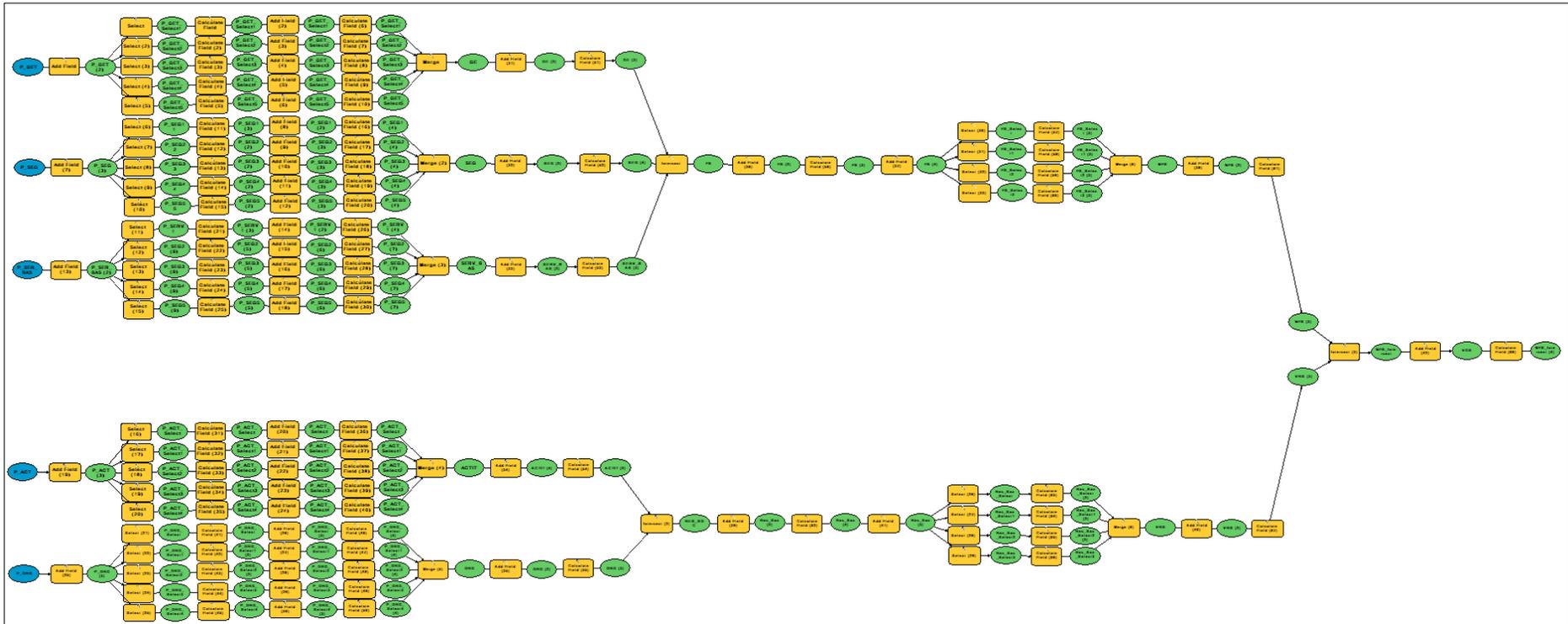
*Cálculo de la Dimensión Social*



Nota. Elaboración propia

Figura 80

Modelo de la Dimensión Social

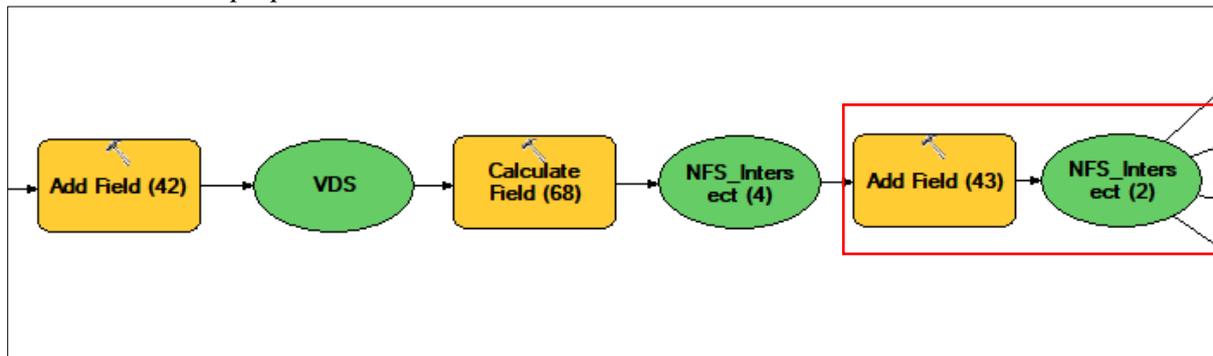


Nota. Elaboración propia

- Para determinar los niveles de la Dimensión Social se creó un campo con la herramienta “Add Field”

**Figura 81**

*Creación del campo para la inserción de los niveles de la Dimensión Social*



Nota. Elaboración propia

- Para clasificar por niveles la dimensión social lo haremos con la herramienta “Select” de acuerdo a la clasificación antes mencionada del AHP se les denominada el nombre del nivel que corresponde con la herramienta “Calculate Field”

**Tabla 64.**

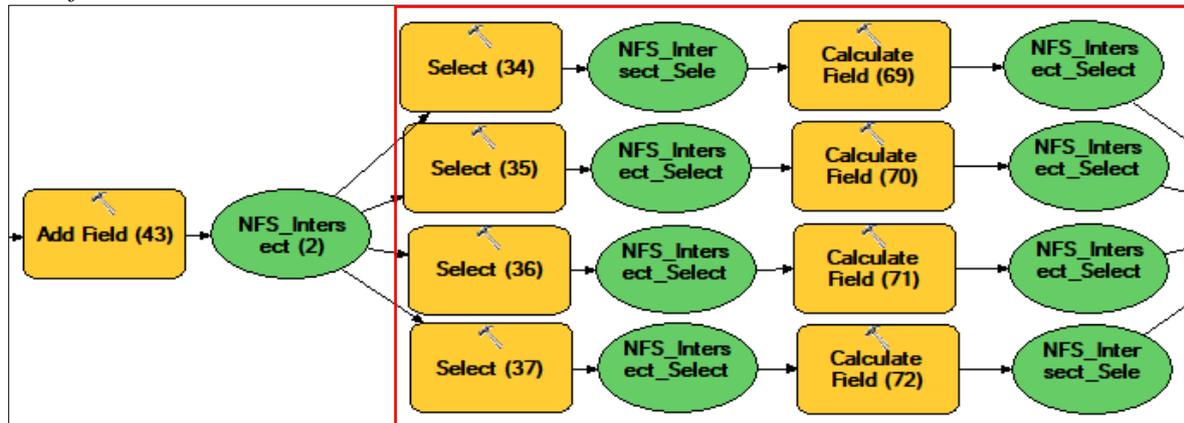
*Intervalos de los niveles de la Dimensión Social*

Color	Nivel	Rango
	Muy alta	$0.264 \leq VDS \leq 0.493$
	Alta	$0.139 < VDS \leq 0.264$
	Media	$0.068 < VDS \leq 0.139$
	Baja	$0.036 \leq VDS \leq 0.068$

Fuente: Elaboración propia

Figura 82

*Clasificación e inserción de los niveles de la Dimensión social*

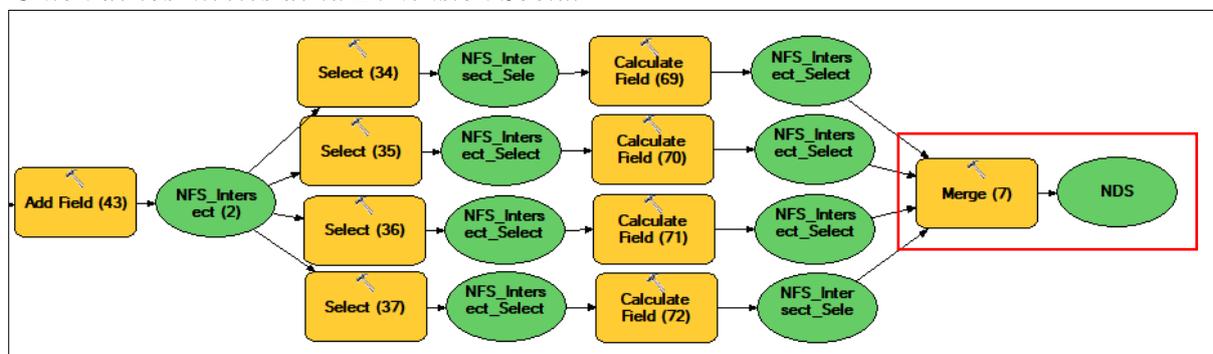


Nota. Elaboración propia

- Para terminar, unimos con la herramienta “Merge” para así obtener el modelo final de la Dimensión Social

Figura 83

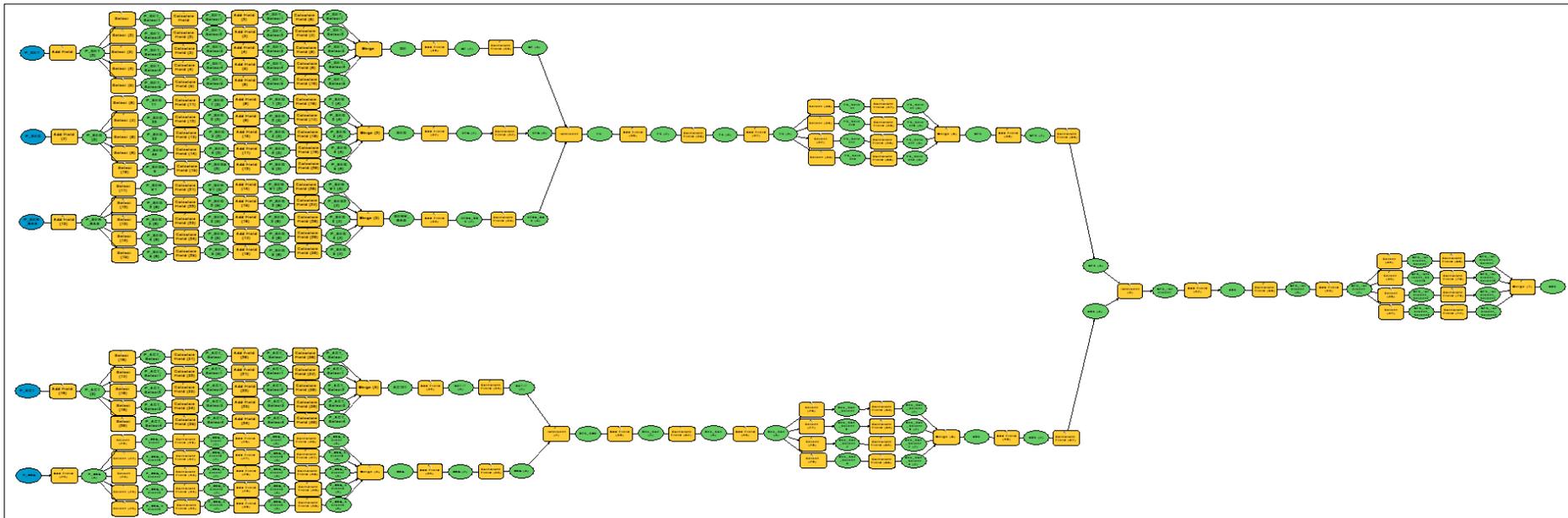
*Unión de los niveles de la Dimensión Social*



Nota. Elaboración propia

Figura 84

Modelo de la Dimensión Social



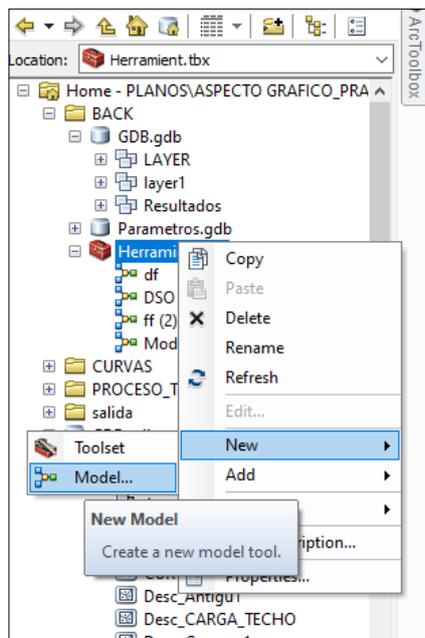
Nota. Elaboración propia

## Pasos para la creación del modelo de Vulnerabilidad

1. Se crea un nuevo modelo en el Toolbox

**Figura 85**

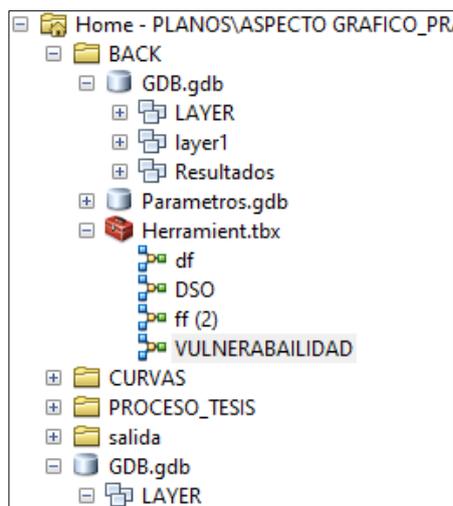
*Creación del modelo de Vulnerabilidad*



Nota. Elaboración propia

**Figura 86**

*Nombre del modelo de Vulnerabilidad*

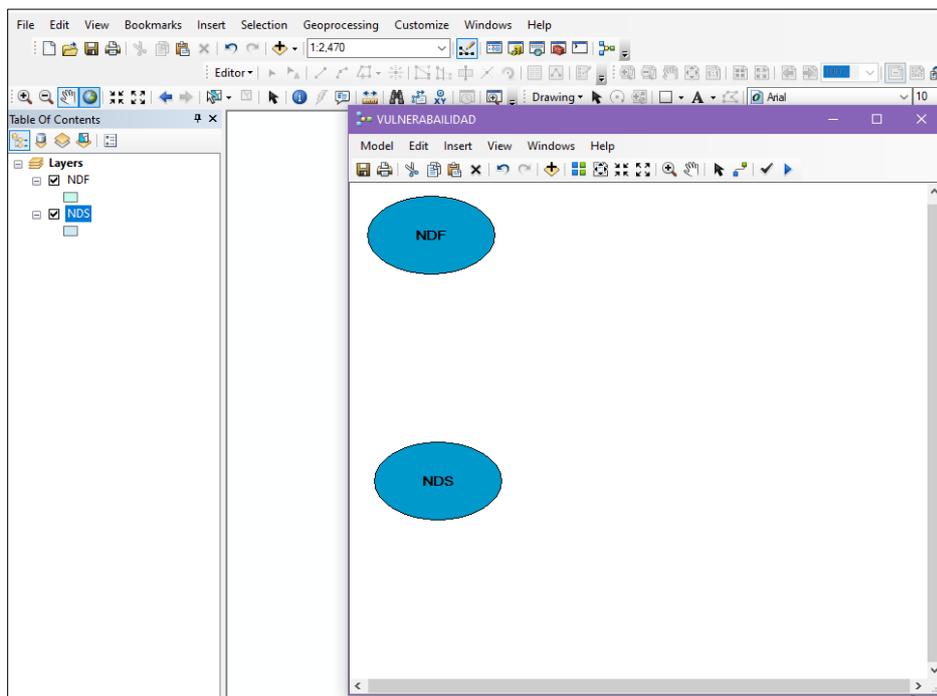


Nota. Elaboración propia

2. Insertamos al modelo creado los nombres de los shapes obtenidos anteriormente, los utilizados para hallar la vulnerabilidad son Nivel Dimensión Física “NDF” y Nivel Dimensión Social “NDS”

**Figura 87**

*Nombre del modelo de Vulnerabilidad*

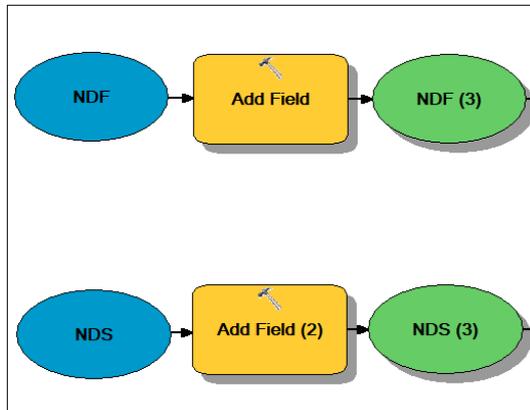


Nota. Elaboración propia

3. Para insertar los pesos de las Dimensiones se crea un campo para la dimensión física y para la dimensión social con la herramienta “Add Field”

**Figura 88**

*Creación del campo para insertar los pesos de la dimensión Física y dimensión Social*

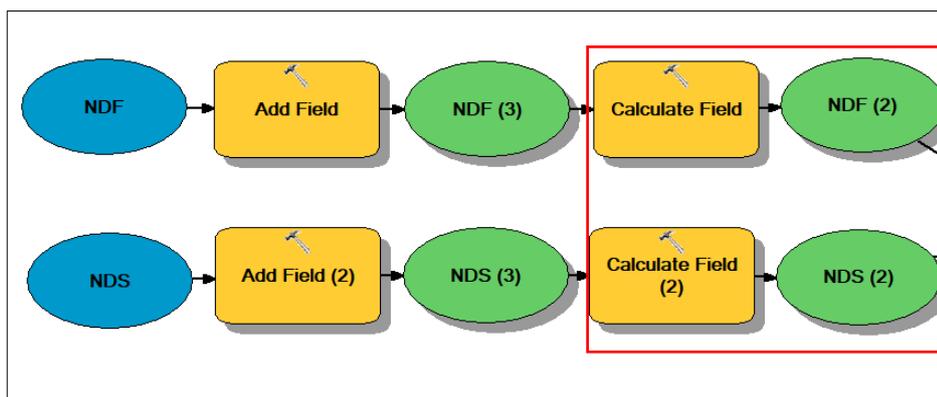


Nota. Elaboración propia

4. Calculamos los pesos en los campos creados, con la herramienta “Calculate Field”, los pesos designados para las dimensiones de la Vulnerabilidad fueron de 0.6 para la dimensión física y 0.4 para la dimensión social.

**Figura 89**

*Inserción de los pesos de la dimensión Física y dimensión Social*

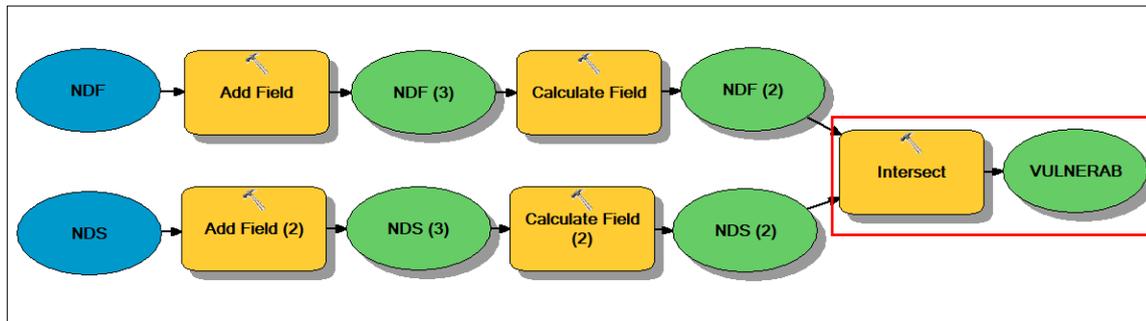


Nota. Elaboración propia

5. Para hallar la Vulnerabilidad se intercepta la dimensión física y la dimensión social, para ello se utilizó la herramienta “Intersect”.

**Figura 90**

*Modelo para determinar la Vulnerabilidad*



Nota. Elaboración propia

6. Se agregó un campo adicional para insertar el valor de la Vulnerabilidad con la herramienta “Add Field” posterior a esto se utilizó la herramienta “Calculate Field” para insertar la operación que nos ayudó a determinar su valor.

La operación a emplear para calcular el valor de la vulnerabilidad es la siguiente:

$$\text{Valor\_Vulnerab} = [\text{VDS}] * [\text{Peso\_DS}] + [\text{VDF}] * [\text{Peso\_DF}]$$

Donde:

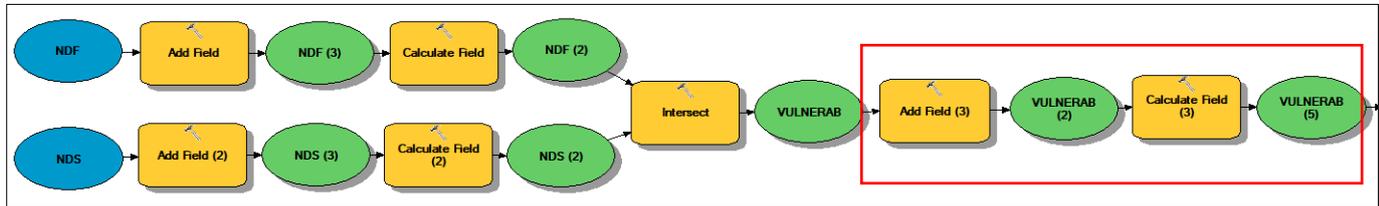
Valor\_Vulnerab: Valor de la Vulnerabilidad

VDS: Valor de la dimensión social

Peso\_DS: Peso de la dimensión social

VDF: Valor de la dimensión física

Peso\_DF: Peso de la dimensión física

**Figura 91***Inserción del valor de la Vulnerabilidad*

Nota. Elaboración propia

7. Para colocar en el modelo los niveles de Vulnerabilidad se creará un campo con la herramienta “Add Field”, con la herramienta “Select” se va a seleccionar los rangos en las cuales están los niveles de la vulnerabilidad y con la herramienta “Calculate Field” se coloca el nivel en la cual corresponde cada rango, Los niveles de vulnerabilidad fueron determinados mediante el Metodo del Análisis Jerarquico “AHP”

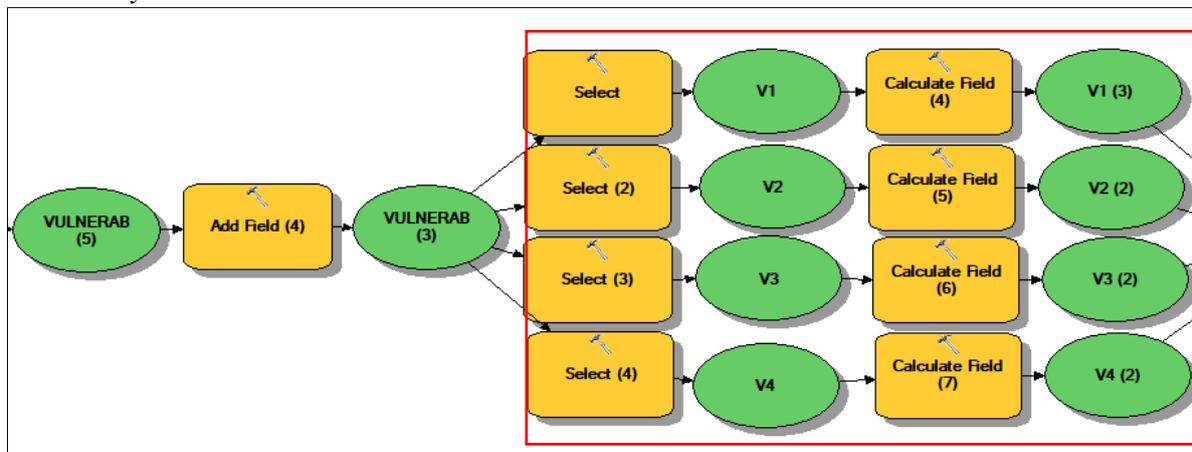
**Tabla 65.***Rangos de los niveles de la Vulnerabilidad*

Nivel	Rango
Muy alto	$0.263 \leq V \leq 0.491$
Alto	$0.138 \leq V \leq 0.263$
Medio	$0.072 \leq V \leq 0.138$
Bajo	$0.036 \leq V \leq 0.072$

Nota. Elaboración Propia

**Figura 92**

*Selección y cálculos de los niveles de la Vulnerabilidad*

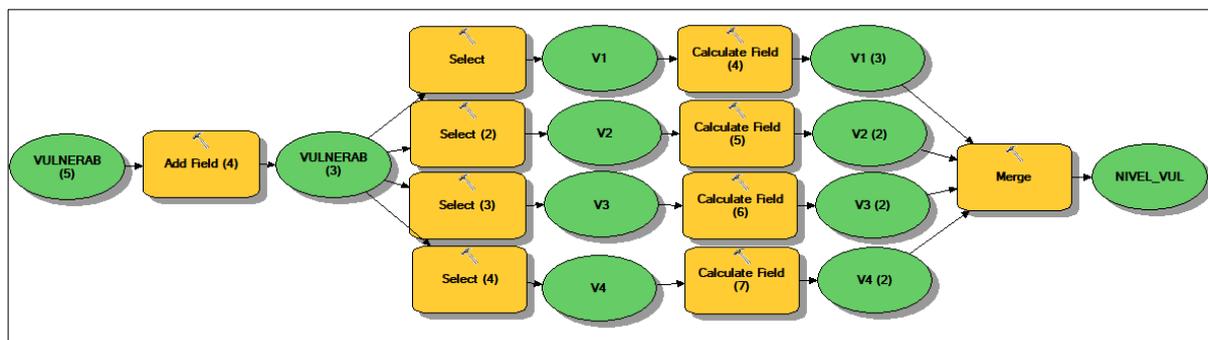


Nota. Elaboración propia

8. Para finalizar se procedió a unir los rangos seleccionados con la herramienta “Merge”

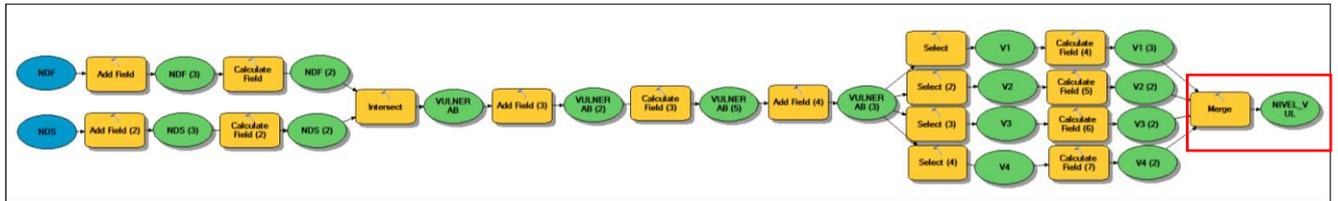
**Figura 93**

*Unión de los niveles de la Vulnerabilidad*



Nota. Elaboración propia

9. Una vez finalizado el modelo de Vulnerabilidad, se le da clip en la Validación y en el botón de Rum para que se genere el plano de la Vulnerabilidad.

**Figura 94***Modelo niveles de la Vulnerabilidad*

Nota. Elaboración propia

#### IV. RESULTADOS

Una vez terminado todo el geoprocésamiento para la elaboración de los modelos builder para se obtuvo los siguientes resultados:

##### **Material Predominante de Pared:**

Se siguieron los pasos del Metodo del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 50.86% de lotes, el material predominante de pared es de ladrillo, son considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** Se determinó que el 0.38% de lotes, el material predominante de pared es el adobe, son considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** Se determinó que el 14.97% de lotes, el material predominante de pared es la madera, son considerados medianamente vulnerables.

- **Alta:** Se determinó que el 27.83% de lotes, el material predominante de pared es el triplay, son considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** Se determinó que el 5.95% de lotes, el material predominante de pared es la estera, son considerados los más vulnerables.

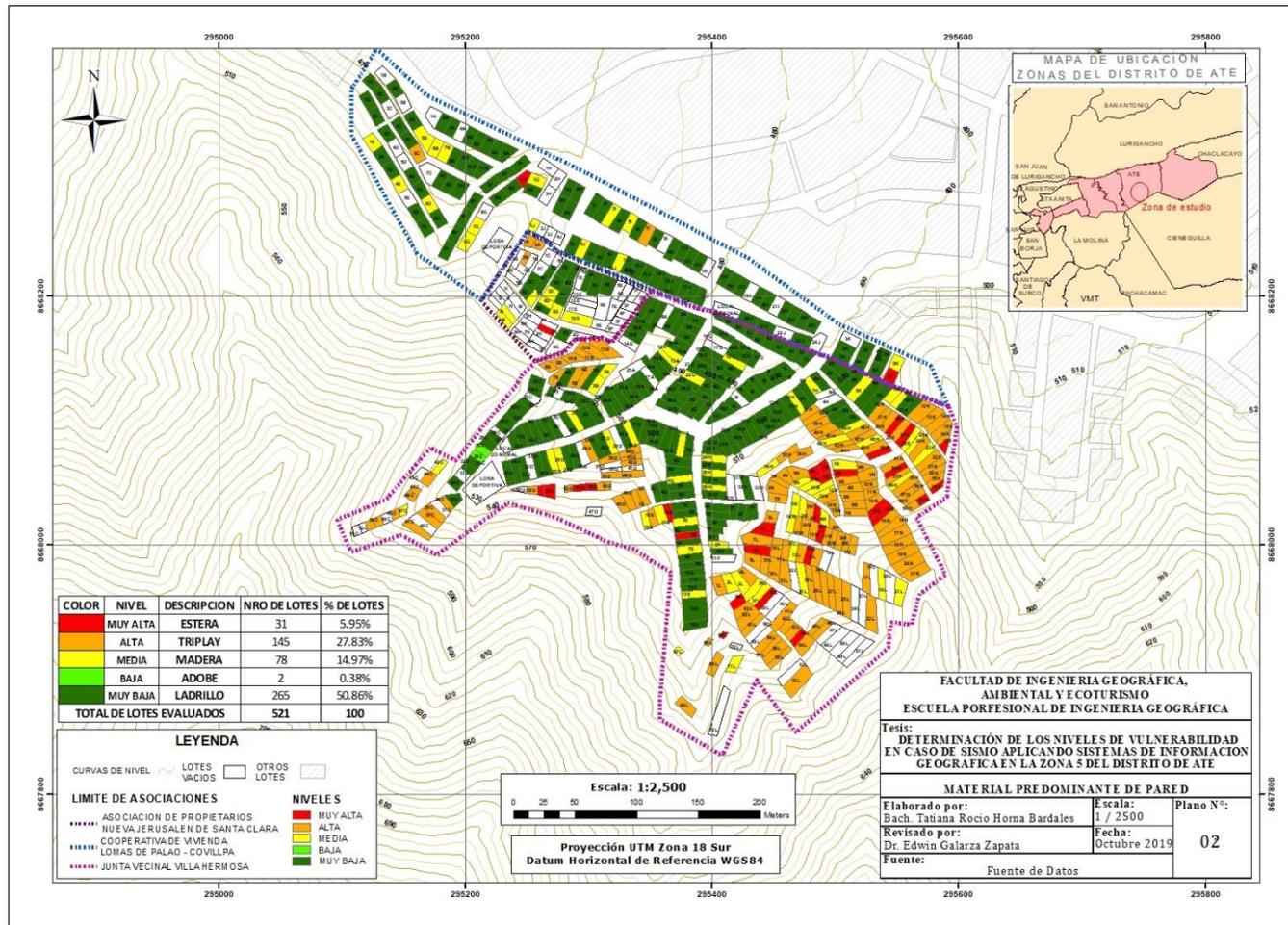
**Tabla 66.***Niveles del Parámetro Material Predominante de Pared*

COLOR	NIVEL	DESCRIPCION	NRO DE LOTES	% DE LOTES
	MUY ALTA	ESTERA	31	5.95%
	ALTA	TRIPLAY	145	27.83%
	MEDIA	MADERA	78	14.97%
	BAJA	ADOBE	2	0.38%
	MUY BAJA	LADRILLO	265	50.86%
<b>TOTAL DE LOTES EVALUADOS</b>			<b>521</b>	<b>100</b>

Nota. Elaboración Propia



**Figura 95**  
*Niveles del Parámetro Material Predominante de Pared*



Nota. Elaboración Propia

## Material Predominante de Techo

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 23.99% el material predominante de techo es el ladrillo, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 2.50% el material predominante de techo es la madera, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 59.50% el material predominante de techo es la calamina, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 9.02% el material predominante de techo es el triplay, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 4.99% el material predominante de techo es la estera, siendo considerados los más vulnerables.

**Tabla 67.**

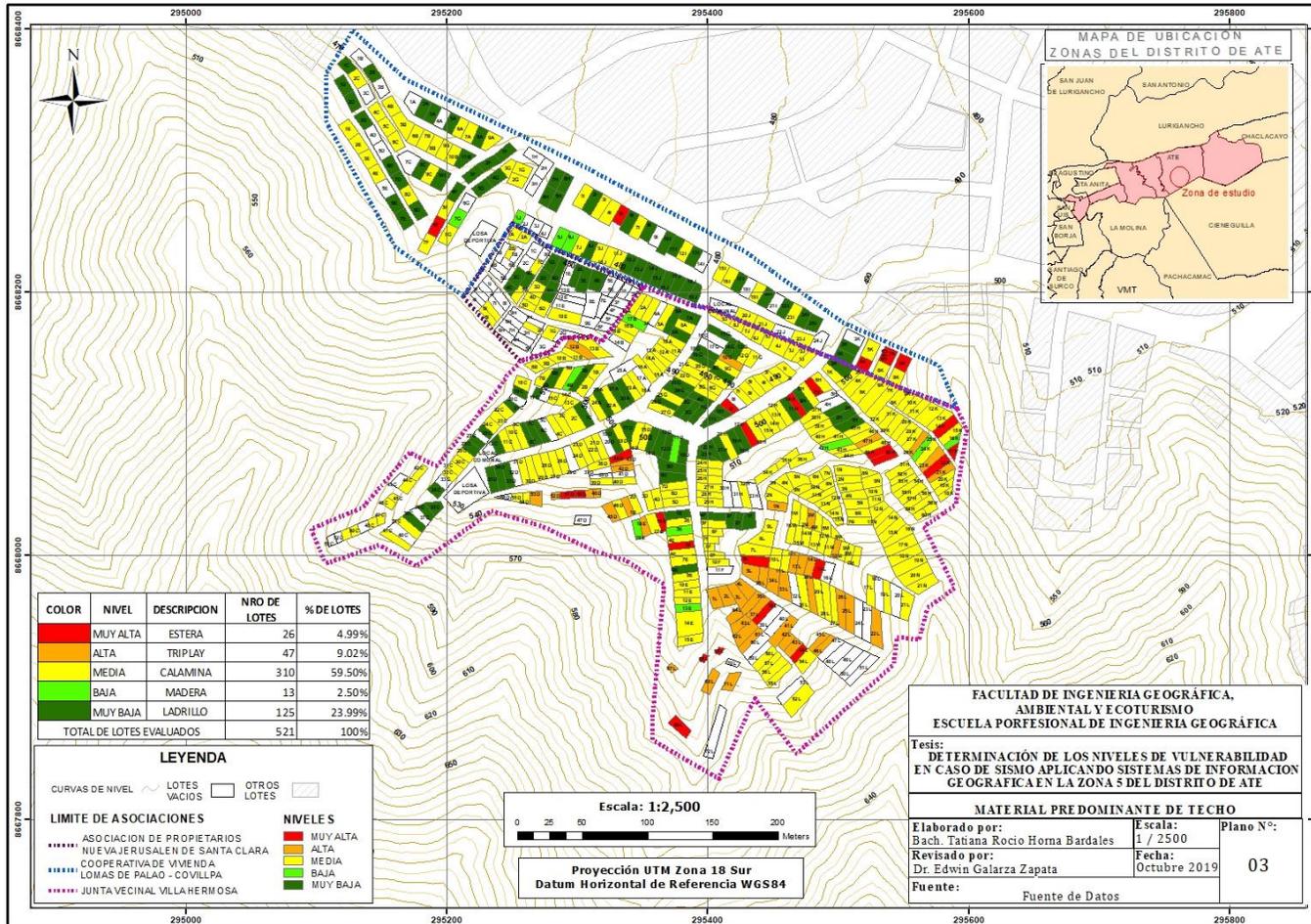
### *Niveles del Parámetro Material Predominante de Techo*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	Estera	26	4.99%
	Alta	Triplay	47	9.02%
	Media	Calamina	310	59.50%
	Baja	Madera	13	2.50%
	Muy baja	Ladrillo	125	23.99%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 96

Niveles del Parámetro Material Predominante de Techo



Nota. Elaboración Propia

## Estado de Conservación

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 1.73% de lotes tienen un estado de conservación muy bueno, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 17.08% de lotes tienen un estado de conservación bueno, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 44.34% de lotes tienen un estado de conservación regular, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 28.41% de lotes tienen un estado de conservación malo, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 8.45% de lotes tienen un estado de conservación muy malo, siendo considerados los más vulnerables.

**Tabla 68.**

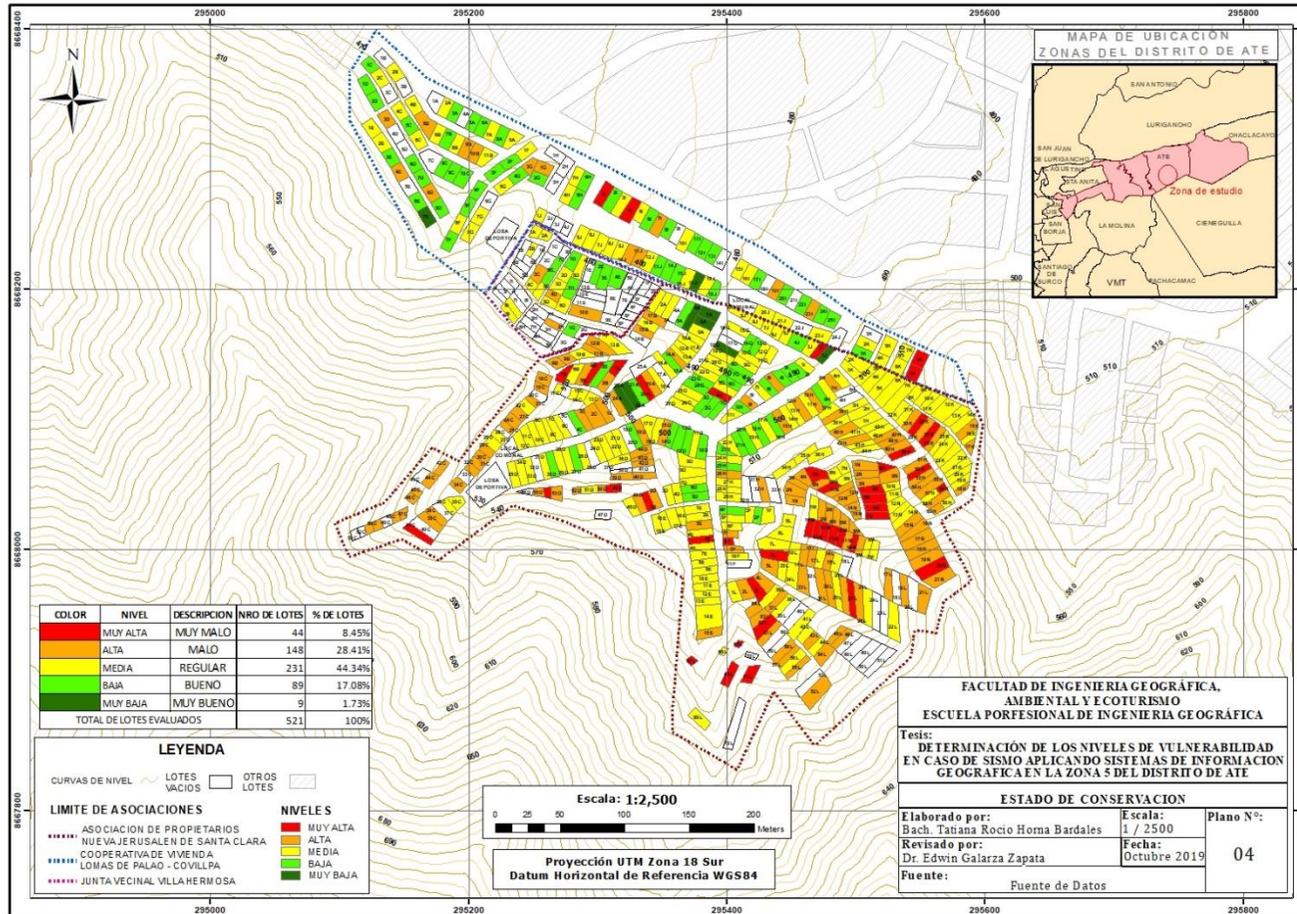
### *Niveles del Parámetro Estado de Conservación*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	muy malo	44	8.45%
	Alta	malo	148	28.41%
	Media	regular	231	44.34%
	Baja	bueno	89	17.08%
	Muy baja	muy bueno	9	1.73%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración propia

**Figura 97**

*Niveles del Parámetro Estado de Conservación*



Nota. Elaboración propia

### Antigüedad de construcción de la vivienda

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 27.64% de lotes tienen una antigüedad de 0 a 5 años, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 37.81% de lotes tienen una antigüedad de 6 a 10 años, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 28.98% de lotes tienen una antigüedad de 11 a 15 años, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 5.37% de lotes tienen una antigüedad de 16 a 20 años, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 0.19% de lotes tienen una antigüedad de 21 a más años, siendo considerados los más vulnerables.

**Tabla 69.**

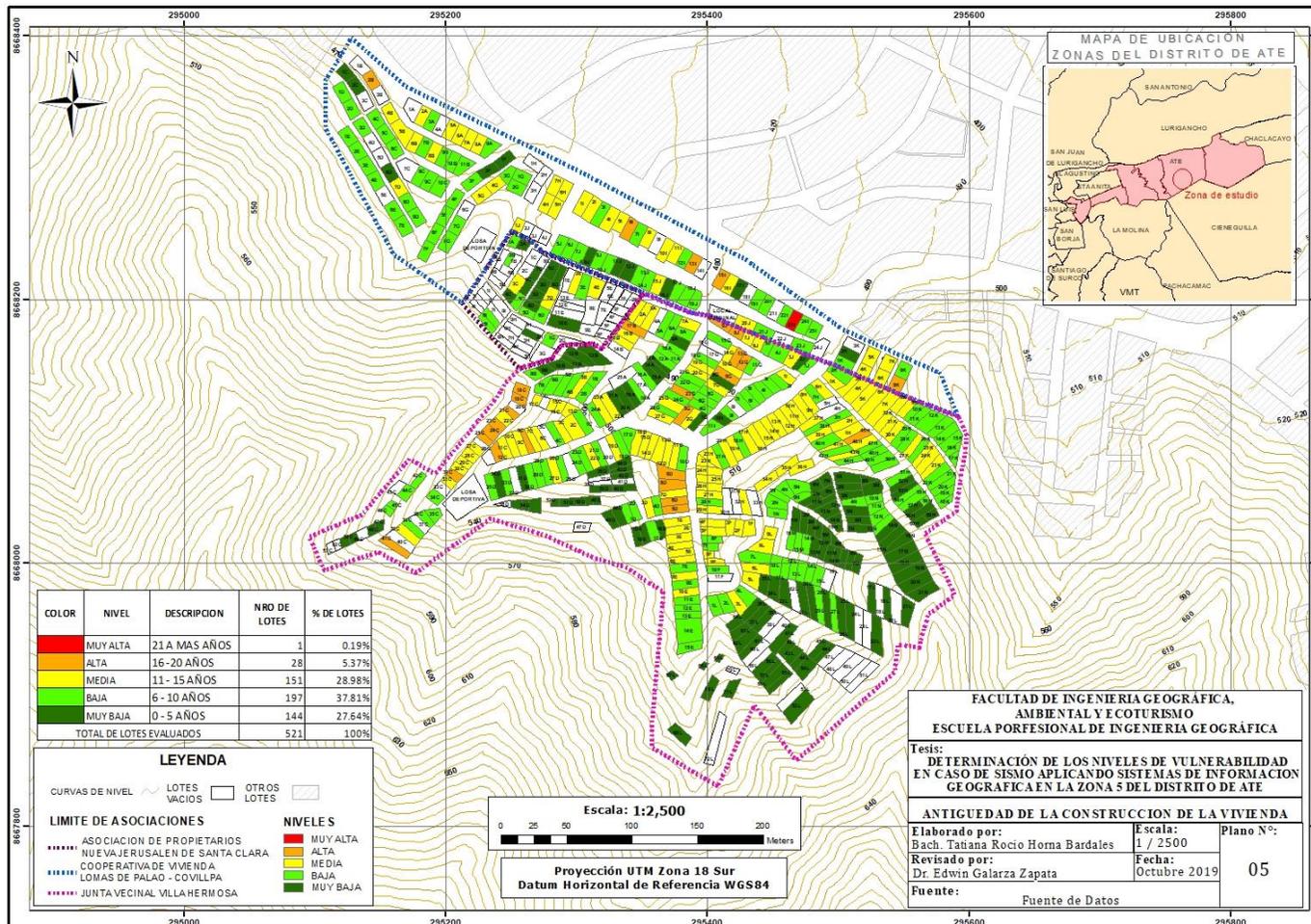
*Niveles del Parámetro Antigüedad de construcción de la vivienda*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	21 a más años	1	0.19%
	Alta	16 -20 años	28	5.37%
	Media	11 - 15 años	151	28.98%
	Baja	6 - 10 años	197	37.81%
	Muy baja	0 - 5 años	144	27.64%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración propia

**Figura 98**

*Niveles del Parámetro Antigüedad de construcción de la vivienda*



Nota. Elaboración propia

## Pendiente del Terreno

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 7.49% de lotes se encuentran en una pendiente de 0 a 10%, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 15.93% de lotes se encuentran en una pendiente de 10 a 30%, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 17.08% de lotes se encuentran en una pendiente de 30 a 50%, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 56.81% de lotes se encuentran en una pendiente de 50 a 85%, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 2.69% de lotes se encuentran en una pendiente de 85% a más, siendo los más vulnerables.

**Tabla 70.**

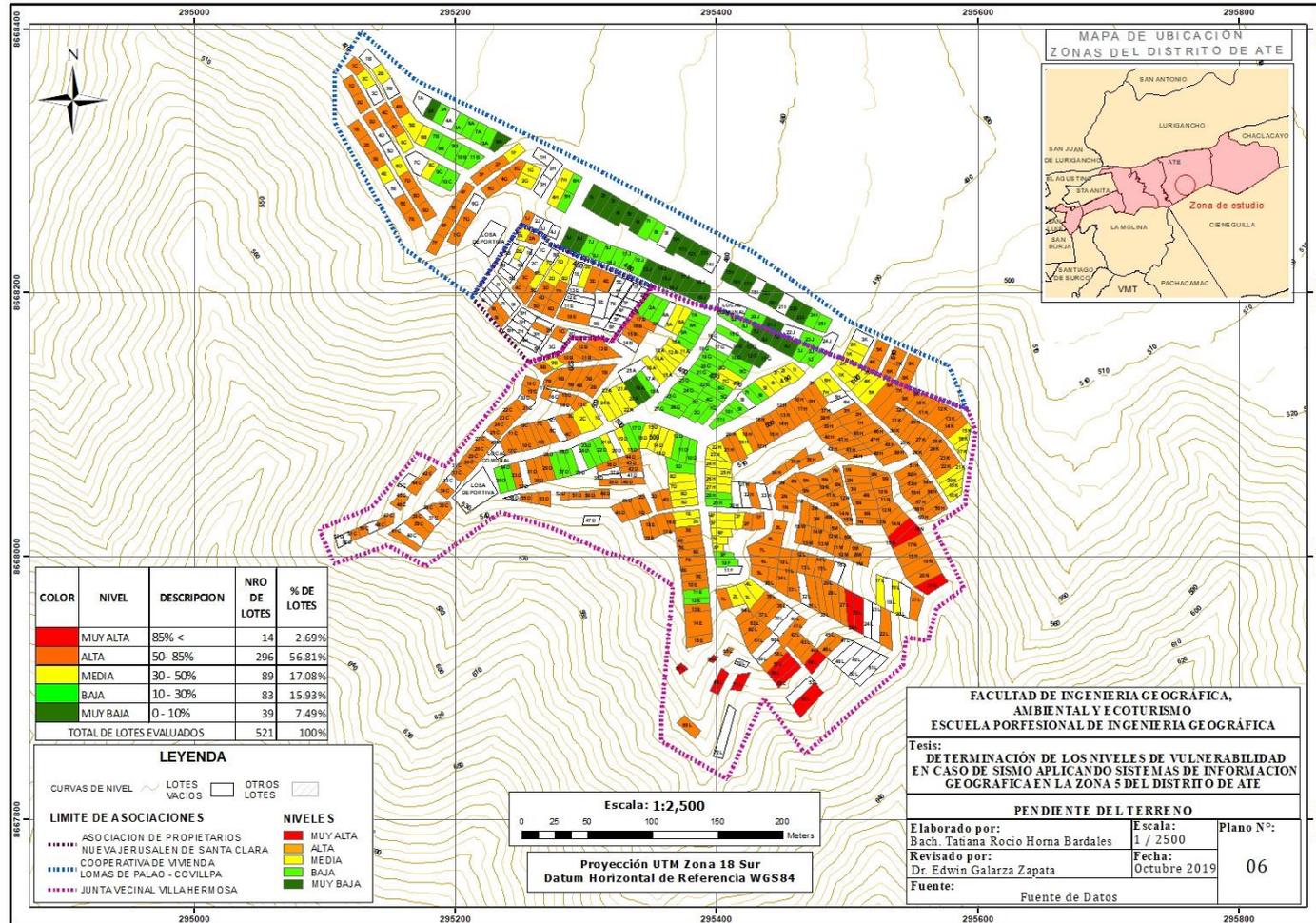
### *Niveles del Parámetro Pendiente del terreno*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	85% <	14	2.69%
	Alta	50- 85%	296	56.81%
	Media	30 - 50%	89	17.08%
	Baja	10 - 30%	83	15.93%
	Muy baja	0 - 10%	39	7.49%
Total de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 99

Niveles del Parámetro Pendiente del terreno



Nota. Elaboración Propia

## Número de pisos

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 76.20% de lotes tienen 1 piso, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 18.43% de lotes tienen 2 pisos, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 4.22% de lotes tienen 3 pisos, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 0.77% de lotes tienen 4 piso, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 0.38% de lotes tienen 5 pisos a más, siendo considerados los más vulnerables.

**Tabla 71.**

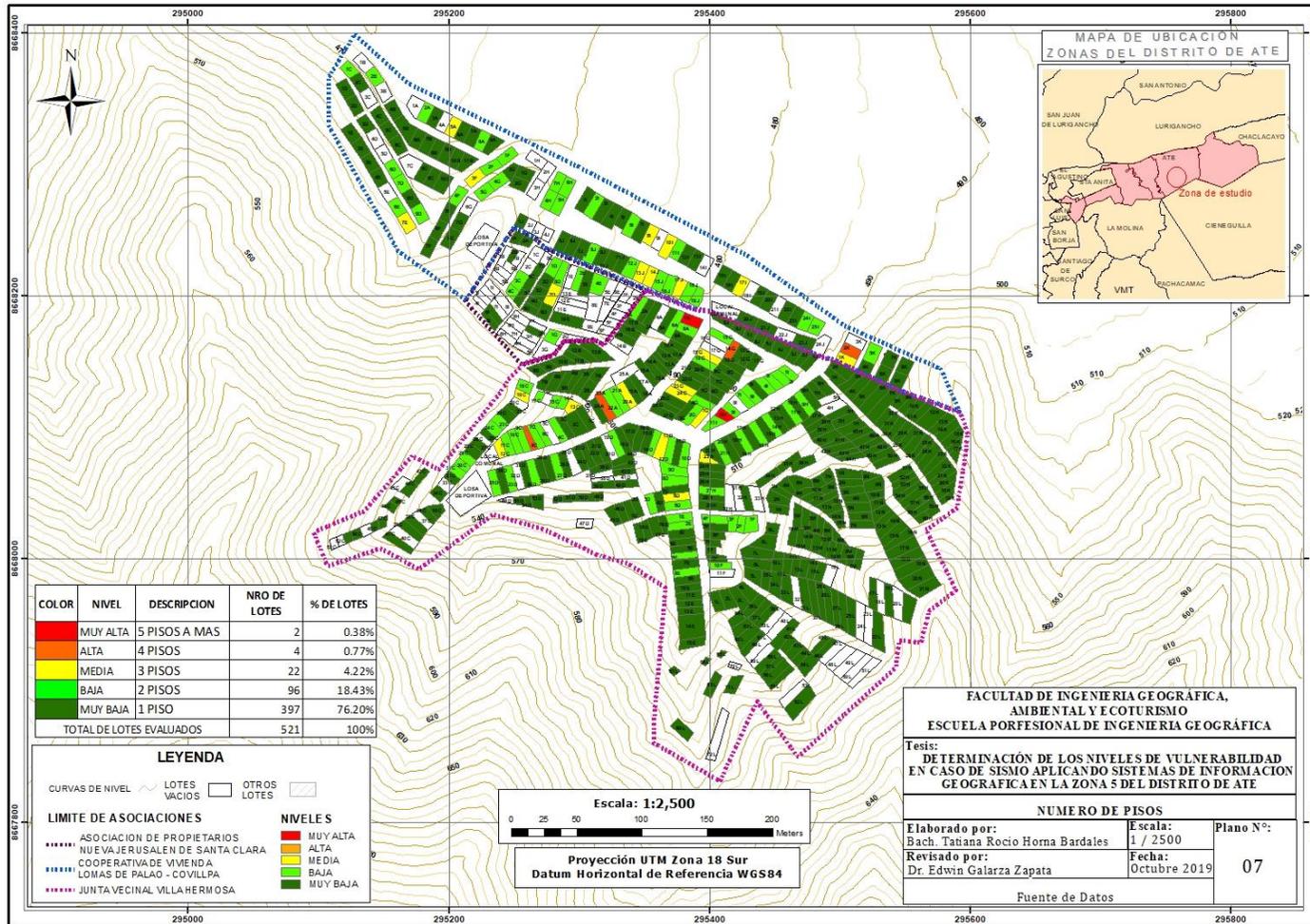
*Niveles del Parámetro Número de pisos*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	5 pisos a mas	2	0.38%
	Alta	4 pisos	4	0.77%
	Media	3 pisos	22	4.22%
	Baja	2 pisos	96	18.43%
	Muy baja	1 piso	397	76.20%
Total de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 100**

*Niveles del Parámetro Número de pisos*



Nota. Elaboración Propia

## Cargas Vivas en el techo

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 86.76% de lotes están libres de carga, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 5.18% de lotes tienen tanques elevados en el techo de sus viviendas, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio** En este nivel se determinó que el 5.76% de lotes tienen maderas sueltas en el techo de sus viviendas, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 1.73% de lotes tienen objetos pesados en el techo de sus viviendas, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 0.58% de lotes tienen materiales de construcción en el techo de sus viviendas, siendo considerados los más vulnerables.

**Tabla 72.**

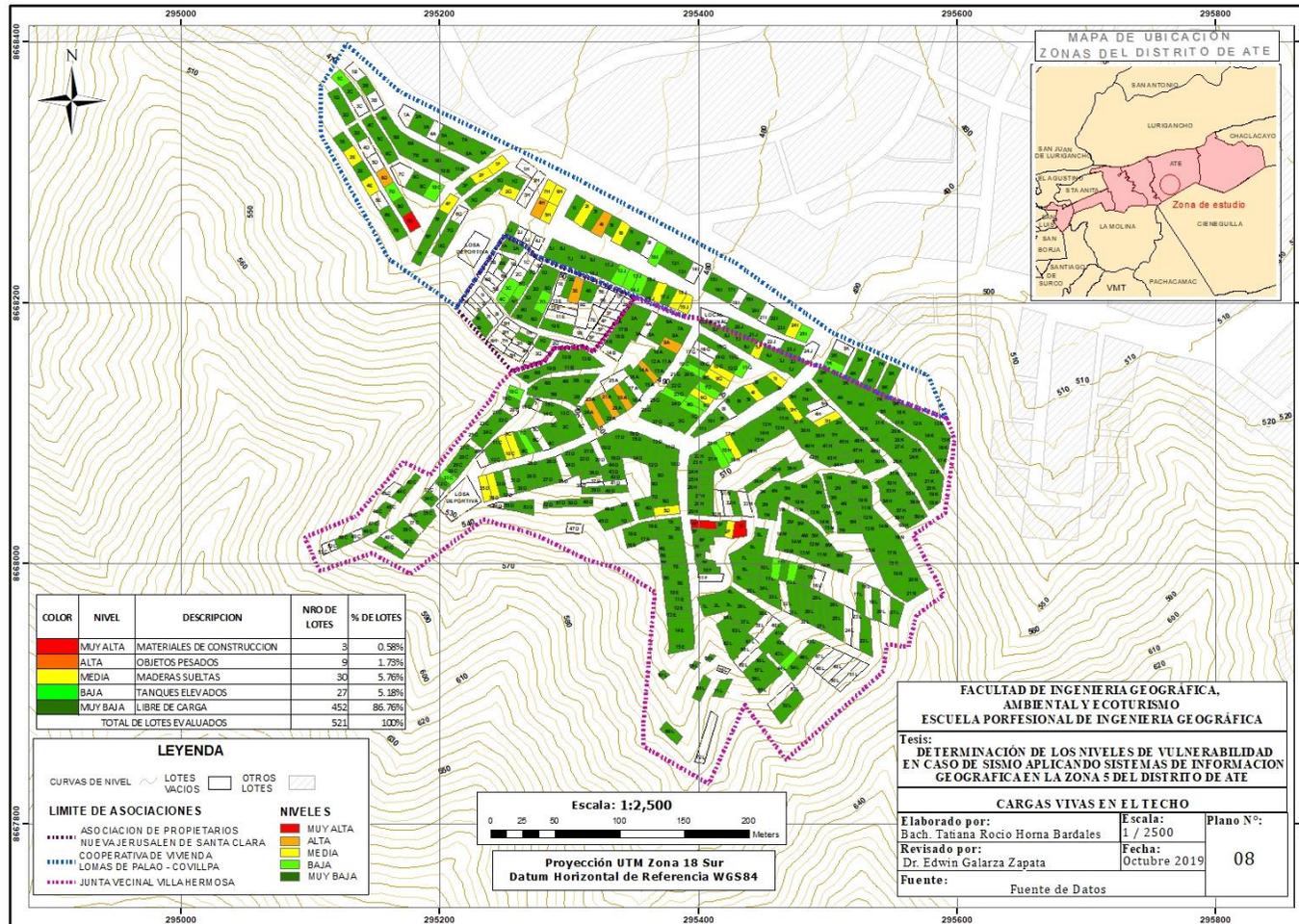
*Niveles del Parámetro Cargas vivas en el techo*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	Materiales de construcción	3	0.58%
	Alta	Objetos pesados	9	1.73%
	Media	Maderas sueltas	30	5.76%
	Baja	Tanques elevados	27	5.18%
	Muy baja	Libre de carga	452	86.76%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 101

Niveles del Parámetro Cargas vivas en el techo



Nota. Elaboración Propia

## Nivel de Fragilidad Física

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el ladrillo, el material predominante de techo es el ladrillo, el estado de conservación es bueno, la antigüedad de construcción fue de 0 a 5 años o de 6 a 10 años; la pendiente del terreno es de 0 a 10% o de 10 a 30%, el número de pisos es de 1 o 2 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o libre de carga, siendo el 19.39% del total de lotes evaluados.
- **Medio:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es la madera, el material predominante de techo es la calamina, el estado de conservación es regular o bueno; la antigüedad de construcción fue de 6 a 10 años o de 11 a 15 años; la pendiente del terreno es de 10 a 30% o de 30 a 50%, el número de pisos es de 2 o 3 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o maderas sueltas, siendo el 35.89% del total de lotes evaluados.
- **Alto:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el triplay o madera; el material predominante de techo es la calamina o triplay; el estado de conservación es regular o malo; la antigüedad de construcción fue de 11 a 15 años o de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de 30 a 50% o de 50 a 85%, el número de pisos es de 3 o 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o maderas sueltas, siendo el 39.54% del total de lotes evaluados.
- **Muy Alto:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el triplay o estera; el material predominante de techo es de estera o triplay; el estado de conservación es malo; la antigüedad de construcción fue de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de

50 a 85% o mayor a 85%, el número de pisos es de 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o materiales de construcción, siendo el 5.18% del total de lotes evaluados.

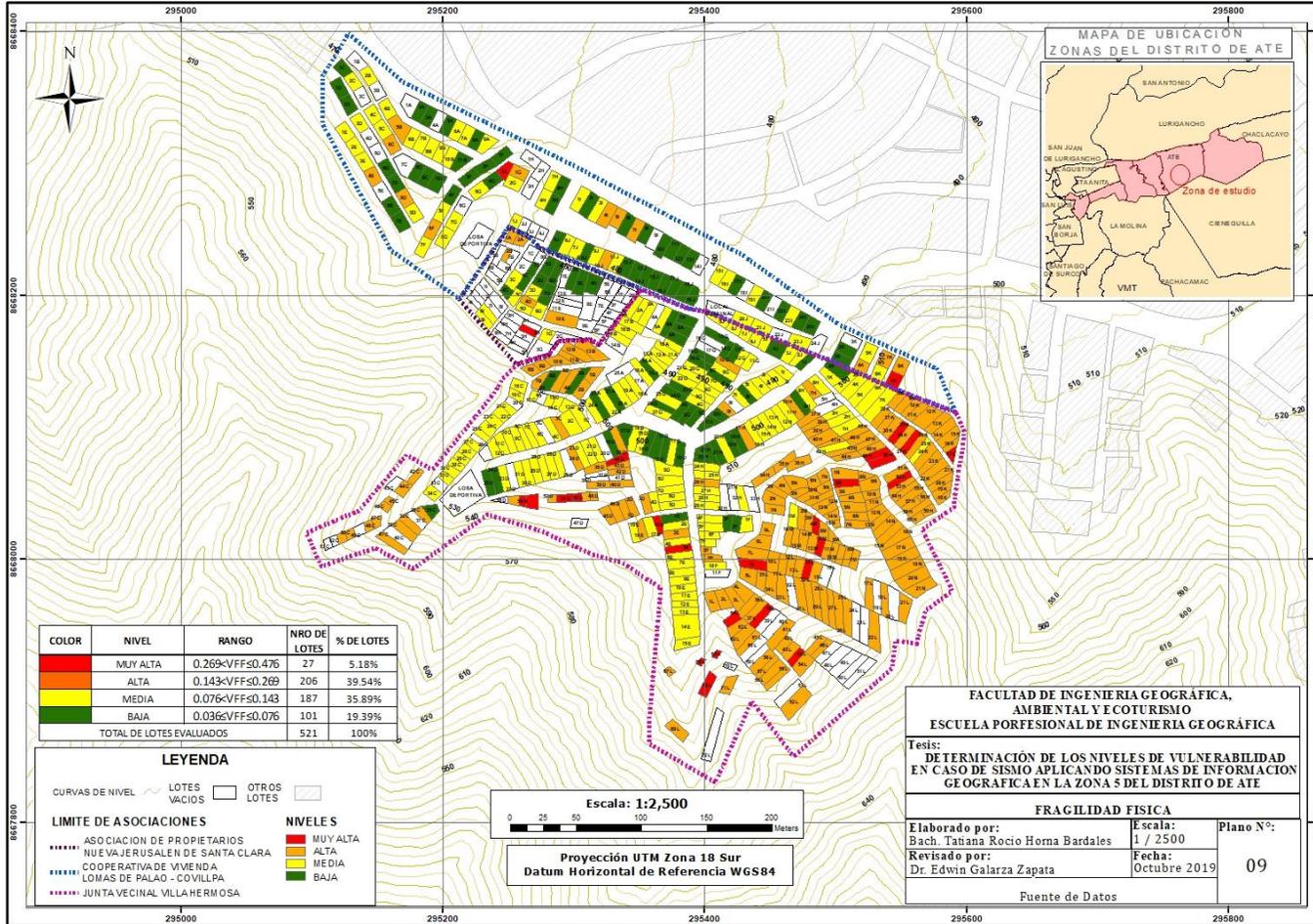
**Tabla 73.**

*Niveles de la Fragilidad Física*

Color	Nivel	Rango	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.269 \leq vff \leq 0.476$	27	5.18%
	Alta	$0.143 < vff \leq 0.269$	206	39.54%
	Media	$0.076 < vff \leq 0.143$	187	35.89%
	Baja	$0.036 \leq vff \leq 0.076$	101	19.39%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 102**  
Niveles de la Fragilidad Física



Nota. Elaboración Propia

## Reforzamiento de las viviendas

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 3.07% de lotes han sido reforzadas, siendo considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 3.45% de lotes están siendo reforzadas, siendo considerados los poco vulnerables.
- **Medio** En este nivel se determinó que el 34.36% de lotes se reforzará dentro del año, siendo considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 44.72% de lotes posiblemente se reforzará a largo plazo, siendo considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 14.40% de lotes no serán reforzados, siendo considerados los más vulnerables.

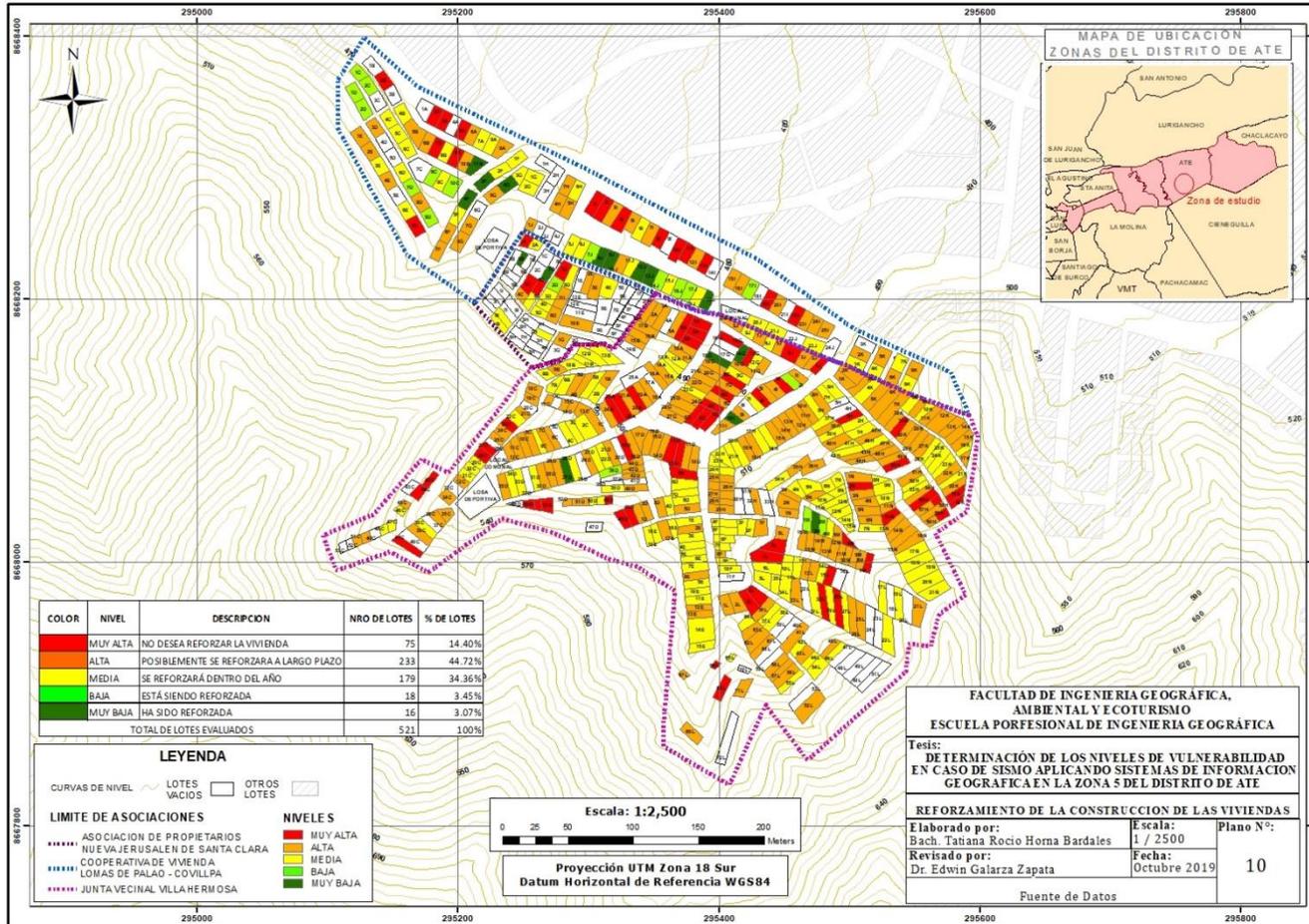
**Tabla 74.**

*Niveles de reforzamiento de la construcción de las viviendas*

Color	Nivel	Descripción	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	no desea reforzar la vivienda	75	14.40%
	Alta	posiblemente se reforzará a largo plazo	233	44.72%
	Media	se reforzará dentro del año	179	34.36%
	Baja	está siendo reforzada	18	3.45%
	Muy baja	ha sido reforzada	16	3.07%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 103**  
*Niveles de Reforzamiento de la construcción de las viviendas*



Nota. Elaboración Propia

### Nivel de Resiliencia Física

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** En este nivel se encuentra las viviendas que están siendo reforzadas o las que han sido reforzadas, son 34 lotes los que pertenecen a este rango, siendo el 6.53% del total de lotes evaluados.
- **Medio:** En este nivel se encuentra las viviendas que están siendo reforzadas o las que se reforzarán, son 178 lotes los que pertenecen a este rango, siendo el 34.17% del total de lotes evaluados.
- **Alto:** En este nivel se encuentra las viviendas que se reforzarán o que posiblemente se reforzará, son 233 lotes los que pertenecen a este rango, siendo el 44.72% del total de lotes evaluados.
- **Muy Alto:** En este nivel se encuentra las viviendas que posiblemente se reforzará o las que no desean reforzar, son 76 lotes los que pertenecen a este rango, siendo el 14.59% del total de lotes evaluados.

**Tabla 75.**

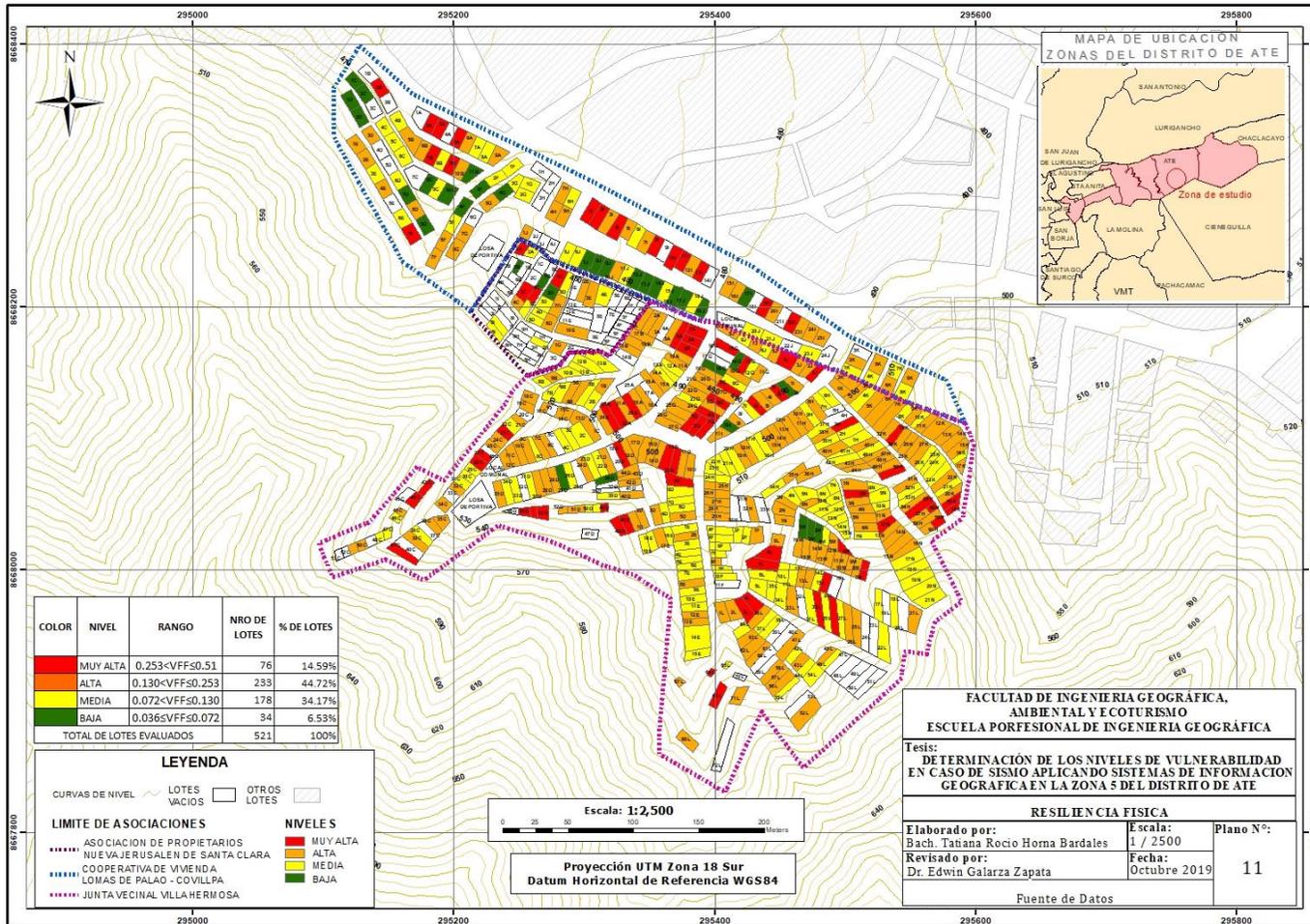
#### *Niveles de la Resiliencia Física*

Color	Nivel	Rango	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.253 \leq vff \leq 0.51$	76	14.59%
	Alta	$0.130 < vff \leq 0.253$	233	44.72%
	Media	$0.072 < vff \leq 0.130$	178	34.17%
	Baja	$0.036 \leq vff \leq 0.072$	34	6.53%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 104**

*Niveles de la Resiliencia Física*



Nota. Elaboración Propia

### Nivel de Dimensión física

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el ladrillo, el material predominante de techo es el ladrillo, el estado de conservación es bueno, la antigüedad de construcción fue de 0 a 5 años o de 6 a 10 años; la pendiente del terreno es de 0 a 10% o de 10 a 30%, el número de pisos es de 1 o 2 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o libre de carga, las viviendas están siendo reforzadas o las que han sido reforzadas.

Se calculó que 25 lotes pertenecen a este nivel, de un total de 521 lotes evaluados, el cual representa el 4.80% del total, estas viviendas son menos vulnerables con respecto a su dimensión Física.

- **Medio:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es la madera, el material predominante de techo es la calamina, el estado de conservación es regular o bueno; la antigüedad de construcción fue de 6 a 10 años o de 11 a 15 años; la pendiente del terreno es de 10 a 30% o de 30 a 50%, el número de pisos es de 2 o 3 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o maderas sueltas, las viviendas están siendo reforzadas o se reforzarán.

Se calculó que 112 lotes pertenecen a este nivel, de un total de 521 lotes evaluados, el cual representa el 21.50% del total, estas viviendas son medianamente vulnerables con respecto a su dimensión física.

- **Alto:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el triplay o madera; el material predominante de techo es la calamina o triplay; el estado de

conservación es regular o malo; la antigüedad de construcción fue de 11 a 15 años o de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de 30 a 50% o de 50 a 85%, el número de pisos es de 3 o 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o maderas sueltas, las viviendas se reforzarán o posiblemente se reforzará.

Se calculó que 335 lotes pertenecen a este nivel, de un total de 521 lotes evaluador, el cual representa el 64.30% del total, estas viviendas son altamente vulnerables con respecto a su dimensión física.

- **Muy Alto:** Se determinó en este nivel que el material predominante de pared es el triplay o estera; el material predominante de techo es de estera o triplay; el estado de conservación es malo; la antigüedad de construcción fue de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de 50 a 85% o mayor a 85%, el número de pisos es de 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o materiales de construcción, las viviendas posiblemente se reforzarán y no se desean reforzar las viviendas.

Se calculó que 49 lotes pertenecen a este nivel, de un total de 521 lotes evaluador, el cual representa el 9.40% del total, estas viviendas son los más vulnerables con respecto a su dimensión física.

**Tabla 76.**

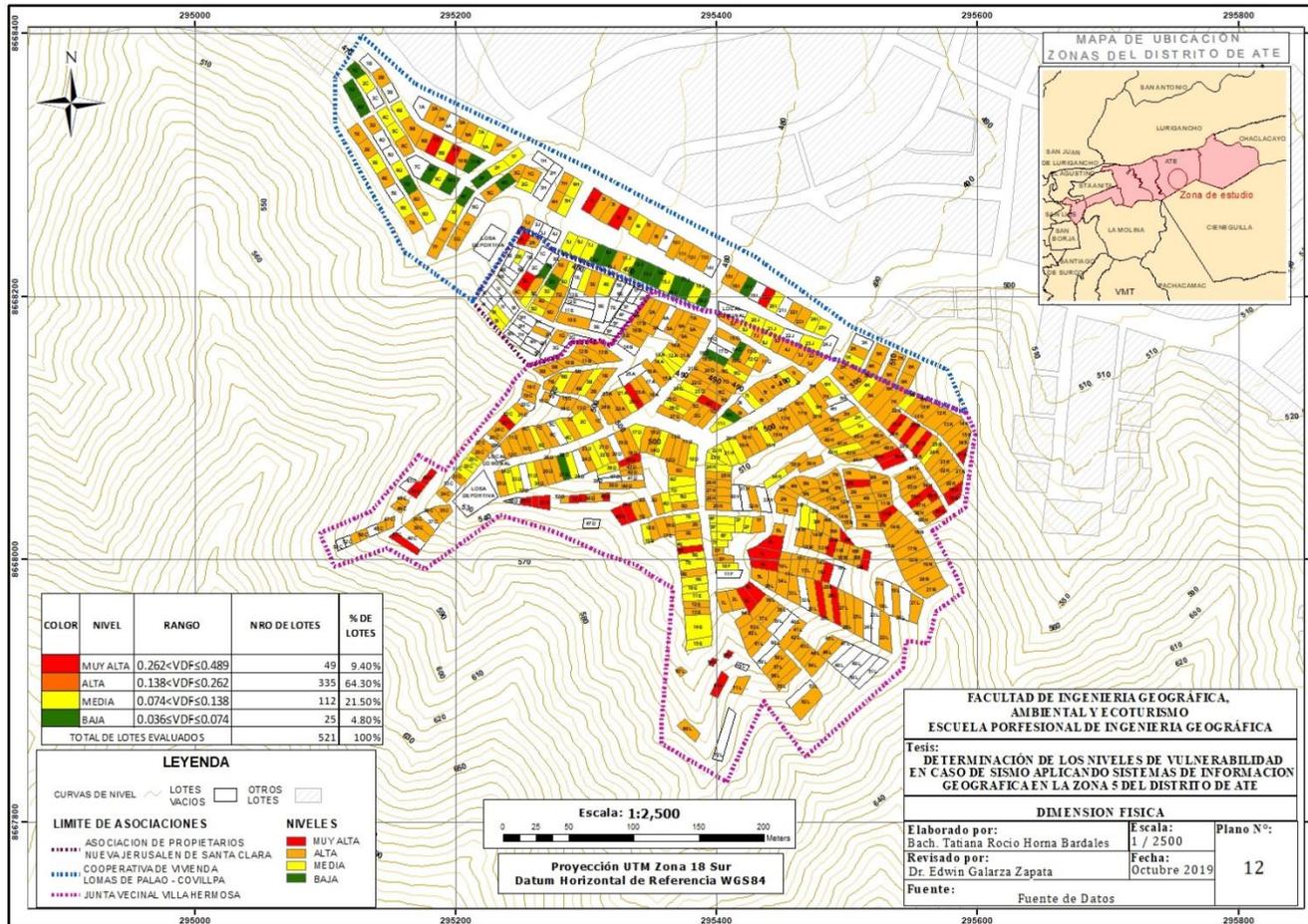
*Niveles de la Dimensión física*

Color	Nivel	Rango	Nro de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.262 \leq vdf \leq 0.489$	49	9.40%
	Alta	$0.138 < vdf \leq 0.262$	335	64.30%
	Media	$0.074 < vdf \leq 0.138$	112	21.50%
	Baja	$0.036 \leq vdf \leq 0.074$	25	4.80%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 105

Niveles de la Dimensión física



Nota. Elaboración Propia

### Grupo Etario:

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 13.24% de lotes predomina la población perteneciente al rango de 30 a 44 años de edad, son considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** Se determinó que el 12.67% de lotes predomina la población perteneciente al rango de 17 a 29 años de edad, son considerados los poco vulnerables.
- **Medio:** Se determinó que el 27.45% de lotes predomina la población perteneciente al rango de 12 a 17 años de edad y de 45 a 59 años de edad, son considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** Se determinó que el 34.36% de lotes predomina la población perteneciente al rango de 6 a 11 años de edad y de 60 a 64 años de edad, son considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 12.28% de lotes predomina la población perteneciente al rango de 0 a 5 años de edad y los mayores a 65 años, son considerados los más vulnerables.

**Tabla 77.**

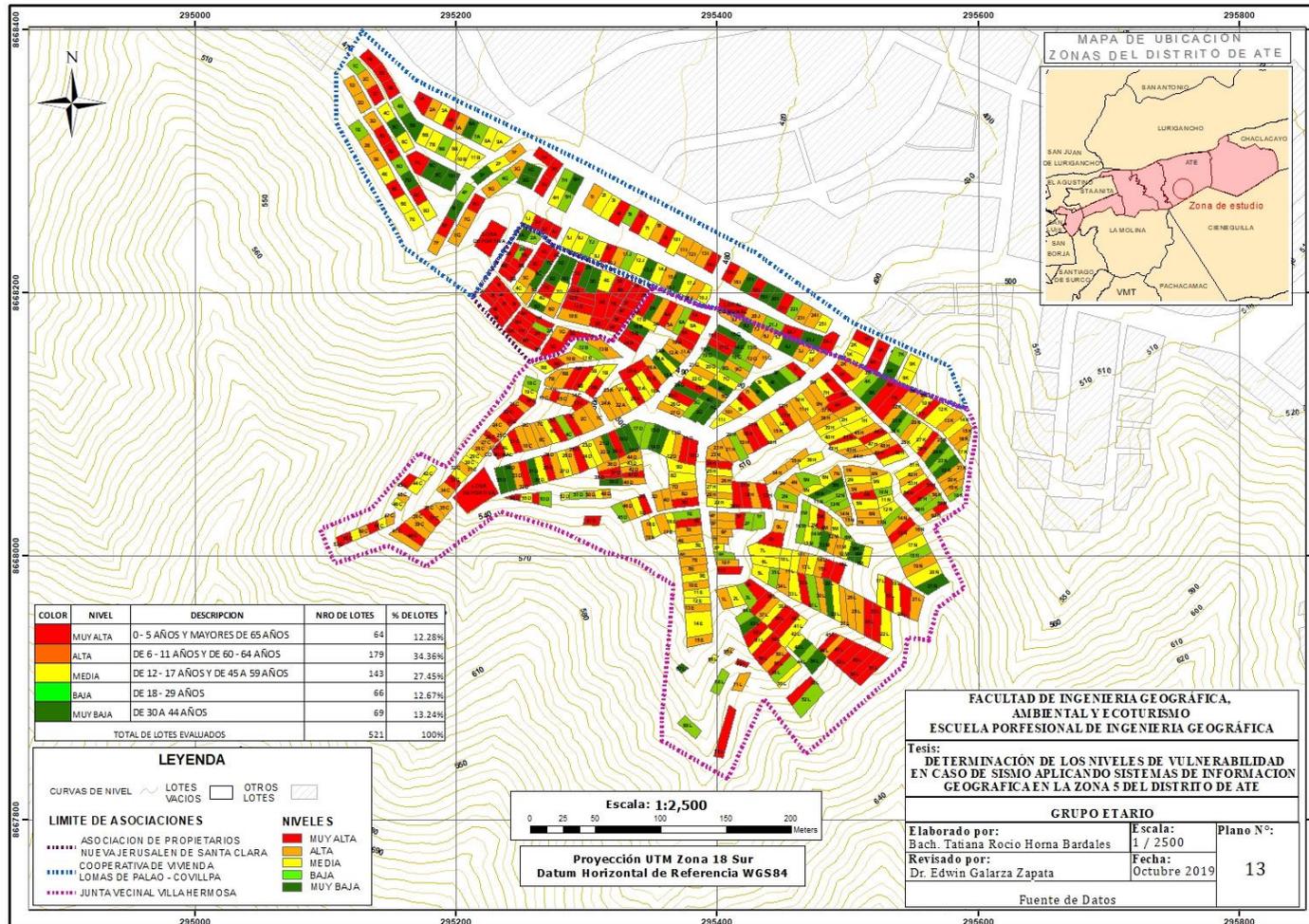
#### *Niveles del Parámetro Grupo Etario*

Color	Nivel	Descripción	Nro. de lotes	% de lotes
	<b>Muy alta</b>	0 - 5 años y mayores de 65 años	64	12.28%
	<b>Alta</b>	De 6 - 11 años y de 60 - 64 años	179	34.36%
	<b>Media</b>	De 12 - 17 años y de 45 a 59 años	143	27.45%
	<b>Baja</b>	De 18 - 29 años	66	12.67%
	<b>Muy baja</b>	De 30 a 44 años	69	13.24%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 106

Niveles del Parámetro Grupo Etario



Nota. Elaboración Propia

### Tipo de Seguro:

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 1.15% de lotes predomina la población que no dispone de seguro privado u otro, son considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel que son considerados poco vulnerables, no se encontró población alguna que tenga este tipo de seguro.
- **Medio:** Se determinó que el 4.03% de lotes predomina la población que dispone del seguro de ESSALUD, son considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** Se determinó que el 69.87% de lotes predomina la población que dispone del Seguro Integral de Salud (SIS), son considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 24.95% de lotes predomina la población que no dispone de ningún tipo de seguro, son considerados los más vulnerables.

**Tabla 78.**

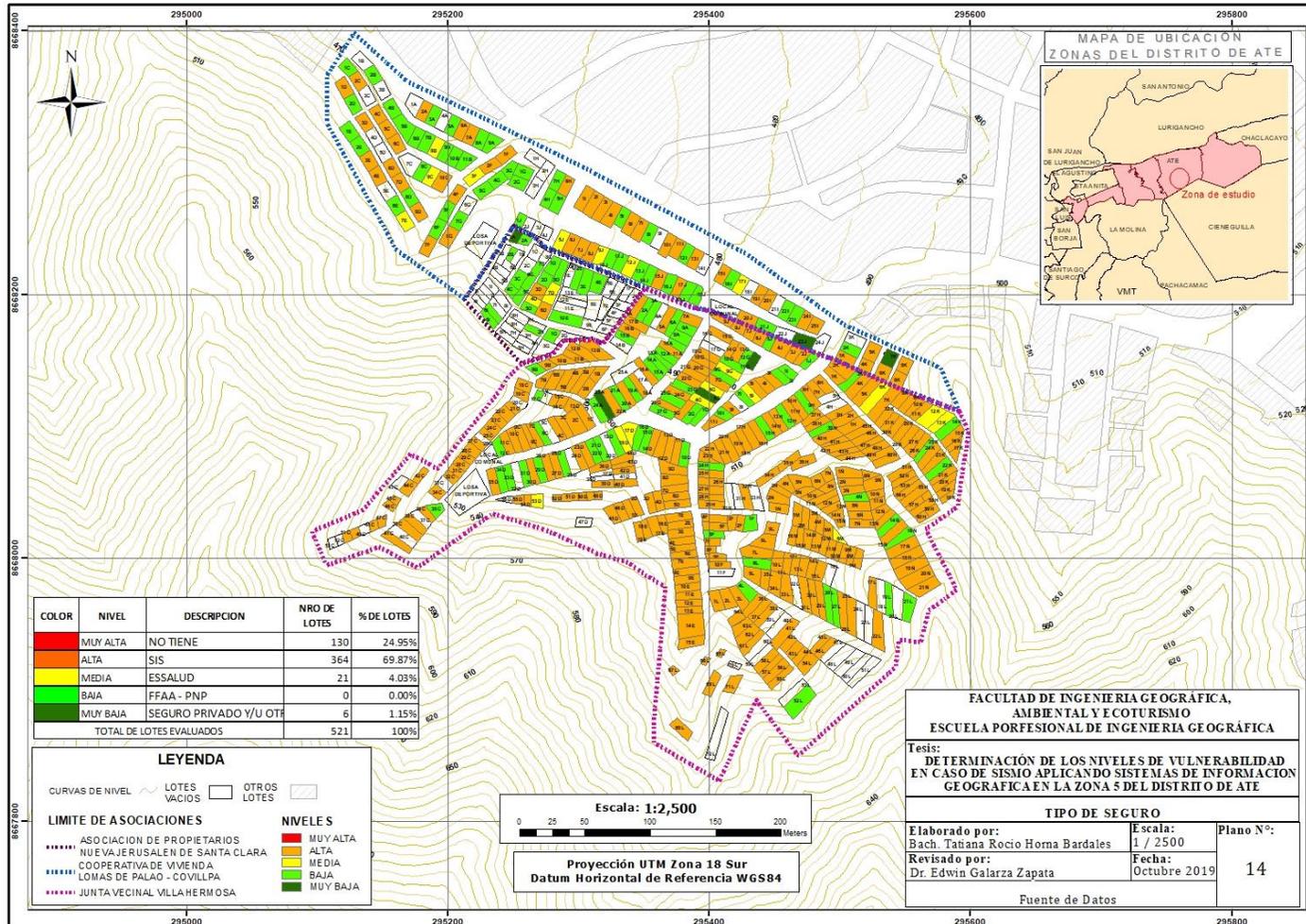
#### *Niveles del Parámetro Tipo de seguro*

Color	Nivel	Descripción	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	no tiene	130	24.95%
	Alta	SIS	364	69.87%
	Media	Essalud	21	4.03%
	Baja	FFAA - PNP	0	0.00%
	Muy baja	seguro privado y/u otro	6	1.15%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 107**

*Niveles del Parámetro Tipo de seguro*



Nota. Elaboración Propia

### Servicios Básicos:

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 52.59% de lotes tienen acceso a los servicios básicos de agua, desagüe y luz, son considerados los menos vulnerables.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 0.77% de lotes tienen acceso a servicios básicos de luz y pozo de agua, son considerados los menos vulnerables.
- **Medio:** Se determinó que el 0.19% de lotes tienen acceso al pozo de agua, son considerados medianamente vulnerables.
- **Alta:** Se determinó que el 34.55% de lotes tienen acceso al servicio básico de luz, son considerados altamente vulnerables.
- **Muy Alto:** Se determinó que el 11.90% de lotes no tienen acceso a ningún servicio básico, son considerados altamente vulnerables.

**Tabla 79.**

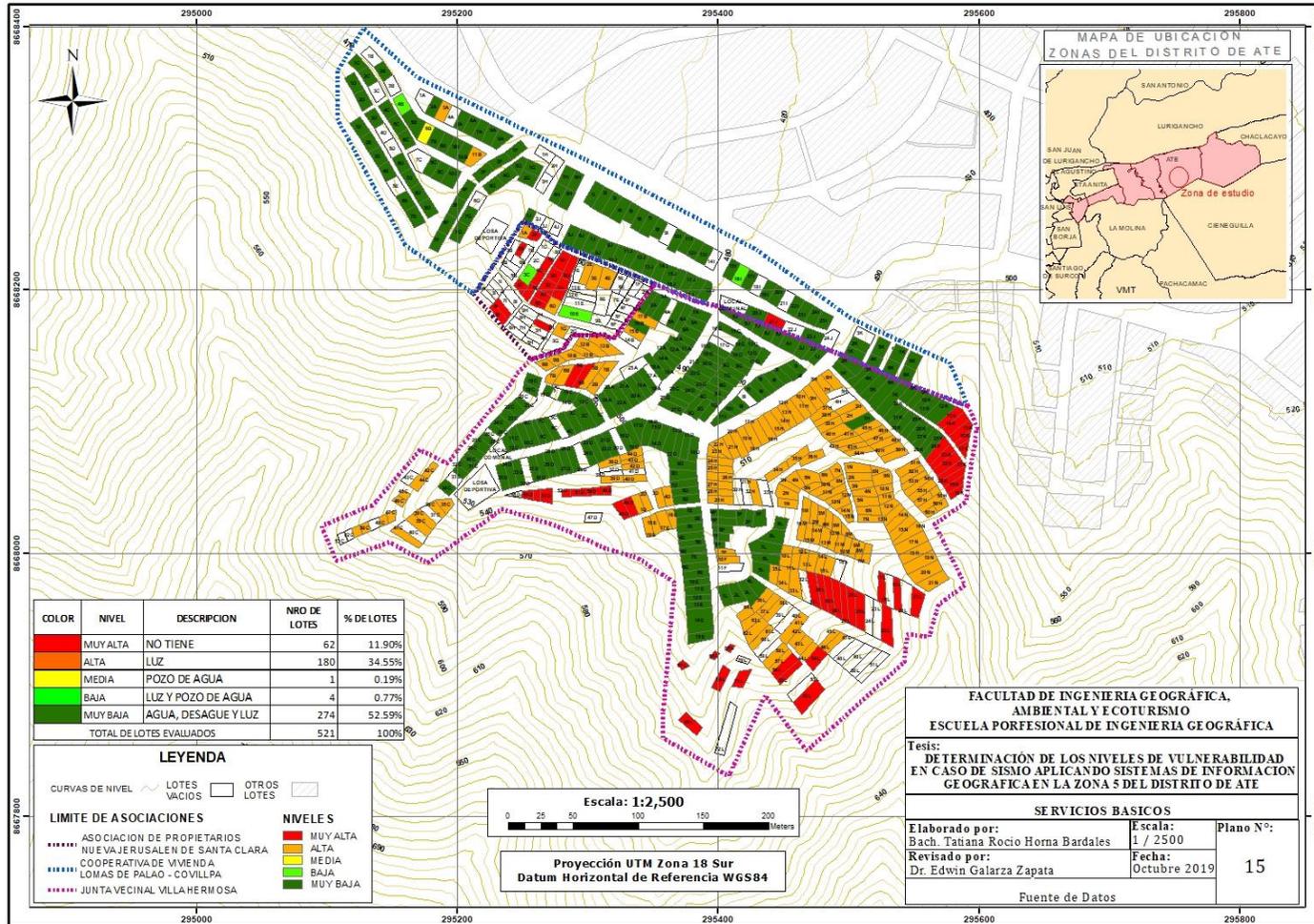
#### *Niveles del Parámetro Servicios Básicos*

Color	Nivel	Descripción	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	no tiene	62	11.90%
	Alta	luz	180	34.55%
	Media	pozo de agua	1	0.19%
	Baja	luz y pozo de agua	4	0.77%
	Muy baja	agua, desagüe y luz	274	52.59%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 108

Niveles del Parámetro Servicios Básicos



Nota. Elaboración Propia

## Nivel de la Fragilidad Social

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 30 a 44 años; el tipo de seguro se halló el seguro privado y con respecto a los servicios básicos disponen de agua, desagüe, luz y/o pozo de agua.

En este nivel se determinó solo 2 lotes son los menos vulnerables, estos lotes pertenecen al 038% del total de lotes evaluados.

- **Medio:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 12 a 17 años o de 45 a 59 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y con respecto a los servicios básicos disponen de luz y pozo de agua.

En este nivel se determinó solo 50 lotes son medianamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 9.60% del total de lotes evaluados.

- **Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 12 a 17 años o de 45 a 59 años y de 6 a 11 años o de 60 a 64 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y SIS y con respecto a los servicios básicos disponen de luz y pozo de agua.

En este nivel se determinó solo 286 lotes son altamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 54.89% del total de lotes evaluados.

- **Muy Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 6 a 11 años o de 60 a 64 años y de 0 a 5 años o mayores de 65 años; el tipo de seguro se halló el seguro de SIS y otro gran grupo no dispone de ningún tipo de seguro, con respecto a los servicios básicos disponen de luz y otro grupo no dispone de servicios básicos.

En este nivel se determinó solo 183 lotes son los más vulnerables, estos lotes pertenecen al 35.12% del total de lotes evaluados.

**Tabla 80.**

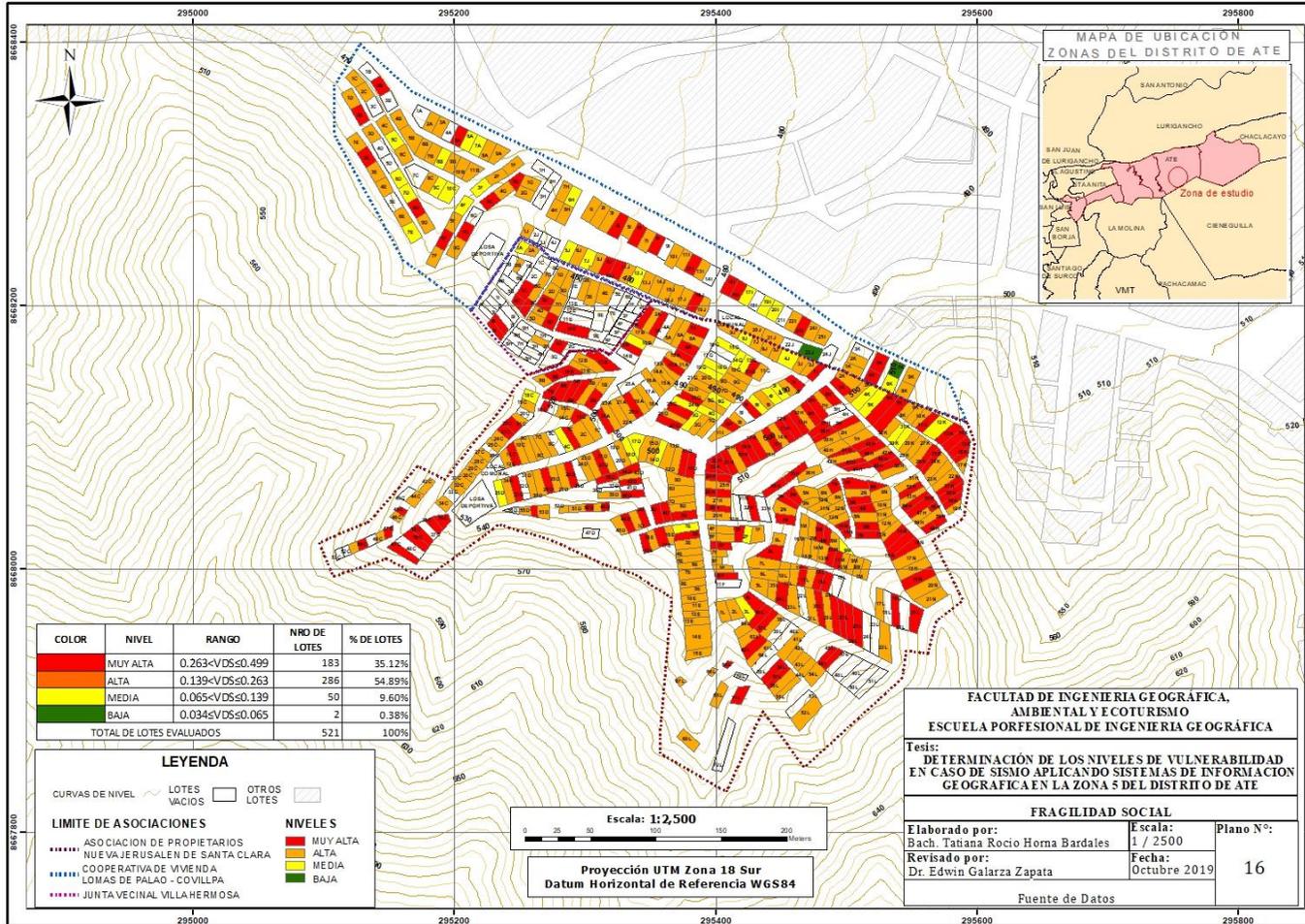
*Niveles de la Fragilidad Social*

Color	Nivel	Rango	Nro. de lotes	% de lotes
	muy alta	$0.263 \leq VDS \leq 0.499$	183	35.12%
	alta	$0.139 < VDS \leq 0.263$	286	54.89%
	media	$0.065 < VDS \leq 0.139$	50	9.60%
	baja	$0.034 \leq VDS \leq 0.065$	2	0.38%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 109

Niveles de la Fragilidad Social



Nota. Elaboración Propia

**Actitud frente al Riesgo Sísmico:**

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 2.5% de lotes, son considerados los menos vulnerables, la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud previsoras de todos sus habitantes, implementan medidas de prevención.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 4.99% de lotes, tienen vulnerabilidad baja, la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud parcialmente previsoras de la mayoría de sus habitantes, asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenirlo.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 18.43% de lotes, son considerados medianamente vulnerables, la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud parcialmente previsoras de la mayoría de sus habitantes, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenirlo.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 42.61% de lotes, son considerados altamente vulnerables, la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud escasamente previsoras de la mayoría de sus habitantes.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 31.48% de lotes, son considerados los más vulnerables, la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de habitantes que lo conforman.

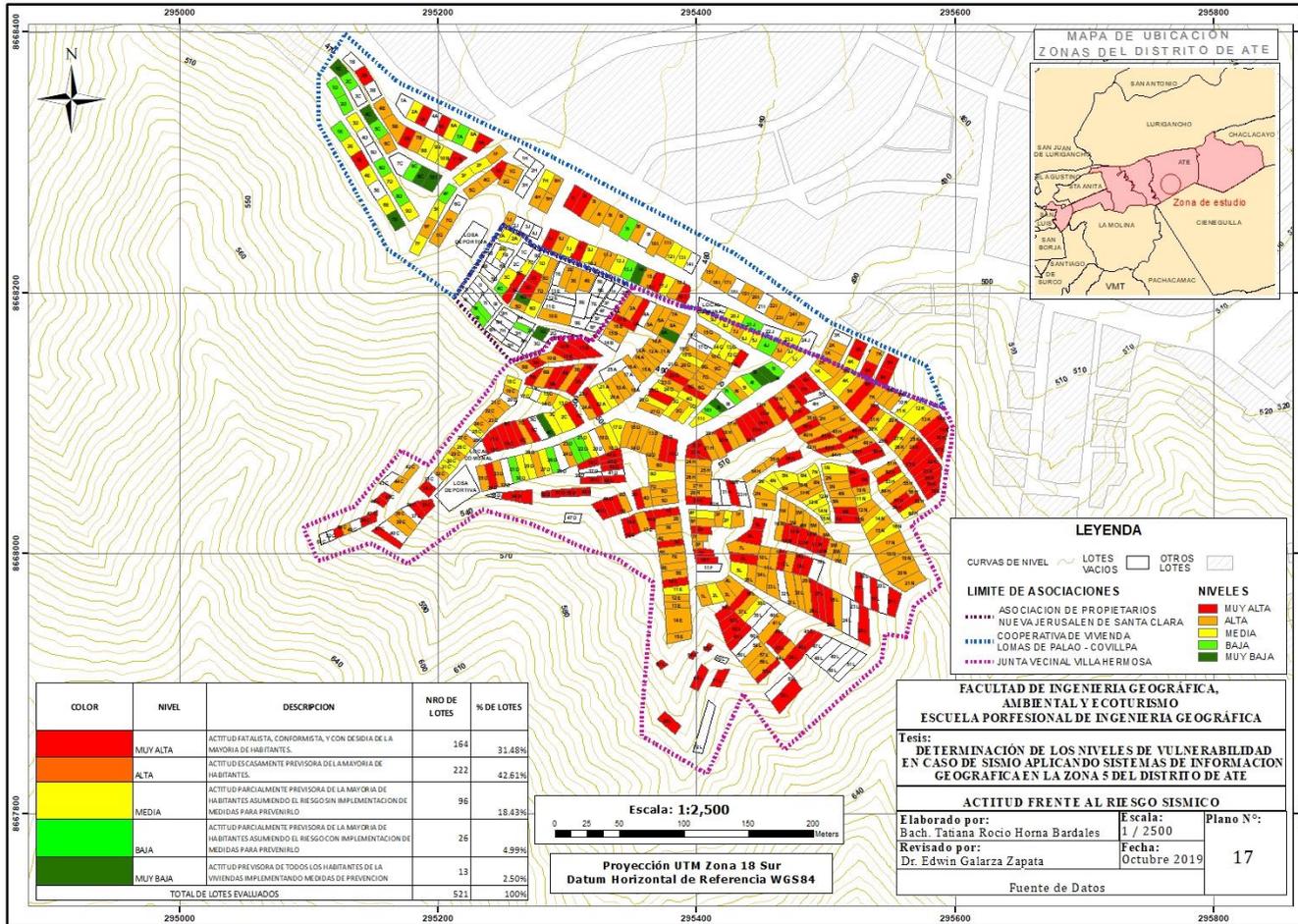
**Tabla 81.***Niveles del parámetro Actitud frente al Riesgo Sísmico*

Color	Nivel	Descripción	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	Actitud fatalista, conformista, y con desidia de la mayoría de habitantes.	164	31.48%
	Alta	Actitud escasamente previsor de la mayoría de habitantes.	222	42.61%
	Media	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	96	18.43%
	Baja	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de habitantes asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenir el riesgo	26	4.99%
	Muy baja	Actitud previsor de todos los habitantes de las viviendas implementando medidas de prevención	13	2.50%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 110

Niveles del parámetro Actitud frente al Riesgo Sísmico



Nota. Elaboración propia

### **Organización Ante Emergencias:**

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Muy Bajo:** En este nivel se determinó que el 2.88% de lotes, son considerados los menos vulnerables, la mayoría de población habitada en cada lote perteneciente a este nivel participan y tienen funciones para la organización ante un evento sísmico.
- **Bajo:** En este nivel se determinó que el 5.18% de lotes, tienen vulnerabilidad baja, la mayoría de población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tienen funciones designadas ante un evento sísmico.
- **Medio:** En este nivel se determinó que el 15.36% de lotes, son medianamente vulnerables, dos o tres integrantes del total de habitantes de cada lote perteneciente a este nivel, participan en simulacros para así poder afrontar la ocurrencia de un evento sísmico.
- **Alta:** En este nivel se determinó que el 33.97% de lotes, son altamente vulnerables, uno de los integrantes del total de habitantes de cada lote perteneciente a este nivel, participan en simulacros para así poder afrontar la ocurrencia de un evento sísmico.
- **Muy Alto:** En este nivel se determinó que el 42.61% de lotes, son los más vulnerables, ya que ninguno de los habitantes de cada lote perteneciente a este nivel, se organiza para afrontar algún evento sísmico.

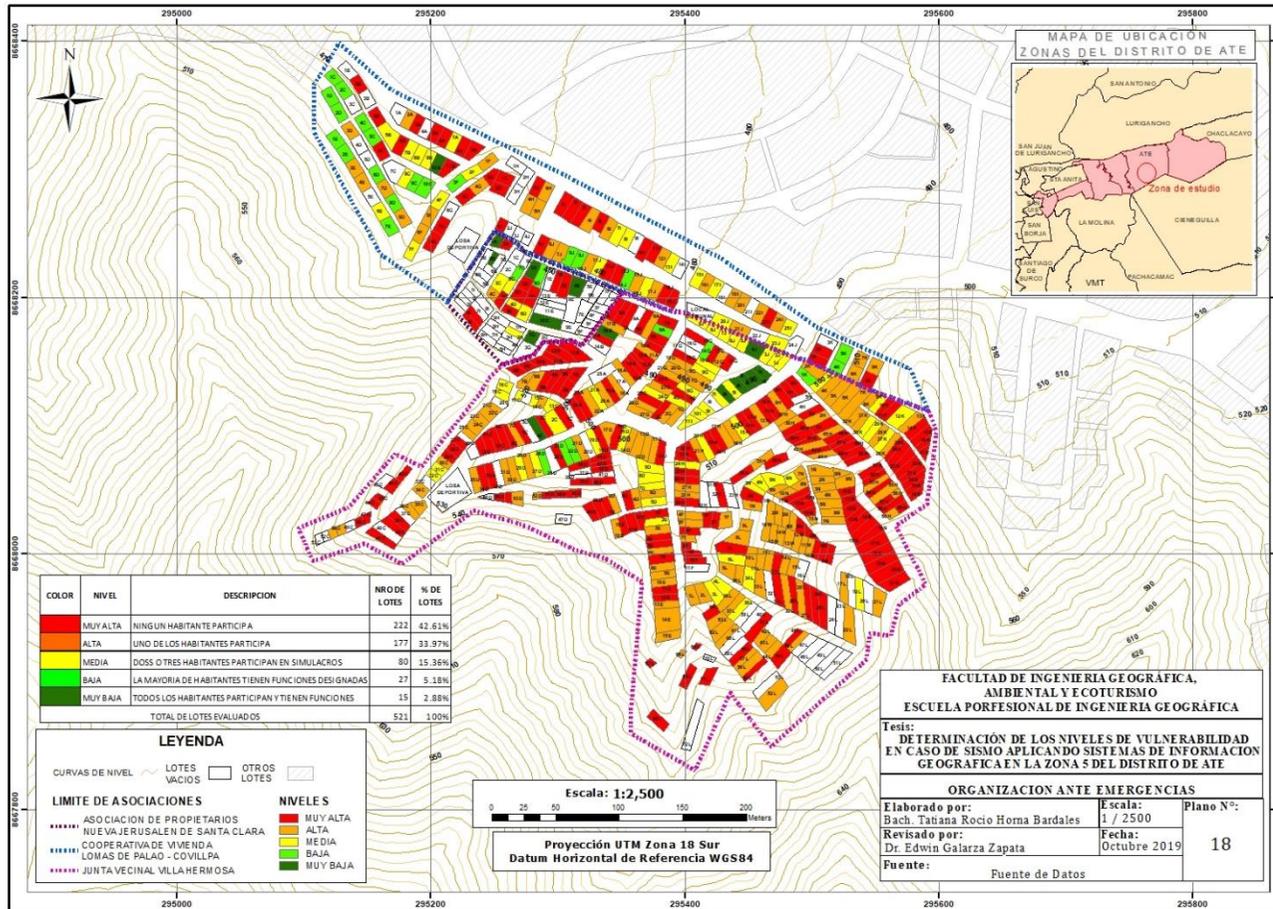
**Tabla 82.***Niveles del parámetro Organización ante emergencias*

Color	Nivel	Descripción	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	Ningún habitante participa	222	42.61%
	Alta	Uno de los habitantes participa	177	33.97%
	Media	Dos o tres habitantes participan en simulacros	80	15.36%
	Baja	La mayoría de habitantes tienen funciones designadas	27	5.18%
	Muy baja	Todos los habitantes participan y tienen funciones	15	2.88%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 111

Niveles del parámetro Organización ante emergencias



Nota. Elaboración propia

## Nivel de la Resiliencia Social

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: los habitantes de la mayoría de los lotes pertenecientes a este nivel tienen actitud previsoras de todos sus habitantes, implementan medidas de prevención o participan y tienen funciones para la organización ante un evento sísmico.

En este nivel se determinó solo 25 lotes son los menos vulnerables, estos lotes pertenecen al 4.8% del total de lotes evaluados.

- **Medio:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud parcialmente previsoras de la mayoría de sus habitantes, asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenirlo o tienen funciones designadas ante la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 113 lotes son medianamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 21.69% del total de lotes evaluados.

- **Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud escasamente previsoras de la mayoría de sus habitantes o participan en simulacros para así poder afrontar la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 332 lotes son altamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 63.72% del total de lotes evaluados.

- **Muy Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de habitantes que lo conforman o se organiza para afrontar algún evento sísmico.

En este nivel se determinó solo 183 lotes son los más vulnerables, estos lotes pertenecen al 35.12% del total de lotes evaluados.

**Tabla 83.**

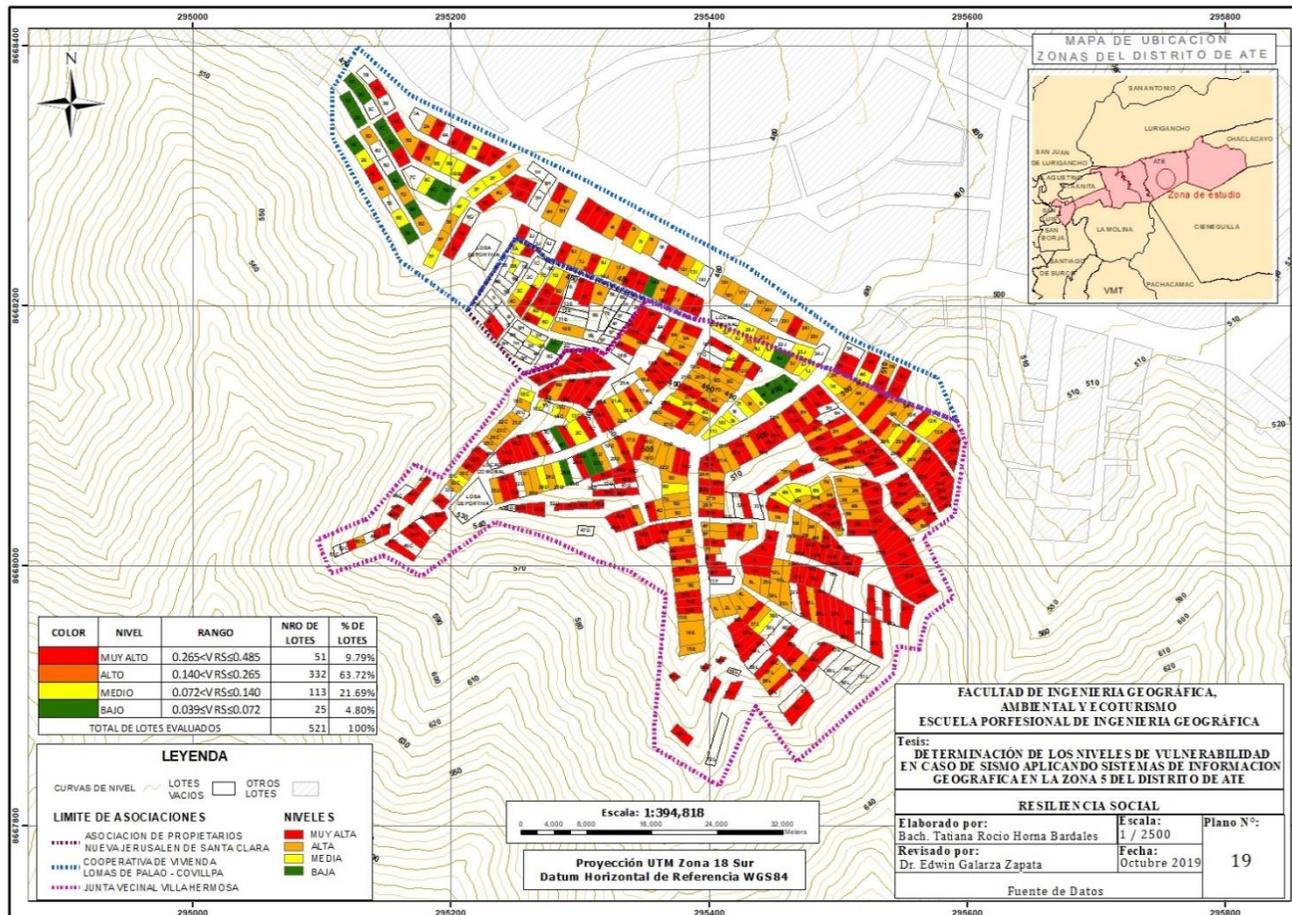
*Niveles del parámetro Resiliencia Social*

Color	Nivel	Rango	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alto	$0.265 \leq VRS \leq 0.485$	51	9.79%
	Alto	$0.140 < VRS \leq 0.265$	332	63.72%
	Medio	$0.072 < VRS \leq 0.140$	113	21.69%
	Bajo	$0.039 \leq VRS \leq 0.072$	25	4.80%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 112

Niveles del parámetro Resiliencia Social



Nota. Elaboración Propia

## Nivel de la Dimensión Social

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 30 a 44 años; el tipo de seguro se halló el seguro privado y con respecto a los servicios básicos disponen de agua, desagüe, luz y/o pozo de agua; los habitantes de la mayoría de los lotes pertenecientes a este nivel tienen actitud previsor de todos sus habitantes, implementan medidas de prevención o participan y tienen funciones para la organización ante un evento sísmico.

En este nivel se determinó solo 1 lote es menos vulnerables, este lote representa el 0.19% del total de lotes evaluados.

- **Medio:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 12 a 17 años o de 45 a 59 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y con respecto a los servicios básicos disponen de luz y pozo de agua; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud parcialmente previsor de la mayoría de sus habitantes, asumiendo el riesgo con implementación de medidas para prevenirlo o tienen funciones designadas ante la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 34 lotes son medianamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 6.53% del total de lotes evaluados.

- **Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características la predominancia del grupo etario es de 12 a 17 años o de 45 a 59 años y de 6 a 11 años o de 60 a 64 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y SIS y con respecto a los servicios básicos

disponen de luz y pozo de agua; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud escasamente previsor de la mayoría de sus habitantes o participan en simulacros para así poder afrontar la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 334 lotes son altamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 44.91% del total de lotes evaluados.

- **Muy Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: la predominancia del grupo etario es de 6 a 11 años o de 60 a 64 años y de 0 a 5 años o mayores de 65 años; el tipo de seguro se halló el seguro de SIS y otro gran grupo no dispone de ningún tipo de seguro, con respecto a los servicios básicos disponen de luz y otro grupo no dispone de servicios básicos; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de habitantes que lo conforman o se organiza para afrontar algún evento sísmico.

En este nivel se determinó solo 252 lotes son los más vulnerables, estos lotes pertenecen al 48.37% del total de lotes evaluados.

**Tabla 84.**

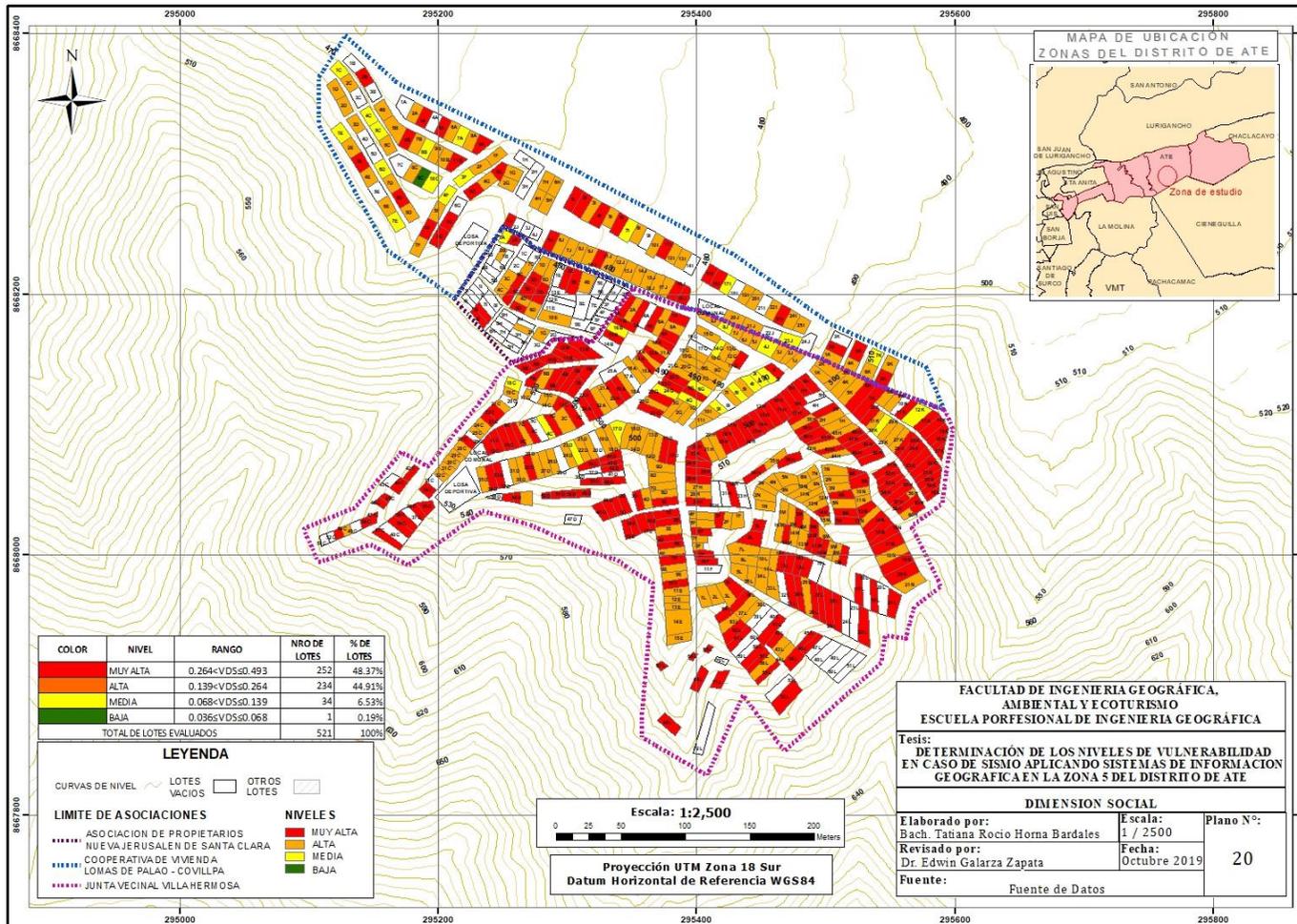
*Niveles de la Dimensión Social*

Color	Nivel	Rango	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	$0.264 \leq VDS \leq 0.493$	252	48.37%
	Alta	$0.139 < VDS \leq 0.264$	234	44.91%
	Media	$0.068 < VDS \leq 0.139$	34	6.53%
	Baja	$0.036 \leq VDS \leq 0.068$	1	0.19%
Total, de lotes evaluados			521	100%

Nota. Elaboración Propia

Figura 113

Niveles de la Dimensión Social



Nota. Elaboración Propia

## Nivel de la Vulnerabilidad

Se siguieron los pasos del Análisis Jerárquico (AHP) incorporando los valores ya obtenidos en el Model Builder creado. A continuación, describiremos los resultados obtenidos mediante este Proceso.

- **Bajo:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: El material predominante de techo es el ladrillo, el estado de conservación es bueno, la antigüedad de construcción fue de 0 a 5 años o de 6 a 10 años; la pendiente del terreno es de 0 a 10% o de 10 a 30%, el número de pisos es de 1 o 2 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o libre de carga, las viviendas están siendo reforzadas o las que han sido reforzadas; la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 30 a 44 años; el tipo de seguro se halló el seguro privado y con respecto a los servicios básicos disponen de agua, desagüe, luz y/o pozo de agua; los habitantes de la mayoría de los lotes pertenecientes a este nivel tienen actitud previsoras de todos sus habitantes, implementan medidas de prevención o participan y tienen funciones para la organización ante un evento sísmico.

En este nivel se determinó solo 2 lotes es menos vulnerables, este lote representa el 0.38% del total de lotes evaluados.

- **Medio:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: El material predominante de techo es la calamina, el estado de conservación es regular o bueno; la antigüedad de construcción fue de 6 a 10 años o de 11 a 15 años; la pendiente del terreno es de 10 a 30% o de 30 a 50%, el número de pisos es de 2 o 3 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron tanques elevados o maderas sueltas, las viviendas están siendo reforzadas o se reforzarán; la predominancia del grupo etario es de 18 a 29 años y de 12 a 17 años o de 45 a 59 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y con respecto a los servicios básicos disponen de luz y pozo de agua; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud parcialmente previsoras de la mayoría de sus habitantes, asumiendo

el riesgo con implementación de medidas para prevenirlo o tienen funciones designadas ante la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 46 lotes son medianamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 8.83% del total de lotes evaluados.

- **Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: El material predominante de pared es el triplay o madera; el material predominante de techo es la calamina o triplay; el estado de conservación es regular o malo; la antigüedad de construcción fue de 11 a 15 años o de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de 30 a 50% o de 50 a 85%, el número de pisos es de 3 o 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o maderas sueltas, las viviendas se reforzarán o posiblemente se reforzará; la predominancia del grupo etario es de 12 a 17 años o de 45 a 59 años y de 6 a 11 años o de 60 a 64 años; el tipo de seguro se halló el seguro de ESSALUD y SIS y con respecto a los servicios básicos disponen de luz y pozo de agua; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud escasamente previsoras de la mayoría de sus habitantes o participan en simulacros para así poder afrontar la ocurrencia de un evento sísmico.

En este nivel se determinó 386 lotes son altamente vulnerables, estos lotes pertenecen al 74.09% del total de lotes evaluados.

- **Muy Alto:** En este nivel por mayoría se determinó las siguientes características: El material predominante de pared es el triplay o estera; el material predominante de techo es de estera o triplay; el estado de conservación es malo; la antigüedad de construcción fue de 16 a 20 años; la pendiente del terreno es de 50 a 85% o mayor a 85%, el número de pisos es de 4 pisos; sus cargas vivas en el techo fueron objetos pesados o materiales de construcción, las viviendas posiblemente se reforzará y no se desean reforzar las viviendas; la predominancia

del grupo etario es de 6 a 11 años o de 60 a 64 años y de 0 a 5 años o mayores de 65 años; el tipo de seguro se halló el seguro de SIS y otro gran grupo no dispone de ningún tipo de seguro, con respecto a los servicios básicos disponen de luz y otro grupo no dispone de servicios básicos; la población habitada en cada lote perteneciente a este nivel tiene actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de habitantes que lo conforman o se organiza para afrontar algún evento sísmico.

En este nivel se determinó 87 lotes son los más vulnerables, estos lotes pertenecen al 16.70% del total de lotes evaluados.

**Tabla 85.**

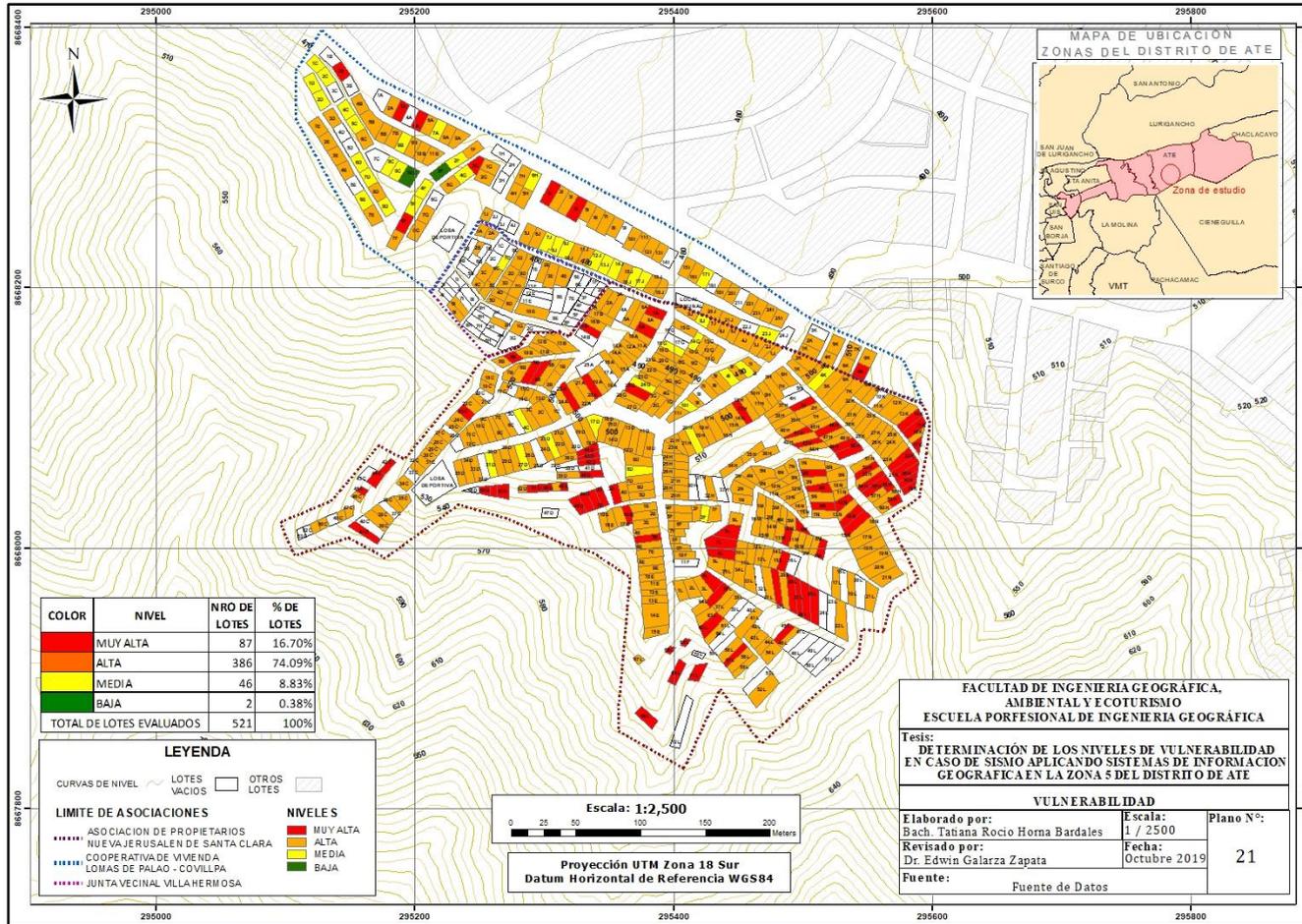
*Niveles de la Vulnerabilidad*

Color	Nivel	Nro. de lotes	% de lotes
	Muy alta	87	16.70%
	Alta	386	74.09%
	Media	46	8.83%
	Baja	2	0.38%
Total, de lotes evaluados		521	100%

Nota. Elaboración Propia

**Figura 114**

*Niveles de la Vulnerabilidad*



Nota. Elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Tesis “Criterio metodológico aplicando sistema de información geográfica para la determinar el nivel de vulnerabilidad ante sismo de gran magnitud en San Juan de Lurigancho”, realizado por Catherine Frescia Campos Martínez -2018.

Con respecto en la evaluación de la Vulnerabilidad se emplearon las dimensiones físicas y sociales al igual que la presente tesis.

A diferencia de la presente tesis se quitó algunos parámetros, ya que para determinar las variables independientes se hizo una encuesta previa a la zona de estudio, de allí salieron los parámetros a evaluar como material predominante de pared, techo, estado de conservación, número de pisos, pendiente del terreno, cargas vivas en el techo y estado de conservación, grupo etario, tipo de seguro, servicios básicos, actitud frente al riesgo sísmico y organización ante emergencias; a su vez estos parámetros contienen 5 descriptores evaluados estratégicamente previo revisión de la encuesta.

La presente tesis y la tesis mencionada se empleó la misma metodología del “Proceso del Análisis Jerárquico” igual que CENEPRED en el año 2015, utilizando además 5 descriptores por cada parámetro para así dar como resultado final 4 niveles de vulnerabilidad que fueron “Muy alta, Alta, Medio y Bajo).

La metodología aplicada en ambas tesis fueron las mismas pero la diferencia fue que la tesis mencionada realizó la metodología a nivel de manzanas y la presente tesis se realizó a nivel de lote.

- Tesis “Aplicación de Tecnologías de Información Geográfica para la estimación del Riesgo en Villa María del Triunfo”, realizado por Angela Lizeth Álvarez Ramirez-2018. Esta tesis se basó en el análisis del peligro, vulnerabilidad. Con respecto a la vulnerabilidad también se empleó al igual que la presente tesis la “Metodología del

Análisis Jerárquico”, la cual nos ayuda a asignar los niveles correspondientes a la vulnerabilidad.

En el aspecto de vulnerabilidad de la presente tesis se usó más variables para su determinación, adicionamos en la dimensión física número de pisos, pendiente, cargas vivas y para la dimensión social adicionamos el tipo de seguro, servicios básicos, actitud y organización de la población, para un mejor análisis de la vulnerabilidad.

La presente tesis fue a nivel de lotes, en forma individual para así tener datos más exactos sin necesidad de generalizar o interpolar resultados de vulnerabilidad, a diferencia de la tesis a mención que fue a nivel de manzana debido a la zona de estudio fue mucho más amplia que la zona de estudio de la presente tesis.

Se utilizo las herramientas del sistema de información geográfica, al igual que la presente tesis para determinar los niveles de vulnerabilidad, fue un medio de geoprocésamiento para llegar a la conclusión final y a su vez representarlo a nivel de planos por cada Factor y parámetro.

- Tesis “Evaluación de la Vulnerabilidad Social con indicadores Censales – Aplicación del área metropolitana de Lima y Callao”, realizado por Brenda Diana Quiroz Villanueva -2018. A diferencia de la presente tesis, esta tesis se basó en el análisis de la vulnerabilidad, con indicadores censales.

Se utilizo de igual manera que la presente tesis la “Metodología del Análisis Jerárquico” para la ponderación de las variables utilizadas. La diferencia con respecto a la metodología empleada de la presente tesis es que fue a nivel de lotes, es decir, en forma individual para así obtener datos más exactos los resultados de vulnerabilidad, y la tesis a mención que fue a nivel de manzana ya que se estudió de manera general en toda el área metropolitana de Lima y Callao, basándose de datos censales.

Se utilizó las herramientas del sistema de información geográfica, al igual que la presente tesis para determinar los niveles de vulnerabilidad, fue un medio de geoprocésamiento para llegar a la conclusión final y a su vez representarlo a nivel de planos.

- Tesis “Escenarios de riesgo y lluvias intensas en el área urbana de Chosica”, realizado por Angel Ademir Cuya Crispin - 2019. Su objetivo principal es la identificación de peligros y evaluación de vulnerabilidad, generados por intensas lluvias, tomando en cuenta solo su dimensión física, cuando analiza la resiliencia social, es para llevar a cabo la identificación de peligro, por ende, su primer análisis es sobre vulnerabilidad aplicando la evaluación de la dimensión física y su segundo análisis es la identificación de peligros evaluando la resiliencia social.

Cabe mencionar que en la presente tesis se tomaron en cuenta en mismo valor de importancia la dimensión física y la dimensión social, ya que evaluamos la fragilidad y resiliencia física y social, ambas son importantes para hallar los niveles de vulnerabilidad sísmica, ninguna es más importante que la otra, a diferencia de la tesis mencionada que se enfoca principalmente a la fragilidad física como, por ejemplo: estado de conservación, material de construcción, número de pisos, etc. Esto solo para el análisis de la vulnerabilidad. Y para la determinación de peligro se analizó la resiliencia social, tomando en cuenta la encuesta tomada en campo, calculando valores con la metodología del Análisis Jerárquico “AHP” al igual q la presente tesis. Se analizó la resiliencia social, y la fragilidad física de manera individual para así hallar el peligro y el nivel de vulnerabilidad respectivamente.

En la tesis mencionada el resultado del análisis de vulnerabilidad fue a base de la fragilidad física, a diferencia de la presente tesis que fue a base de la fragilidad física,

resiliencia física, fragilidad social y resiliencia social, la unión de todos estos factores hizo posible hallar los niveles de vulnerabilidad sísmica.

- Tesis “Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, realizado por Johan Edgar Laucata Luna – 2013. En este estudio, se enfocó al análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales de albañilería en la ciudad de Trujillo, para así dar posibles soluciones para la disminución de la vulnerabilidad, mitigando el riesgo sísmico.

La Metodología de la tesis mencionada se basó en el análisis de la vulnerabilidad estructural primordialmente y no estructural, enfocándose en la construcción de las viviendas, y ubicación de las viviendas. La metodología usada

Los parámetros empleados para evaluar la vulnerabilidad sísmica fueron en la estructural: densidad, mano de obra y materiales. En la no estructural fue tabiquería y parapetos. El valor de importancia usado en la vulnerabilidad estructural fue del 90% y en la no estructural fue del 10% esta metodología aplicada es simple a base del criterio lógico del autor un tanto parecido a la metodología de la presente tesis, que fue poner pesos ponderados según el valor de importancia asignado según mi persona; a diferencia a la tesis en mención fue evocada a la rama de ingeniería civil enfocándose a la construcción y ubicación de la vivienda, la presente tesis buscó enfocar a un análisis más amplio tomando en consideración la edificación, ubicación y a la población en sí, además de ello se utilizó los sistemas de información geográfica para hacer más detallado el análisis de la vulnerabilidad junto a sus niveles.

En ambas tesis hacen un completo estudio de la vulnerabilidad.

- Tesis “Análisis espacial multicriterio para la determinación de zonas de expansión urbana de acuerdo a la integración de componentes territoriales en el cantón Latacunga”

realizado por David Esteban Carrillo Rueda – 2020, se utilizó 3 diferentes metodologías para la evaluación y ponderación, el método del Análisis jerárquico de Thomas Saaty, método Rank Order y método Pairwise Comparison, y en la presente tesis solo se utilizó el método del Análisis Jerárquico, el método Rank Order , método Pairwise, y método del análisis jerárquico son muy parecidos se pudo haber utilizado un mismo método para evaluar cada componente, fue innecesario vincular esos métodos, llevando al mismo resultado usando cualquiera de los métodos.

Con respecto al software se utilizo el woftware libre ILWIS, el Qgis y el Arcgis, estos también son idénticos se pudo utilizar cualquiera de esos 3 sotfware sin ningún problema llevando a obtener el mismo resultado. En la presente tesis se desarrollo con el software Arcgis pudiendo realizar las mismas funciones realizadas en la tesis en mención tanto digitalización, edición, geoprocésamiento, análisis, representación de geodatos y elaboración de mapas.

## VI. CONCLUSIONES

- Se caracterizó las condiciones urbanas a nivel estructural y no estructural; siendo las condiciones: Material predominante de pared, material predominante de techo, estado de conservación, número de pisos, pendiente del terreno, cargas vivas en el techo, antigüedad de construcción de las viviendas, reforzamiento de viviendas, grupo etario, tipo de seguro, servicios básicos, actitud frente al riesgo sísmico, y organización ante emergencias. Se clasificó de esta manera para así poder evaluar de forma ordenada los factores que intervienen en la vulnerabilidad de cada asentamiento humano.
- Se determinó los niveles de dimensión Física ante un sismo de gran magnitud en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa ubicados en el sector 5 del distrito de Ate, aplicando los Sistemas de Información Geográfica presentando así el nivel de vulnerabilidad según su dimensión física como “**NIVEL ALTO**”, siendo 335 lotes en total, representando el 64.30% del total de lotes evaluados.
- Se determinó los niveles de dimensión Social ante un sismo de gran magnitud en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa; ubicados en el sector 5 del distrito de Ate; aplicando los Sistemas de Información Geográfica. Presentando así su nivel de vulnerabilidad según dimensión social como “**NIVEL ALTO**” con un total de 286 lotes, representando el 54.89% del total de lotes evaluados.

De esta manera se determinó como conclusión general los niveles de vulnerabilidad mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica en caso ocurriera un evento sísmico de origen natural; en la Asociación de propietarios Nueva Jerusalén de Santa Clara, la Cooperación de Viviendas Lomas de Palao y en la Junta de Vecinos Villa Hermosa

ubicados en el sector 5 del distrito de Ate, presentando así un nivel de vulnerabilidad **ALTO** con el 74.09% de la población del sector involucrada.

## VII. RECOMENDACIONES

Para reducir la vulnerabilidad en los sectores más críticos se recomienda lo siguiente:

- Empezar a hacer un reforzamiento en las construcciones de las viviendas, sobre todo en las viviendas con las de 10 años de antigüedad.
- Construir muros de contención y anclajes en la parte alta de la zona.
- Construcción de escaleras con descansos y barandas más estables.
- Tener buena señalización de zonas seguras y evacuación la hora que ocurriera el sismo.
- Construir un Albergue temporal.
- Se recomienda desquinche de laderas inestables con bloques rocosos sueltos.
- Organizar y capacitar a la población sobre las consecuencias que podría llevar a cabo un sismo de gran magnitud, para así prepararlos ante posibles peligros sobre todo a las viviendas con niveles de vulnerabilidad altas y muy altas.
- Replicar el presente estudio, a otros sectores del distrito, para así promover el desarrollo, y minimizar pérdidas humanas y daños materiales en caso ocurriera un sismo de gran magnitud.
- Al ser facilitado este estudio a la municipalidad correspondiente, se podrá crear un plan de contingencia para minimizar daños y pérdidas materiales o humanas advirtiéndole a la población sobre los peligros que puede ocasionar un sismo de gran magnitud, así mismo se podrá crear programas y capacitaciones a la población para que no sigan construyendo sus viviendas en zonas no adecuadas,

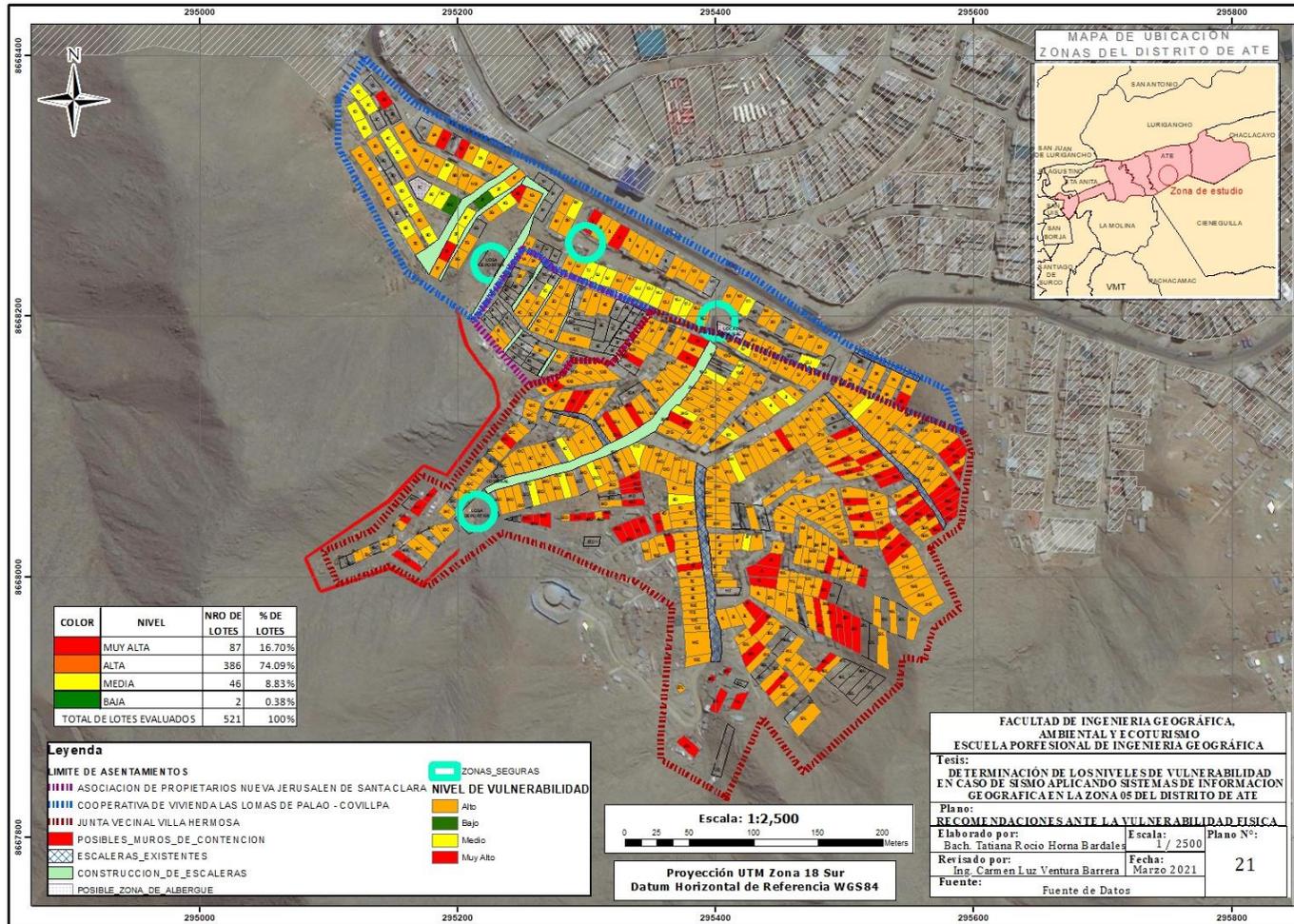
de esta manera se implementaría en el área de Gestión de Riesgo de desastres de la municipalidad de Ate, el uso de los sistemas de información geográfica para la determinación de niveles de vulnerabilidad, mediante el proceso del análisis jerárquico (AHP).

Para que la municipalidad distrital de Ate pueda minimizar el riesgo en este sector se tendría que necesitar lo siguiente:

- 1 ingeniero Geógrafo especialista en GRD.
- 1 profesional que se encargue de la elaboración de planos.
- 1 ingeniero civil para capacitar a la población en cómo construir y reforzar sus viviendas.
- Personal encargado de programar las capacitaciones y simulacros de sismo.
- Personal encargado del desquinche de laderas inestables con bloques rocosos sueltos y de la construcción de muros de contención y anclajes en la parte alta de la zona.
- Personal de campo para la actualización de datos recomendado cada 6 meses.
- Camioneta 4x4 para movilizarse y subir los cerros del sector.
- Cámara Digital para la actualización de datos.
- Laptop Hp Core i7 para el geoprocesamiento de información.
- Plóter para la impresión de planos.
- Hojas A4 para la elaboración del expediente técnico
- Hojas A3 para la impresión de planos de niveles de vulnerabilidad por cada parámetro.

Figura 115

Recomendaciones ante la vulnerabilidad física



Nota. Elaboración Propia

## VIII. REFERENCIAS

- Álvarez, L (2018). Aplicación de Tecnologías de Información Geográfica para la Estimación del Riesgo en Villa María del Triunfo. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2489>
- 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. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2490>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2017). Manual para la evaluación del riesgo por sismos. Lima – Perú. 106pp. [http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
- Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres- universidad nacional de ingeniería, CISMID - UNI (2014). Informe microzonificación sísmica del distrito de Ate. Lima-Perú. 31pp. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/INFORME%20ATE.pdf>
- Cuya, A. (2017). Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica. Repositorio IGP. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/3059>

Daniel S. Behar Rivero, (2008). Metodología de la Investigación. Introducción a la Metodología de la Investigación, Cuba: Editorial Shalom.

<http://187.191.86.244/rceis/wp-content/uploads/2015/07/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n-DANIEL-S.-BEHAR-RIVERO.pdf>

Esther Maya, (2014). Métodos y Técnicas de Investigación – Universidad Nacional Autónoma de México, México: Coordinación editorial Gabriel Konzevik.

[http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos_y_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Gálvez, C. (2019). SIG para Reducción del riesgo de desastres por Sismos en viviendas: Centros Poblados distrito de Chivay-Arequipa. Repositorio Institucional UNFV.  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3115>

Gutiérrez, V. (2018). Nivel de Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Departamento de Lima. Repositorio Institucional UNFV.  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3204>.

Instituto Geológico y Minero de España (2010). Sistemas de Información Geográfica (SIG) – Técnicas básicas para estudios de biodiversidad – Madrid – España. 58pp.  
<https://geoinnova.org/wp-content/uploads/2018/08/Sistemas-de-Informaci%C3%B3n-Geogr%C3%A1fica-SIG-T%C3%A9cnicas-b%C3%A1sicas-para-estudios-de-biodiversidad.pdf>

Laucata, J. (2013). Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Repositorio de la Universidad Pontificia Católica del Perú.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>

Municipalidad de Ate. Plan de desarrollo Local concertado 2015 – 2021. Lima – Perú.

[https://www.muniate.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/PLANDESARROLLOLOCALCONCERTADO2017-2021\\_ATE\\_compressed.pdf](https://www.muniate.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/PLANDESARROLLOLOCALCONCERTADO2017-2021_ATE_compressed.pdf)

Ochoa, A. (2012). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la Determinación de escenarios de Riesgo en el Balneario de Pucusana. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16295>

Olaya, V. (2011). Sistemas de Información Geográfica. Versión 1.0 - Lima – Perú. 911pp.  
[https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)

Quiroz, B. (2018). Evaluación de la Vulnerabilidad Social con Indicadores Censales – Aplicación al área metropolitana de Lima y Callao. Repositorio Institucional UNFV.  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2259>

## IX. ANEXOS

### Anexo A: Encuesta para la información de vulnerabilidad - Dimensión Física

FICHA: DIMENSION FISICA				
<b>UBICACIÓN DEL PREDIO</b>				
ASOCIACION:		CALLE	MZ	
			LOTE	
<b>FRAGILIDAD FISICA</b>				
<b>MATERIAL PREDOMINANTE DE PARED</b>				
ESTERA	TRIPLAY	MADERA	ADOBE	
LADRILLO	OTROS (SI ES ASI ESPECIFIQUE)			
<b>MATERIAL PREDOMINANTE DE TECHOS</b>				
ESTERA	TRIPLAY	CALAMINA	MADERA	
LADRILLO	OTROS (SI ES ASI ESPECIFIQUE)			
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>				
MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	
MUY MALO				
<b>ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCION</b>				
0-5 AÑOS	5-10 AÑOS	10-15 AÑOS	15-20 AÑOS	
20 - A MAS AÑOS				
<b>NUMERO DE PISOS</b>				
1 PISO	2 PISOS	3 PISOS	4 PISOS	
5 A MAS PISOS				
<b>CARGAS VIVAS EN EL TECHO</b>				
LIBRE DE CARGA	TANQUES	MADERAS	OBJ PESADOS	
<b>ESTADO DE CONSTRUCCION</b>				
SIN CONSTRUIR	INCONCLUSA	TERMINADO	EN RUINAS	
EN CONSTRUCCION				
<b>RESILENCIA FISICA</b>				
<b>REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS</b>				
HA SIDO REFORZADA		ESTA SIENDO REFORZADA	SE REFORZARÁ	
POSIBLEMENTE SE REFORZARÁ		NO REQUIERE REFORZAR		

Nota. Elaboración Propia

## Anexo B: Encuesta para la información de Vulnerabilidad - Dimensión socioeconómica

FICHA : DIMENSION SOCIOECONOMICA			
<b>UBICACIÓN DEL PREDIO</b>			
<b>ASOCIACION:</b>		<b>MZ</b>	
<b>TOTAL DE HABITANTES:</b>	<b>CALLE</b>	<b>LOTE</b>	
FRAGILIDAD SOCIOECONOMICA			
<b>SOCIAL</b>			
<b>GRUPO ETARIO</b>		<b>TIPO DE SEGURO</b>	
DE 0 - 5 AÑOS Y MAYOR DE 65 AÑOS		NO TIENE	
DE 6 - 11 AÑOS Y DE 60 - 64		SIS	
DE 12 A 17 AÑOS Y 45 A 59 AÑOS		ESSSALUD	
DE 17 A 29 AÑOS		FFAA - PNP	
DE 30 A 44 AÑOS		SEGURO PRIVADO Y/U OTRO	
<b>ECONOMICA</b>			
<b>SERVICIOS BASICOS</b>			
NO TIENE			
LUZ			
POZO DE AGUA			
LUZ Y POZO DE AGUA			
AGUA, SEDAGUE Y LUZ			
RESILENCIA SOCIOECONOMICA			
<b>CULTURAL</b>			
<b>ACTITUD FRENTE AL RIESGO POR SISMO</b>			<b>MARCAR CON (X)</b>
ACTITUD FATALISTA, CONFORMISTA Y CON DESIDIA DE LA MAYORIA DE HABITANTES DE LA VIVIENDA			
ACTITUD ESCASAMENTE PREVISORA DE LA MAYORIA DE LOS HABITANTES DE LA VIVIENDA			
ACTITUD PARCIALMENTE PREVISORA DE LA MAYORIA DE HABITANTES ASUMIENDO EL RIESGO, SIN IMPLEMENTACION DE MEDIDAS PARA PREVENIR EL RIESGO			
ACTITUD PARCIALMENTE PREVISORA DE LA MAYORIA DE HABITANTES ASUMIENDO EL RIESGO E IMPLEMENTANDO ESCASAS MEDIDAS PARA PREVENIR EL RIESGO			
ACTITUD PREVISORA DE TODOS LOS HABITANTES DE LA VIVIENDA, IMPLEMENTANDO DIVERSAS MEDIDAS PARA PREVENIR EL RIESGO			
<b>ORGANIZACIÓN ANTE EMERGENCIAS</b>			<b>MARCAR CON (X)</b>
EN CASA NADIE PARTICIPA			
UNO DE LOS HABITANTES PARTICIPA			
DOS O TRES HAB. PARTICIPAN EN SIMULACROS HECHOS EN LA COMUNIDAD O EN OTROS LUGARES			
LA MAYORIA DE HAB. TIENEN FUNCIONES DESIGNADAS EN CASO DE EMERGENCIA			
TODOS LOS HAB. PARTICIPAN Y TIENEN FUNCIONES ANTE EMERGENCIAS DENTRO DEL HOGAR Y COMUNIDAD			

Nota. Elaboración Propia

## Anexo C: Panel Fotográfico

### Figura 116

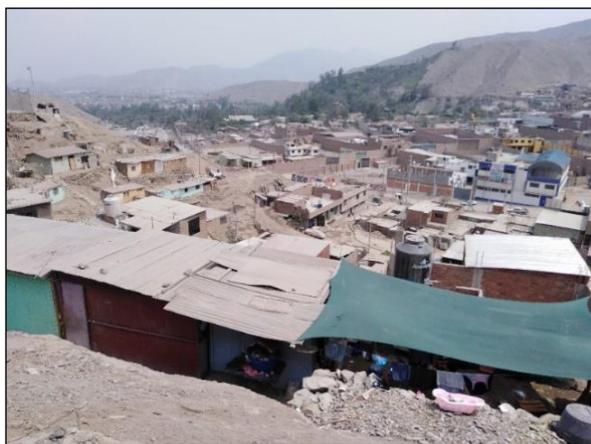
*Ejemplo de Material Predominante de Pared tipo “Ladrillo”*



Nota. Fotografía de una vivienda con material predominante de Pared de tipo “Ladrillo”, material predominante de techo de tipo “Ladrillo”, con estado de conservación “regular”, ubicado en una pendiente de terreno de 0 a 10%, la vivienda cuenta con 2 pisos, con libre de cargas vivas en el techo. Elaboración Propia

### Figura 117

*Ejemplo de Material Predominante de Pared tipo “Ladrillo”*



Nota. Fotografía de viviendas con material predominante de Pared de tipo “madera”, material predominante de techo de tipo “Calamina”, con estado de conservación “muy malo”, ubicado en una pendiente de terreno de 40 a 70%, la vivienda cuenta con 1 piso, con libre de cargas vivas en el techo. Elaboración Propia

**Figura 118**

*Edificio con material predominante de Pared de tipo “Ladrillo”*



Nota. Fotografía de una vivienda con material predominante de Pared de tipo “Ladrillo”, material predominante de techo de tipo “Ladrillo”, con estado de conservación “bueno”, ubicado en una pendiente de terreno de 0 a 10%, la vivienda cuenta con 5 pisos, con libre de cargas vivas en el techo. Elaboración Propia

**Figura 119**

*Vivienda en abandono*



Nota. Elaboración Propia

***Figura 120***

*Viviendas en parte alta del cerro*



Nota. fotografía de viviendas ubicadas en la parte alta del cerro, con una pendiente de 70% a más. Elaboración Propia

**Figura 121**

*Ejemplo de viviendas con material predominante de Pared de tipo “estera” y “calamina”*



Nota. Fotografía de viviendas con estado de conservación “muy malo”, ubicado en una pendiente de terreno mayor a 70%, la vivienda cuenta con 1 piso, con libre de cargas vivas en el techo. Elaboración Propia

**Figura 122**

*Ejemplo de viviendas con material predominante de Pared de tipo “madera” y “calamina”*



Nota. Fotografía de viviendas con con estado de conservación “muy malo”, ubicado en una pendiente de terreno mayor a 70%, la vivienda cuenta con 1 piso, con libre de cargas vivas en el techo. Elaboración Propia

**Figura 123**

*Realizando encuestas*



Nota. Elaboración propia