



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA
ESTIMACIÓN DEL RIESGO EN VILLA MARÍA DEL TRIUNFO”**

TESIS PARA OPTAR

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO

AUTOR

LIZETH ANGELA ALVAREZ RAMIREZ

ASESOR

CARMEN LUZ VENTURA BARRERA

JURADO

DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO

DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME

MAG. GOMÉZ ESCRIBA BENIGNO PAULO

MAG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA

LIMA- PERÚ

2018

Dedico este trabajo a Dios, el cual es la fuente de mi inspiración y siempre me brinda su fortaleza cada vez que la necesito, y a mis padres que son mis personas favoritas y mis incondicionales, ya que ellos son mi motor y mi motivo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y su fortaleza para alcanzar mis metas.

A mi querida Universidad Nacional Federico Villarreal, por haberme acogido durante cinco largos años, y haberme llenado de conocimientos técnicos y teóricos en el marco de la Ingeniería Geográfica.

A la municipalidad de Villa María del Triunfo, por haberme facilitado la información requerida, para el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora, Mg. Carmen Luz Ventura Barrera, por su darme su apoyo, tiempo, conocimientos y recomendaciones en el desarrollo de mi tema de investigación.

A los docentes informantes de mi tesis: Dr. Edwin Jaime Galarza Zapata, Dr. Noé Sabino Zamora Talaverano, Mg. Benigno Paulo Gómez Escriba y la Mg. Rogelia Guillen León, por sus observaciones y recomendaciones.

A mis queridos padres por haberme brindado su apoyo en todo el desarrollo de mi tema de investigación y salidas de campo.

A mis queridos hermanos, por darme todo su apoyo y ánimos para alcanzar esta meta.

A mis queridos amigos Julio Cruz Fernández, Catherine Campos Martínez, Martin Ortiz Huamani, Marco Moreno Tapia y Franklin Hidalgo Torrejón, por su apoyo incondicional y desinteresado en el trascurso de esta investigación, además de recomendaciones y críticas constructivas sobre mi tema de investigación. Y a todos mis amigos y familiares que siempre me brindaron su apoyo y buenos deseos.

INDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 Antecedentes del estudio	16
1.1.1 Antecedentes sísmicos	16
1.1.2 Estudios previos	18
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Formulación del problema	22
1.3.1 Problemas Generales	22
1.3.2 Problemas Específicos	22
1.4 Objetivos de la investigación	22
1.4.1 Objetivos generales	22
1.4.2 Objetivos específicos	22
1.5. Hipótesis	23
1.5.1 Hipótesis general	23
1.5.2 Hipótesis específica	23
1.6 Variables	23
1.7 Justificación del estudio	26
1.8 Importancia del estudio	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	30
2.1 Base Teórica	30
2.1.1. La Gestión del Riesgo de desastres	30
2.1.2. Peligro	32
2.1.3. Vulnerabilidad	35
2.1.4. Riesgo	40
2.1.5. Tecnologías de información geográfica	41

2.2 Base Legal	44
2.3. Glosario de términos	44
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1 Materiales e instrumentos	49
3.1.1 Materiales	49
3.1.2 Instrumentos	50
3.2 Métodos y Procedimiento	50
3.2.1 Método	53
3.2.2 Tipo y nivel de investigación	54
3.2.2.1 Tipos de Investigación	54
3.2.2.2 Nivel de investigación	56
3.2.3 Metodología del “Proceso de Análisis Jerárquico” – AHP	56
3.3 Procedimiento	65
3.3.1 Descripción del ámbito de la investigación	65
3.3.1.1 Caracterización del peligro	69
3.3.1.2 Análisis de la vulnerabilidad	72
3.3.2 Recopilación de la información primaria	74
3.3.2.1 Instrumentos para la recolección de datos	74
3.3.3 Consolidación y construcción de la información geoespacial	77
3.3.3.1 Base grafica	78
3.3.3.2 Peligro	80
3.3.3.3 Vulnerabilidad	94
3.3.4 Procedimiento geoespacial	108
3.3.4.1 Modelo conceptual	109
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	116
4.1 Identificación y Determinación del Peligro	116
4.1.1 Susceptibilidad del territorio	116
4.1.2 Parámetros de Evaluación	122
4.1.3 Ponderación de los parámetros del peligro	123

4.1.4 Definición de escenario	125
4.1.5 Niveles de peligro	125
4.1.6 Estratificación del Peligro	126
4.1.7 Resultados del Peligro	126
4.2 Análisis y determinación de la Vulnerabilidad	130
4.2.1 Análisis de la dimensión física	130
4.2.2 Análisis de la dimensión social	133
4.2.3 Ponderación de los parámetros de la vulnerabilidad	137
4.2.4 Niveles de Vulnerabilidad	139
4.2.5 Estratificación de la Vulnerabilidad	139
4.2.6 Resultados de la Vulnerabilidad	140
4.3 Calculo del Riesgo	145
4.3.1 Matriz de riesgo	145
4.3.2 Niveles del riesgo	146
4.3.3 Estratificación del riesgo	146
4.3.4 Resultados del riesgo	147
4.4 Discusión de resultados	153
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	160
5.1 Conclusiones	160
5.2 Recomendaciones	161
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
01	Eventos sísmicos a nivel nacional	16
02	Eventos sísmicos a nivel internacional	17
03	Variables	24
04	Descripción de los principales tipos de peligro de origen natural en el Perú.	33
05	Descripción de las condiciones de vulnerabilidad por exposición a los principales peligros	36
06	Método simplificado para determinar el nivel de riesgo	41
07	Escalas de Preferencias	57
08	Calculo del factor condicionante	60
09	Calculo de niveles de peligro	61
10	Niveles del peligro	62
11	Cálculo del valor de la dimensión física	62
12	Cálculo del valor de la vulnerabilidad	64
13	Niveles de vulnerabilidad	64
14	Niveles de riesgo	65
15	Caracterización del Peligro	69
16	Análisis de la Vulnerabilidad	72
17	Parámetros recolectados por el instrumento de análisis de contenido cuantitativo	75
18	Parámetros recolectados por el instrumento de observación	76
19	Parámetros recolectados por el instrumento de datos secundarios	77
20	Descripción de la Geotecnia	80
21	Clasificación de pendientes	82
22	Unidades geológicas	84
23	Tipos de Suelo	86
24	Unidades de Geomorfológicas	88
25	Magnitudes Sísmicas	90
26	Aceleración de la Gravedad	92
27	Material de Pared	94
28	Material de Techo	96

29	Estado de Conservación	98
30	Tipo de Construcción	98
31	Grupo etario	101
32	Densidad Poblacional	101
33	Incidencia de Pobreza	104
34	Estratos Socioeconómicos	104
35	Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad	116
36	Matriz de comparación de pares del parámetro geotecnia	117
37	Matriz de normalización de pares del parámetro geotecnia	117
38	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geotecnia	117
39	Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente	117
40	Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente	118
41	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente	118
42	Matriz de comparación de pares del parámetro geología	118
43	Matriz de normalización de pares del parámetro geología	118
44	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología	119
45	Matriz de comparación de pares del parámetro suelos	119
46	Matriz de normalización de pares del parámetro suelos	119
47	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos	119
48	Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología	119
49	Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología	120
50	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología	120
51	Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante	120
52	Matriz de normalización de pares de los parámetros del factor condicionante	120
53	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros del factor condicionante	121
54	Matriz de comparación de pares del parámetro sismo	121
55	Matriz de normalización de pares del parámetro sismo	121
56	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro sismo	122
57	Matriz de comparación de pares del parámetro Aceleración de gravedad	122

58	Matriz de normalización de pares del parámetro Aceleración de gravedad	122
59	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Aceleración de gravedad	123
60	Calculo del factor condicionante	123
61	Ponderación de los factores de la susceptibilidad	124
62	Ponderación de los factores del peligro	124
63	Niveles de Peligro para el Sector 4 de Nueva Esperanza	125
64	Estratificación de Peligro del Sector 4 de Nueva Esperanza	126
65	Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Física	130
66	Matriz de comparación de pares del parámetro Material de Pared	130
67	Matriz de normalización de pares del parámetro Material de Pared	131
68	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Material de Pared	131
69	Matriz de comparación de pares del parámetro Material de Techo	131
70	Matriz de normalización de pares del parámetro Material de Techo	131
71	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Material de Techo	132
72	Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de Conservación	132
73	Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de Conservación	132
74	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Estado de Conservación	132
75	Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Construcción	133
76	Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Construcción	133
77	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Tipo de Construcción	133
78	Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Social	133
79	Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario	134
80	Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario	134
81	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Grupo Etario	134

82	Matriz de comparación de pares del parámetro Densidad Poblacional	135
83	Matriz de normalización de pares del parámetro Densidad Poblacional	135
84	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Densidad Poblacional	135
85	Matriz de comparación de pares del parámetro Incidencia de Pobreza	135
86	Matriz de normalización de pares del parámetro Incidencia de Pobreza	136
87	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Incidencia de Pobreza	136
88	Matriz de comparación de pares del parámetro Estratos Socioeconómicos	136
89	Matriz de normalización de pares del parámetro Estratos Socioeconómicos	136
90	Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Estratos Socioeconómicos	137
91	Ponderación de la dimensión física	137
92	Ponderación de la dimensión social	138
93	Ponderación la vulnerabilidad	139
94	Niveles de Vulnerabilidad para el Sector 4 de Nueva Esperanza	139
95	Estratificación de Vulnerabilidad del Sector 4 de Nueva Esperanza	139
96	Matriz del Riesgo para el Sector 4 de Nueva Esperanza	145
97	Niveles del Riesgo para el Sector 4 de Nueva Esperanza	146
98	Estratificación de Riesgo del Sector 4 de Nueva Esperanza	146
99	Matriz de niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo	151

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
01	Esquema de Vulnerabilidad	36
02	Elementos que forman el sistema SIG	42
03	Celdas de una malla ráster con sus valores asociados	43
04	Primitivas geométricas en el modelo de representación vectorial y ejemplos particulares de cada una de ellas con atributos asociados	43
05	Flujo Metodológico del estudio	52

06	Matriz de comparación de pares	58
07	Matriz de sintetización o normalización de pares	59
08	Matriz de jerarquización de valores	59
09	Vista de manzanas catastrales en formato DWG facilitada por la Municipalidad de V.M.T.	78
10	Base Grafica consolidada a nivel de manzanas del Sector 4 de Nueva Esperanza	79
11	Manzanas digitalizadas y agregadas	108
12	Modelo conceptual del cálculo de los niveles del riesgo	109
13	Tabla de atributos del Peligro en ArcGis 10.3	110
14	Modelo conceptual para la determinación de la susceptibilidad	111
15	Modelo conceptual para la determinación del peligro	112
16	Tabla de atributos de la Vulnerabilidad en ArcGis 10.3	113
17	Modelo conceptual para la determinación de la vulnerabilidad	114
18	Modelo conceptual para la determinación del riesgo	115
19	Tabla de atributos del Riesgo en ArcGis 10.3	115
20	Flujograma para obtener los niveles del riesgo	146

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	Descripción	Pág.
01	Vista de viviendas del A.H. Pedregal y Comité 52C - V.M.T.	21
02	Vista de viviendas sobre formaciones de suelos residuales del Comité 51- A en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T.	21
03	Vista de la parte baja central del sector 4 - V.M.T.	28
04	Vista de los sectores 42 y 43 - V.M.T.	28
05	Viviendas sobre el cauce de una quebrada seca en el A.H. Villa Lourdes II - V.M.T.	29
06	Viviendas sobre laderas inestables en el Sector 37 - V.M.T.	29
07	Viviendas sobre laderas de altas pendientes en el A.H. Villa Lourdes II - V.M.T.	66
08	Vista del Sector 43 - V.M.T.	66

09	Vista del Sector 42 - V.M.T.	67
10	Vista de la parte alta del margen izquierdo de la Av. Unión en el sector 35 del A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T.	67
11	Vivienda sobre suelos de formación residual propensa a derrumbe en la Asociación San Juanito - V.M.T.	70
12	Vista de las viviendas en zona de alta pendiente del Comité 51- A desde la calle 7 de Junio en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T.	70
13	Vivienda sobre laderas inestables en la Junta de Posesionarios del Parque Industrial - anexo 2 - Manchay - V.M.T.	71
14	Viviendas en zonas de alta pendiente con formación de suelos residuales A.V. Nueva Unión - V.M.T.	71
15	Vivienda improvisada de triplay con base de costales terreros en el C.V. 11- 12 Sur - V.M.T.	73
16	Viviendas de madera sobre laderas de altas pendientes de formación de suelo residual en el margen izquierdo del A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T.	73
17	Vivienda improvisada de madera sobre suelo inestable por acción antrópica en la Asociación San Juanito - V.M.T.	74
18	Viviendas en zona de Alto peligro de la Asociación Zona Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T.	127
19	Viviendas sobre pircas de piedras en zona de Muy alto peligro en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T.	128
20	Vivienda sobre área erosionada en zona de Muy alto peligro en el Sector 38 del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T.	128
21	Zona de vulnerabilidad Alta en la Asociación Minas de Agua - V.M.T.	142
22	Viviendas de vulnerabilidad Alta en la calle Industrial de la Asociación Zona Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T.	143
23	Vista lateral izquierda A.H Villa el Pedregal, zona de Alta vulnerabilidad - V.M.T.	143
24	Zona de Alto riesgo en la Asociación Minas de Agua - V.M.T.	149
25	Viviendas sobre suelo residual en zona de Muy alto riesgo del pasaje Laderas de la Asociación Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T.	150

26	A.H. Laderas de Villa Jesús de Nazaret, zona de Alto a Muy alto riesgo- V.M.T.	150
-----------	--	-----

ÍNDICE DE MAPAS

N°	Descripción	Pág.
01	Mapa de Ubicación	68
02	Mapa de Geotecnia	81
03	Mapa de Pendientes	83
04	Mapa de Geología	85
05	Mapa de Suelos	87
06	Mapa de Geomorfología	89
07	Mapa de Sísmico	91
08	Mapa de Aceleración de la Gravedad	93
09	Mapa de Mapa de Material de Pared	95
10	Mapa de Material de Techo	97
11	Mapa de Estado de Conservación	99
12	Mapa de Tipo de Construcción	100
13	Mapa de Grupo Etario	102
14	Mapa de Densidad Poblacional	103
15	Mapa de Incidencia de Pobreza	105
16	Mapa de Estratos Socioeconómicos	106
17	Mapa de Peligro del Sector 4 de Nueva Esperanza	129
18	Mapa de Vulnerabilidad del Sector 4 de Nueva Esperanza	144
19	Mapa de Riesgo del Sector 4 de Nueva Esperanza	152
ANEXOS		166
ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS SALIDAS DE CAMPO		167
ANEXO 2: MAPAS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA INTERPOLACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE PARÁMETROS (Programa de Modernización Municipal – V.M.T.)		181

RESUMEN

El objetivo principal del estudio es estimar los niveles del riesgo en el distrito de Villa María del Triunfo, en base a un evento esperado en Lima, el cual es un sismo no menor de 8° en la escala Richter, apoyándonos de las Tecnologías de Información Geográfica y de la metodología planteada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de desastres – CENEPRED.

El estudio se llevó a cabo en el Sector 4 de Nueva Esperanza, en base a los 3 objetivos específicos, lo cuales son el cálculo del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo, mediante información recopilada de entidades u organismos públicos, y la obtenida en campo; la cual fue consolidada y homogeneizada.

La metodología del estudio se basó principalmente en la caracterización del peligro y el análisis vulnerabilidad, debido a que el riesgo se encuentra en función a estos dos elementos. Utilizando el método del Proceso de Análisis Jerárquico desarrollado por Thomas Saaty, el cual nos permite calcular los valores en rangos, y asignarle los niveles correspondientes.

Finalmente se observó que en el distrito predominan dos niveles de peligro, el alto y muy alto, y en función a la vulnerabilidad se hallaron los niveles bajo, medio, alto y muy alto, obteniendo como resultado niveles de riesgo medio, alto y muy alto. De lo cual se pudo concluir que los niveles de riesgo muy alto se encuentran en laderas y picos de los cerros con altas pendientes y suelos residuales.

Palabras claves: Estimación del riesgo, Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo, Tecnologías de información geográfica, Proceso de Análisis Jerárquico.

ABSTRACT

The main objective of the study is to estimate the levels of risk in the district of Villa María del Triunfo, based on an expected event in Lima, which is an earthquake no less than 8 ° on the Richter scale, supported by the technologies of Geographic information and the methodology proposed by the National Center for Estimation, Prevention and Disaster Risk Reduction - CENEPRED.

The study was carried out in Sector 4 of Nueva Esperanza, based on the 3 specific objectives, which are the calculation of danger, vulnerability and risk, through information collected from public entities or bodies, and that obtained in the field; which was consolidated and homogenized.

The methodology of the study was based mainly on the characterization of the hazard and the vulnerability analysis, because the risk is based on these two elements. Using the method of the Hierarchical Analysis Process developed by Thomas Saaty, which allows us to calculate the values in ranges, and assign the corresponding levels.

Finally it was observed that in the district two levels of danger predominate, high and very high, and in terms of vulnerability, low, medium, high and very high levels were found, resulting in medium, high and very high risk levels. . From which it could be concluded that very high risk levels are found on slopes and peaks of hills with high slopes and residual soils.

Key words: Risk estimation, Hazard, Vulnerability, Risk, Geographic Information Technologies, Analytic Hierarchy Process.

INTRODUCCIÓN

El Perú, es un país sísmico por ubicación, debido a que se encuentra en las costas del océano pacífico, donde se sitúa el conocido Cinturón de Fuego del Pacífico, el cual concentra las zonas de subducción más importantes del mundo. En los últimos años hemos venido acaeciendo por una serie de sismos al norte y sur del país, debido a la subducción de la placa Sudamérica y la de Nazca, que se encuentra justo al borde de nuestras costas, y es de aquí, de donde parte el estudio, sin embargo debemos resaltar que no es el único fenómeno de origen natural que está causando estragos en el país, pero si uno de los más esperados.

Actualmente en el Sector 4 de Nueva Esperanza del distrito de Villa María Del Triunfo cuenta con varios asentamientos humanos informales sobre sus estribaciones andinas con laderas disectadas de altas pendientes, las cuales están con formaciones de suelo residuales debido a la actividad de asentamiento de origen antrópico en la zona, y no cuentan con los servicios básicos de luz, agua y desagüe para las viviendas que en su mayoría son de madera, también de otro porcentaje de la población que se encuentra en las partes bajas con formaciones de suelos arenosos pero que con todos los servicios habilitados y son reconocidos por el municipio, pero debido al proceso de expansión urbana en un primer momento fueron también asentamientos informales; esto supone un problema grave debido a que Lima cuenta con un silencio sísmico de 270 años, que de acuerdo a Tavera (2017), “en la región central del borde occidental del Perú se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que viene acumulando energía desde el año 1746” y se espera un sismo no menor de los 8 grados, ante el peligro inminente la población expuesta debe ser informada, capacitada y preparada.

Este estudio tiene por finalidad estimar los niveles de riesgo, apoyándose de las tecnologías de información geográfica y también de las metodologías aplicadas para la gestión de riesgo de acuerdo a la ley, la fusión de estos dos elementos nos ayudara a determinar los niveles de peligro y vulnerabilidad existentes en la zona, y en base a esos resultados llegar a determinar los niveles del riesgo el cual nos servirá para poder sectorizar y /o agrupar viviendas y poder determinar qué tipo de medidas estructurales y no estructurales se tomaran, pues está claro que los sectores con mayor nivel de riesgo contarán con mayor inversión para hacer frente a un sismo de tal magnitud.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes del estudio

Los antecedentes pueden ser eventos de origen natural, ocurridos en el lugar o cerca de él, que hayan sido significativos para la zona que se está estudiando, también pueden ser estudios pasados que se encuentren dentro de la línea de investigación y objetivos del estudio.

1.1.1. Antecedentes sísmicos

a) Eventos sísmicos en el país

En la Tabla N° 1, se explican los eventos sísmicos más significativos del Perú, que causaron grandes impactos y pérdidas humanas.

Tabla N° 1
Eventos sísmicos a nivel nacional

Departamento	Fecha	Hora	Magnitud	Descripción
Lima	28/10/1746	10:30 p.m	.	Se registró 1141 pérdidas humanas en Lima y 3,800 en el Callao, y de 3,000 casas de la época solo quedaron 25 viviendas.
Ancash	31/05/1970	3:23 pm	7.8	Un gran aluvión que sepultó la ciudad de Yungay en el callejón de Huaylas, dejando un saldo de 67 mil muertos y 150 mil heridos.
Ica	15/08/2007	6:41 pm	7.9	Se registró 58, 581 viviendas destruidas y 13, 585 viviendas afectadas, 519 muertos y 1,366 heridos.
Arequipa	25/10/2013	11:42 am	7.0	Se registró 10 viviendas de adobe colapsadas y otras 180 afectadas con fisuras en los muros.
Arequipa	14/05/2018	4:18 am	6.8	El lugar del epicentro se ubicó a 56 Km al Sur de Lomas Arequipa, con intensidad máxima en la escala modificada de Mercalli de VI en Lomas. Se registró la pérdida de 1 vida humana.

Fuente: Elaboración propia.

b) Eventos sísmicos internacionales

En la tabla N° 2, se pueden observar los últimos eventos sísmicos más significativos a nivel internacional.

Tabla N° 2
Eventos sísmicos a nivel internacional

País	Fecha	Hora	Magnitud	Descripción
Indonesia	26/12/2004	7:58 am	9.1	Ocurrió un terremoto y posterior tsunami a 205 kilómetros de la costa de Sumatra en Indonesia con una profundidad de 46 kilómetros. Afectó a catorce países alrededor del océano Índico que resultó en la muerte de más 230,000 personas.
China	13/05/2008	2:28 pm	8.0	El epicentro se ubicó a 240 kilómetros al noroeste de Qamdo, en el Tíbet, causando la muerte de más de 10,000 personas.
Haití	12/01/2010	4:53 pm	7.0	A 15 km de Puerto Príncipe, la capital de Haití. Se registró 217,000 defunciones, más de 300,000 lesionados y 500,000 personas quedaron sin hogar.
Chile	27/02/2010	3:34 am	8.8	Este terremoto es considerado el segundo más fuerte de Chile y se encuentra entre los cinco sismos más potentes en el mundo. Con un saldo de 512 muertos, 16 desaparecidos y 800 mil damnificados.
Japón	11/03/2011	2:46 pm	9.0	Esto trajo consigo una de las mayores catástrofes nucleares en el mundo pues debido al sismo y tsunami la central nuclear de Fukushima I, con un saldo de 15,698 muertos, 4,666 desaparecidos y 5,717 heridos.
México	19/10/2017	6:14 pm	7.1	Ocurrió entre el límite de los estados de Puebla y Morelos. Se registraron 291 muertes y 31 millones de personas potencialmente afectadas.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. Estudios Previos

a) Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud - INDECI (2010)

El estudio fue desarrollado en base al plan de prevención por sismo 2010, que fue aprobado mediante DS 37-2010-PCM. El Instituto Nacional de Defensa civil como organismo normativo, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil - SINADECI, fue el encargado de elaboración del plan, que tuvo por finalidad identificar, calificar y cuantificar las viviendas que se encuentran con altos niveles de vulnerabilidad con respecto a sus estructuras frente a la ocurrencia de un sismo. Los resultados obtenidos sirvieron para formular planes de desarrollo, con el fin de reducir los niveles de vulnerabilidad calculados.

En el estudio solamente se pudieron levantar el 79.6 % de las viviendas del distrito y los de los resultados que se obtuvieron se resaltó que un porcentaje de 93.3 % del total de viviendas levantadas presentan niveles de vulnerabilidad muy alta y alta.

b) Escenario de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de Villa María del Triunfo – PREDES (2011)

Fue elaborado por el centro de estudios de prevención y desastres - PREDES, con parte de la consultoría “Fortalecimiento de Capacidades del Comité de Defensa Civil de Villa María del Triunfo en Conocimiento del Riesgo y Formulación del Plan de Operaciones de Emergencia ante Sismos”, que es parte del proyecto "Preparación de Desastre Sísmico o Tsunami y Recuperación Temprana en Lima y Callao” ejecutado por el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y financiado por el Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea – ECHO.

Del cual se obtuvieron respecto a la vulnerabilidad, que el 69% de las viviendas dispone de agua y desagüe en las viviendas, el 55% de las viviendas está en buen estado y regular estado de conservación, el 62% de la población es pobre y muy

pobre y un 40% del distrito tiene nivel de vulnerabilidad alta y muy alta. Y se calcularon los niveles de riesgo en base a dos escenarios sísmicos, el primero al medio día (12 pm) y el segundo en la madrugada (2am).

c) Escenario de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica - Cuya (2017)

Tesis elaborada por Angel Ademir Cuya Crispin de la Universidad Nacional Federico Villarreal, en donde tiene como objetivo principal generar escenarios de riesgo sísmico y por lluvias intensas aplicando métodos estadísticos, cartográficos y matemáticos (Proceso Analítico Jerárquico).

Obteniendo como resultados respecto al riesgo sísmico, que un 10% de las edificaciones son de nivel sísmico bajo, un 83% de las edificaciones son de nivel sísmico medio y un 7% son de nivel sísmico alto. Con respecto al riesgo por lluvias intensas se obtuvo para el nivel de riesgo medio un 23% de las edificaciones, para el nivel de riesgo alto un 66% y para el nivel de riesgo muy alto un 11% , la cual puede generar destrucción de viviendas y pérdidas económicas muy altas en Chosica.

d) Escenario de riesgo sísmico en el distrito de San Isidro - Campoverde (2017)

Tesis elaborada por José María Jesús Campoverde Oropeza de la Universidad Nacional Federico Villarreal, en donde tiene como objetivo principal determinar los escenarios de riesgos sísmicos en el distrito de San Isidro, utilizando la información del mapa de Zonificación Geotécnica- Sísmica del CISMID y la información generada de peligros antrópicos asociados al sismo en interrelación con los factores de vulnerabilidad de las edificaciones del distrito de San Isidro, aplicando la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico).

Obteniendo como resultado final para este estudio tres niveles de riesgo, siendo para el nivel de riesgo bajo 596 edificaciones, para el nivel de riesgo medio 7 666 edificaciones y finalmente para el nivel de riesgo alto 19 edificaciones. Colocando como posibles daños a 341 lotes, por el colapso de infraestructura de

telecomunicaciones y de otros 60 por el colapso de Elementos de Publicidad Exterior.

1.2 Planteamiento del problema

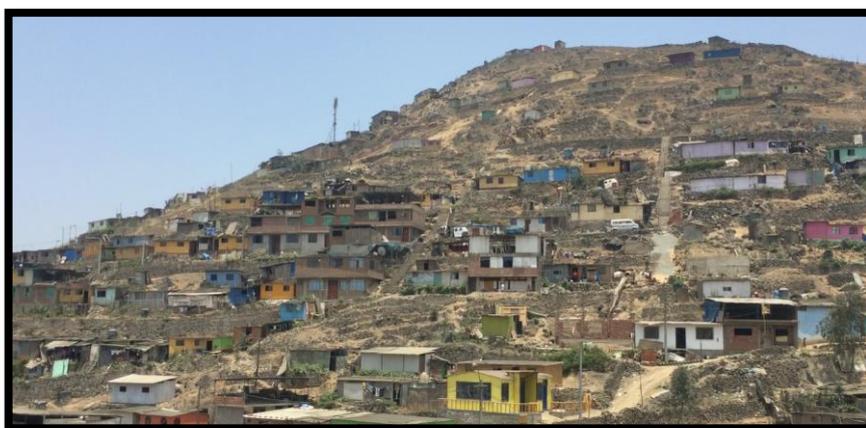
Es conocido que las costas del Perú se encuentran bajo la influencia de la subducción de la placas Sudamérica y de Nazca, y también se encuentra dentro del conocido cinturón de fuego del pacifico, por lo que convierte a nuestro país y principalmente a sus costas en zonas altamente sísmicas. Si a estos factores le aumentamos el silencio sísmico con el que vivimos en la ciudad de Lima, y un sismo esperado mayor de 8° en la escala de Richter, se podría deducir sin la necesidad de algún estudio que los daños que se originarían en la ciudad de Lima se serian cuantiosos y sumamente costosos.

De acuerdo a Kuroiwa (2016) en el Seminario Internacional Gestión del Riesgo de Desastres y Desarrollo Urbano Sostenible en el Perú, “Las características físicas locales: suelo, geología y topografía tienen una importancia crucial en el grado y distribución de daños”, analizando esta descripción y llevándola a nuestra área de estudio, podemos deducir que el distrito de Villa María del Triunfo, principalmente en sus zonas altas de estribaciones andinas, quebradas y laderas, que han sido modificadas por los pobladores para el asentamiento de sus viviendas, las cuales en algunos casos, se ubican sobre deformaciones de suelos residuales. Y que han sido establecidas como consecuencia de un inadecuado proceso de expansión urbana, entonces nos encontramos frente a un escenario de riesgo preocupante para el distrito.

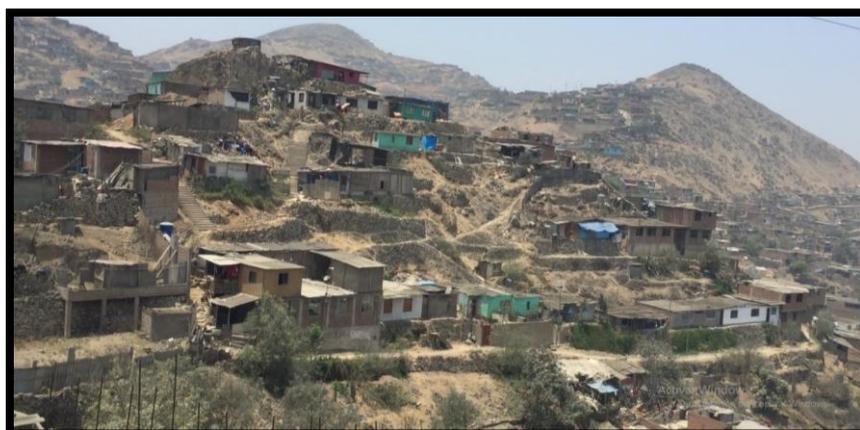
De acuerdo al folleto de Gestión del Riesgo de Desastres ante Terremotos en Villa María del Triunfo que fue elaborado por Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES (2011) como parte de la consultoría Fortalecimiento de Capacidades de los Comités de Defensa Civil ante Sismos en Villa María del triunfo , un 80% del territorio de VMT son laderas de cerros desérticos, que se derivan de la cordillera de los andes y que solo el 20 % restante del distrito es una zona semi plana formada con depósitos de arena y cerros de altas pendientes, con quebradas de depósitos de material suelto. Lo cual quiere decir que ante la ocurrencia de un evento sísmico, se sentirá con mayor fuerza e intensidad. Y respecto a la vulnerabilidad se pudo obtener que el 69% de las viviendas dispone de agua y desagüe y un 55% con un estado de conservación regular, además que

el 62% de la población es pobre y muy pobre, y que el 40% del distrito tiene una vulnerabilidad alta y muy alta. Las cifras nos dan una visión de la realidad por la que atraviesan los pobladores del distrito, el cual no lleva a preguntarnos cuales serían los niveles de riesgo al que se encuentra expuesto y cuáles serían las zonas más críticas.

Como se puede observar existe la necesidad de realizar un proceso de estimación del riesgo, utilizando los sistemas de información geográfica conforme a la metodología vigente, establecida por el ente técnico especializado en esta temática, en este caso, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED -, a efectos de contar con un estudio más detallado sobre los niveles de riesgo en Villa María del Triunfo y realizar propuestas de medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo existente. Ver Fotografías N° 1 – 2.



Fotografía N° 1. Vista de viviendas del A.H. Pedregal y Comité 52C - V.M.T - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 2. Vista de viviendas sobre formaciones de suelos residuales del Comité 51- A en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T - 21/10/2017 (Fuente: Propia)

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problemas Generales

¿Cómo se estimaría el nivel de riesgo de origen natural al que se encuentra expuesto Sector 4 del distrito de Villa María del triunfo aplicando plataformas tecnológicas?

1.3.2 Problemas Específicos

- No se han identificado, ni determinado los niveles de peligros de origen natural en el Sector 4 del distrito de Villa María del triunfo.
- Falta analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad física y social que existe en el Sector 4 del distrito de Villa María del triunfo.
- No se han calculado los niveles del riesgo en términos cualitativos y cuantitativos en el Sector 4 del distrito de Villa María del triunfo.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivos generales

Estimar el nivel de riesgo con relación a los procesos geodinámicos de origen natural utilizando tecnologías de información geográfica en el Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar el nivel de peligro de origen natural del Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo.
- Analizar y determinar el grado de vulnerabilidad física y social del Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo.

- Calcular el nivel de riesgo de origen natural del Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El Sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo podría estar expuesto a la materialización de un riesgo muy alto de ocurrir por procesos geodinámicos.

1.5.2. Hipótesis específica

- El sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo se encuentra expuesto a altos niveles de peligrosidad de origen natural.
- El sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo tiene altos niveles de vulnerabilidad física y social.
- El sector 4 del distrito de Villa María del Triunfo tiene altos niveles de riesgo de origen natural.

1.6 Variables

Definición conceptual de la variable

Las variables son aquellas que determinan el estudio, por medio de las cuales se podrá calcular el riesgo, en el manual del CENEPRED sobre evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales se las denomina como parámetros, las cuales cuentan con una serie de descriptores que se encuentran en el área de estudio.

- Peligro

De acuerdo al manual del CENEPRED sobre evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, el peligro está compuesto de tres variables, de las cuales el

Factor condicionante y el factor desencadenante se relacionan para hallar la susceptibilidad, la cual junto al parámetro de evaluación nos da el peligro.

Nuestras variables dependientes, serían entonces el factor condicionante, el factor desencadenante y el parámetro de evaluación, que son los principales elementos para hallar el peligro y nuestras independientes vendría a ser los elementos o características del territorio (parámetros), de los cuales nos apoyamos para elaborar nuestro proceso de evaluación, pues están varían de acuerdo al tipo de fenómeno que vallamos a estudiar. Ver Tabla N° 3.

- Vulnerabilidad

De acuerdo al manual del CENEPRED sobre Evaluación del Riesgo por Sismo, solo se toman en cuenta cuatro dimensiones, las cuales son la física, social, económica y ambiental. Anteriormente no se tomaba cuenta a la dimensión física, ya que en el manual Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales se encontraba dentro de la fragilidad de la dimensión social.

Para este estudio se analizara la vulnerabilidad en base a dos dimensiones, la física y la social. En la Tabla N° 3, se puede observar para el caso de vulnerabilidad, que las dimensiones Física y Social son nuestras variables dependientes, pues el cruce de sus valores nos dan la vulnerabilidad total, y los elementos estructurales y sociales que se tomen en cuenta para el análisis de cada dimensión son las variables independientes, ya que estas pueden variar de acuerdo al estudio y/o el investigador crea más conveniente.

Tabla N° 3
Variables

Variable dependiente		Variable independiente (parámetros)	descriptor
PELIGRO	Factor condicionante	Geotecnia	Relleno y Arena
			Suelo arenoso
			Roca
		Pendiente	>45
			30-45
			15-30

...//

//...

		Suelos	5-15	
			0 a 5	
			Suelo residual	
		Geomorfología	Arena fina	
			Roca	
			Laderas Disectadas	
		Geología	Monte Isla o Cerro Testigo	
			Pie de monte	
			Suelos residuales	
			Cuaternario eolico	
			Gabrodiorita	
		Factor desencadenante	Sismo	Monzogranito - adamelita
	Granodiorita y lutitas			
	> 8			
	7-8			
	5-6.9			
Parámetro de evaluación	Aceleración de la gravedad	3-4.9		
		< 3		
		> 0.47		
		0.36 - 0.47		
VULNERABILIDAD	Dimensión física	Material de pared	0.31 - 0.36	
			0.14 - 0.31	
			Material de techo	Otro material
				Piedra con barro
				Madera / estera
		Estado de conservación	Ladrillo y cemento	
			Concreto	
		Tipo de construcción	Otro material	
			Plancha de calamina	
			Concreto armado	
	Deteriorado			
	Densificado			
	Dimensión social	Incidencia de pobreza	En consolidación	
			Consolidado	
			Improvisada	
		Estratos socioeconómicos	casa vivienda	
			otros	
			31,2-38,8	
			15,2-22,6	
		Grupo Etario		9,0-14,6
Menor de 575,69				
575,70 - 898,99				
899 - 1330,09				
1330,10 - 2192,99				
	0 a 5 y mayores a 65			
	de 6 a 12 y de 60 - 65			
	de 13 - 15 y de 50 - 59			
	15 a 30			

...//

//...

			31 a 49
		Densidad Poblacional	Alta
			Media Alta
			Media
			Baja

Fuente: Elaboración propia

1.7 Justificación del estudio

El distrito de Villa María del Triunfo no cuenta con estudios que contengan información actualizada que evidencien niveles de riesgo por procesos geodinámicos. El desarrollo de este tipo de estudios con soporte en las tecnologías de información geográfica, permitirá conocer cuáles son los niveles de peligros y el grado de vulnerabilidad imperante en el distrito. En ese sentido, la aplicación de este tipo de tecnologías, proporcionará resultados muy aproximados a la realidad, lo cual nos permitirá estimar el riesgo existente y programar actividades orientadas a reducirlo y prevenir la generación de nuevos riesgos.

El área de estudio es la Zona 4 “Nueva Esperanza” la cual cuenta con una extensión de 626.152 has, y se localiza en la parte central del distrito, se ha elegido esta zona debido a que casi toda su extensión presenta estribaciones andinas, lomas y cerros, sobre los cuales se ha desarrollado un no planificado e irracional proceso de ocupación urbana, que trajo consigo el asentamiento de viviendas en las partes bajas y altas, ocupando casi toda su extensión.

El estudio resultará muy útil puesto que permitirá generar conocimiento para los distintos actores involucrados en el lugar, como lo son: la población, entidades privadas y entidades públicas, contribuyendo a mejorar la toma de decisiones respecto a la gestión del riesgo de desastres, lo cual podrá replicarse en otras zonas del distrito, toda vez que en éste, existen ocupaciones formales, que a la fecha cuentan con redes de alumbrado público y redes de agua potable y desagüe lo cual ha facilitado la consolidación de viviendas de manera despreocupada y alarmante sobre áreas no aptas para uso residencial, debido a sus características geográficas. Por otro lado, actualmente también existen ocupaciones informales en zonas de alta pendiente y con formaciones de suelos residuales, debido a la actividad de la misma población sobre los cerros para poder levantar sus viviendas; estas ocupaciones informales no cuentan con acceso a ninguno de los servicios básicos antes señalados y se caracterizan por presentar bajos niveles de ingreso. Esto genera un

aumento en la vulnerabilidad de los pobladores frente a algún evento adverso de origen natural, como un sismo de considerable magnitud ya que condiciona su capacidad de resiliencia.

Finalmente, es necesario acotar que el desconocimiento de los actores involucrados: entidades públicas (en este caso la municipalidad), las entidades privadas (prestadoras de servicios) y la población en general, sobre los riesgos que se afrontan al decidir, aceptar y contribuir a la ocupación y posterior consolidación de asentamientos humanos sobre zonas peligrosas de altas pendientes, que condicionan la vida e integridad física de las personas, propician una desacertada intervención colectiva sobre estas zonas. Por lo que el fin de este estudio es en primera instancia determinar el nivel de riesgo por manzanas de la Zona 4 “Nueva Esperanza”, para que con estos resultados, pueden establecerse sectores y proponer la aplicación de medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo existente.

1.8 Importancia del estudio

El estudio es importante porque permitirá tener información actualizada del nivel de riesgo por origen natural en la zona, además que se podrá identificar cuáles son los lugares más vulnerables frente a un sismo esperado mayor de 8°, y en base a estos resultados los gobiernos de turno puedan aplicar medidas estructurales y no estructurales para la prevención y reducción del riesgo, planificando programas y proyectos que contribuyan al distrito de Villa María del Triunfo; además de ser una gran herramienta, para futuros proyectos de inversión pública y privada.

Es útil respecto al tema de expansión urbana, pues se pondrá en conocimiento a los pobladores y autoridades, cuales son los lugares, que no son adecuados para la construcción de viviendas, y de esta manera evitar un mal proceso de expansión urbana e informar a los involucrados, que ya se encuentran asentados sobre estas zonas de peligro inminente.

Y finalmente resaltar que contribuiría al fortalecimiento del distrito, pues se podrá preparar a los involucrados, para poder responder frente a un evento adverso, fortaleciendo sus capacidades de resiliencia y conocimientos frente a temas de gestión de

riesgos, para que de esta manera puedan contribuir a alcanzar un correcto desarrollo sostenible, pues el tema del gestión de riesgos está ligado a políticas ambientales, aprovechamiento de recursos, planificación y desarrollo, que a su vez son parte de la gestión territorial. Ver Fotografías N° 3 – 6.



Fotografía N° 3. Vista de la parte baja central del sector 4 – V.M.T – 06/05/2018
(Fuente: Propia)



Fotografía N° 4. Vista de los sectores 42 y 43 – V.M.T – 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 5. Viviendas sobre el cauce de una quebrada seca en el A.H. Villa Lourdes II – V.M.T – 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 6. Viviendas sobre laderas inestables en el Sector 37 – V.M.T – 17/02/2018 (Fuente: Propia)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Base Teórica

2.1.1 La Gestión del Riesgo de desastres

En el Artículo 3, del Título I de la Ley N° 29664, sobre Gestión del Riesgo de Desastres, se define:

La Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastres en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre. Considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

Y Se encuentra definida por tres conceptos, el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo.

Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres

En el Numeral 6.1 del artículo 6, del Título II de la Ley N° 29664, sobre Gestión del Riesgo de Desastres, se establece los siguientes componentes:

- **Gestión Prospectiva:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.
- **Gestión correctiva:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.
- **Gestión reactiva:** Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres

De acuerdo al D.S. 48-2011-PCM que aprueba el reglamento de la Ley 29664 que crea el SINAGERD, la implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se logra mediante los siguientes procesos:

- **Estimación:** El proceso de Estimación del Riesgo comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres (Artículo 23 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).
- **Prevención:** El proceso de Prevención del Riesgo comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible (Artículo 25 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).
- **Reducción:** El proceso de Reducción del Riesgo comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible (Artículo 27 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).
- **Preparación:** La Preparación está constituida por el conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad (Artículo 29 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).
- **Respuesta:** La Respuesta, como parte integrante de la Gestión del Riesgo de Desastres, está constituida por el conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente de ocurrido éste, así

como ante la inminencia del mismo (Artículo 31 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).

- **Rehabilitación:** El proceso de Rehabilitación es el conjunto de acciones conducentes al restablecimiento de los servicios públicos básicos indispensables e inicio de la reparación del daño físico, ambiental, social y económico en la zona afectada por una emergencia o desastre. Se constituye en el puente entre el proceso de respuesta y el proceso de reconstrucción (Artículo 33 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).
- **Reconstrucción:** El Proceso de Reconstrucción comprende las acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física y social, así como la reactivación económica de las comunidades afectadas (Artículo 35 del Decreto Supremo 48-2011-PCM).

2.1.2 Peligro

En el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – PLANAGERD, elaborado por la Secretaria de Gestión de Riesgo de Desastres (SGRD, 2014) se señala que los peligros de origen natural tienen relación con la ubicación y algunos aspectos geográficos como:

Su ubicación en la zona denominada “Cinturón de Fuego del Pacífico”, caracterizada por una alta sismicidad, donde se registra aproximadamente el 80% de los movimientos sísmicos a nivel mundial. Por lo que el país está expuesto a la ocurrencia de sismos, tsunamis y actividad volcánica. (p. 10)

Igualmente, su ubicación en la zona tropical y subtropical de la costa occidental del continente sudamericano, determina que se encuentra expuesto a cambios climáticos que en muchos casos generan desastres, como son el Fenómeno El Niño, precipitaciones extremas, inundaciones, sequías, heladas, granizadas, vientos fuertes, entre otros. (p. 10)

Asimismo, debido a la presencia de la Cordillera de los Andes nuestro territorio se caracteriza por tener tres áreas geográficas definidas, costa, sierra y selva, presentando casi todos los climas observados en el mundo. Por su morfología, está expuesto con cierta frecuencia a fenómenos geológicos adversos, como la ocurrencia de deslizamientos, aludes, derrumbes y aluviones, entre otros. (p. 10).

En la Tabla N° 4, que se encuentra en el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – PLANAGERD, se describen los principales peligros de origen natural en el Perú y cuáles son los lugares expuestos, donde explica que “los peligros de origen natural que generan riesgos de desastre en el país, están relacionados a su ubicación y características geográficas” (SGRD, 2014, p. 10).

Tabla N° 4

Descripción de los principales tipos de peligros de origen natural en el Perú

Tipos de peligro	Descripción	Áreas expuestas
Sismo por placa	La actividad sísmica en el Perú ocurre en todo el territorio y es debida principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. El margen continental oeste de Sudamérica es uno de los más activos y de los bordes de placa el mayor en la Tierra.	Costa y sierra sur: Lima. 2do orden: Arequipa, Chiclayo, Trujillo, Piura
Sismos en zona continental		Costa norte, Sierra sur, selva Nor oriental: Piura, Cusco, Tarapoto, Huancayo, Cerro de Pasco, Juliaca, Puno.
Actividad volcánica	El Sur del Perú pertenece a la ZVC (Zona Volcánica de los Andes) que se extiende hasta el norte de Chile. Se han llegado a catalogar poco más de 400 volcanes en el territorio peruano.	Costa y sierra sur: Arequipa, Moquegua, Tacna.
Tsunami	La población expuesta directamente a tsunami es comparativamente pequeña; se concentra en la costa de Perú debido al gran número de ciudades y puertos de diversos tamaños, que incluye El Callao (puerto que mueve la mayor cantidad de carga general). Gracias al emplazamiento de Lima sobre una terraza	Lima, Callao, Huacho, Pisco, Chincha, Camaná, Islay, Ilo, Chimbote, Trujillo, Zorritos, Barranca, Chancay, Cerro Azul, Talara, Bayovar,

...//

//...

	alta, parte de su territorio no está directamente expuesto.	Mollendo, Paíta, Melchorita.
FEN: Fenómeno El Niño	Es un fenómeno climático, erráticamente cíclico, que consiste en un cambio en los patrones de movimiento de las corrientes marinas en la zona intertropical provocando, en consecuencia, una superposición de aguas cálidas procedentes de la zona del hemisferio norte inmediatamente al norte del ecuador sobre las aguas de afloramiento muy frías que caracterizan la corriente de Humboldt; esta situación provoca estragos a escala zonal (en la zona intertropical) debido a las intensas lluvias, afectando principalmente a América del Sur, tanto en las costas atlánticas como en las del Pacífico.	Costa norte: inundaciones, huaycos, población, medios de vida, infraestructura. Costa centro: huaycos, deslizamientos, infraestructura, medios de vida. Costa sur: sequía, medios de vida (relativo).
Lluvias intensas	Desde el mes de Setiembre hasta el mes de Mayo de cada año se desarrolla la llamada temporada de lluvias y/o periodo lluvioso, que se presenta en gran parte del territorio nacional. La ocurrencia de lluvias es propia de la estaciones de Primavera y Verano, son algunas veces extremas y se presentan por encima y/o debajo de sus valores normales.	Cuenca del Mantaro, Ramis, Vilcanota, Majes, Santa, Mayo, Amazonas (Loreto), Marañón (Amazonas), cuenca del Huallaga.
Inundaciones	Las primeras manifestaciones adversas por la temporada de lluvias se registran en las viviendas afectando directamente la infraestructura de edificaciones así como de cualquier otro tipo de construcción, otro es el deterioro de carreteras y puentes, ocasionando en algunos casos el aislamiento de ciudades enteras. Así mismo es afectado el sector agropecuario, principal fuente de alimento e ingresos económicos de un buen número de familias especialmente en zonas rurales.	Cuenca del Mantaro, Ramis, Vilcanota, Majes, Santa, Mayo, Amazonas (Loreto), Marañón (Amazonas), cuenca del Huallaga.
Bajas temperatura s: Heladas meteorológicas	Heladas.- La población a nivel nacional expuesta a la recurrencia de heladas de 30 a más días, con temperaturas mínimas promedio menores a 4° C es de 3'862,572 habitantes, de los cuales los departamentos más afectados son: Puno (1'212,122 hab.), Junín (734,260 hab.), Huancavelica (318,990 hab.),	Los departamentos con temperaturas más críticas son Puno, Cusco y Arequipa La población expuesta: durante la temporada de heladas

...//

//...

	Ayacucho (211,644 hab.) Y Arequipa (149,260 hab.) acumulando 1'965,442 hab., que representa el 50.9% del total.	en los departamentos de Ancash, Arequipa, Apurímac, Ayacucho, Lima, Cusco, Junín, Moquegua, Pasco, Puno, Tacna y Huancavelica. Para la temporada de friajes en los departamentos de Loreto, Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco, Ucayali, Madre de Dios y Puno.
Friaje	Friaje.- La población a nivel nacional expuesta a la recurrencia del friaje es de 3'171,106 habitantes, de los cuales los departamentos más afectados son: Loreto (891732hab.), San Martín (728,808hab.), Ucayali (432,159 hab. Y Madre de Dios (109,555hab.) acumulando 2'162,254 hab. Que representa el 68.1%.	

Fuente: Adaptado del PLANAGERD - Secretaria de Gestión de Riesgo de Desastres (SGRD, 2014).

El CENEPRED Elabora una metodología para evaluar el peligro la cual consta de tres elementos importantes que son el factor condicionante, el factor desencadenante y el parámetro de evaluación. Explica que el peligro se encuentra en función de la susceptibilidad (que se encuentra en función del condicionante y desencadenante) con el parámetro de evaluación.

Según el CENEPRED (2014), se le dice Factor Condicionante a los “parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial” (p. 106) y define al factor desencadenante como “parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico” (p. 107). El parámetro de evaluación que ayuda caracterizar el fenómeno de origen natural y se encuentra en relación a él, su información puede ser calculada con instrumentos o también puede estar generada por organismos científicos públicos y privados.

2.1.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de exposición a la que se encuentra la población de sufrir daños por algún evento de origen natural o inducido por el ser humano. La vulnerabilidad cuenta con tres factores los cuales son la exposición, fragilidad y resiliencia. Ver Figura N° 1 y Tabla N° 5.



Figura N° 1. Esquema de Vulnerabilidad (Fuente: CENEPRED)

Tabla N° 5

Descripción de las condiciones de vulnerabilidad por exposición a los principales peligros

Principales peligros	Descripción de las condiciones de vulnerabilidad por exposición a los principales peligros
Sismos	<p>El Perú es vulnerable por encontrarse en la zona donde la placa tectónica de Nazca, se subduce con la Placa de Sudamérica, formando parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se registran más del 80% de los movimientos sísmicos a nivel mundial. La existencia de la Cordillera de los Andes con sus características geológicas y geomorfológicas, presenta fallas que pueden ser activadas por movimientos sísmicos. Lima Metropolitana y Callao agrupan casi el 50% de los habitantes en alta exposición. Lima es la ciudad que en más ocasiones ha sido afectada por terremotos: 12 veces desde el siglo XVI hasta la actualidad; en 1587 y 1746 fue literalmente destruida. En cuanto a vías troncales expuestas a peligro sísmico alto en Perú tenemos 4,900 kilómetros. Los principales puertos de la costa están expuestos a la amenaza sísmica alta, siendo el principal el puerto del Callao con volúmenes de carga de 154 millones de toneladas. La infraestructura física y productiva, así como lugares turísticos y arqueológicos, dada su antigüedad y escaso mantenimiento son vulnerables a la ocurrencia de sismos. Por otro</p>

...//

//...

	<p>lado se tiene limitada disponibilidad de instrumentos de detección, medición y monitoreo de sismos en instituciones técnico científicas; lo cual no facilita el conocimiento científico de la vulnerabilidad.</p>
Tsunamis	<p>La costa peruana es susceptible de ser afectada por la presencia de tsunamis, dada su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, generando modificaciones geomorfológicas en el área de impacto afectando a la población concentrada en la costa de Perú.</p>
Volcanes	<p>Los efectos de los fenómenos volcánicos como la caída de cenizas, flujos piroclásticos y de lodo se concentra en el sur de la Cordillera de los Andes, principalmente en la ciudad de Arequipa (más de 800 mil habitantes) y otras poblaciones que están en el área de influencia del Misti, Ubinas y Sabancaya, entre otros volcanes.</p>
Inundaciones	<p>El Perú por su ubicación geográfica y características morfológicas, está sujeto a peligros Hidrometeorológicos, que generan inundaciones en zonas expuestas, afectando a la población y sus medios de vida, tanto en costa, sierra y selva.</p>
Heladas y friaje	<p>En el Perú la variabilidad climática ha incrementado los impactos por bajas temperaturas (heladas y friaje en las regiones de la sierra y selva respectivamente), en los últimos diez años, estos fenómenos están generando graves daños a la población, cultivos y animales, dejando gran porcentaje de damnificados y afectados, tal como se muestra en la Tabla N° 6. La vulnerabilidad se da por exposición a mayor número de días con temperaturas muy bajas, principalmente en la sierra central y sur. Las heladas afectan directamente la salud y la seguridad alimentaria de comunidades de muy bajos recursos, altamente dependientes de cultivos y aprovechamiento de ganado, especialmente ovino y camélido.</p>
Sequías	<p>Existen diferentes grados de vulnerabilidad en relación a las sequías que han sido recurrentes en la zona sur del Perú, principalmente en la zona andina de los departamentos de: Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cusco, Puno, Moquegua e Ica, así como en algunas de sus vertientes costeras, afectando a una población de 3'416,383 habitantes y 12,960 centros poblados (Censo 2007, INEI). En las áreas agropecuarias expuestas del Perú (150 mil kilómetros cuadrados – aprox. 47% del total de la subregión andina) la población total es de 2.5 millones de habitantes. En el sur del Perú, las sequías afectan principalmente el suministro de agua para la población, los cultivos y la ganadería. La disminución de caudales normales en periodos de estiaje (escasas lluvias) está siendo influenciada por procesos de deforestación, entre otros.</p>
FEN y Cambio Climático	<p>Los glaciares tropicales presentan especiales evidencias de vulnerabilidad al cambio climático; la pérdida de áreas glaciares ha sido del 26% en Perú entre 1970 y 2003. Los fenómenos asociados</p>

...//

//...

	con El Niño y La Niña han producido incremento de lluvias, sequías y heladas en el Perú. Según la CAF (2000), durante El Niño 1997-1998 las pérdidas alcanzaron el 7% del PIB de Perú. Las pérdidas económicas y los daños en la infraestructura se traducen en atraso y sobrecostos en la provisión de bienes y servicios.
Agentes químicos, físicos y biológicos	Población expuesta a agentes físicos, químicos y biológicos, que superan los límites máximos permisibles y/o estándares internacionales que rigen cada uno de estos agentes.

Fuente: Fuente: Adaptado del PLANAGERD - Secretaría de Gestión de Riesgo de Desastres (SGRD, 2014).

- **Exposición**

Según el CENEPRED (2014) en su manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales:

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

- **Fragilidad**

Supone un aspecto negativo de la población y sus medios de vida, que aumenta su nivel de vulnerabilidad volviéndolos más susceptibles a un evento, “está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad”. (CENEPRED, 2014, p.122)

– **Resiliencia**

Contrario a la fragilidad se encuentra referida al aspecto positivo de la población en cuanto a su capacidad de asimilación y recuperación, según el CENEPRED (2014) en su manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales:

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

Dimensiones de la vulnerabilidad

De acuerdo a CENEPRED (2017), en su Manual para La Evaluación del Riesgo por Sismos en el Capítulo 5, Numeral 5.2 la vulnerabilidad se divide en cuatro dimensiones:

- **Dimensión Física:** Es la relación en condiciones específicas de infraestructura y ubicación de la comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos (daños y pérdidas) por acción del peligro.
- **Dimensión Social:** Está relacionada al conjunto de comportamientos, creencias, formas de organización y manera de actuar de una comunidad, centro poblado o sector que pueden sufrir los efectos por acción del peligro.
- **Dimensión Económica:** Está relacionada con la ausencia o poca disponibilidad de recursos económicos que tienen los miembros de una comunidad, centro poblado o sector, este tipo de vulnerabilidad tiene que ver con la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión de riesgo.
- **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.

2.1.4 Riesgo

De acuerdo al CENEPRED (2014), en su manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, se explica que:

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. (P. 147)

La Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, postula mediante la siguiente fórmula que el riesgo se encuentra en función del peligro y la vulnerabilidad.

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Donde:

R = Riesgo

f = En función

P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Estratificaron del riesgo

Se realiza haciendo uso de una matriz de doble entrada, que “con los valores obtenidos del grado de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad total, se interrelaciona, por un lado (vertical), el grado de peligrosidad; y por otro (horizontal) el grado de vulnerabilidad total en la respectiva matriz” (CENEPRED, 2014, p. 148). Para observar el comportamiento del riesgo frente al peligro y la vulnerabilidad. Ver Tabla N°6.

Tabla N° 6

Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: CENEPRED (2014)

2.1.5 Tecnologías de información geográfica

También conocidas como sistema de información geográfica, tiene muchas connotaciones y definiciones, sin embargo una muy precisa es la de Olaya (2012) el cual después de haber analizado múltiples definiciones llega a la conclusión de que “es un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados”. (P. 9)

Componentes de un SIG

De acuerdo a Olaya (2011) en su libro Sistemas de Información Geográfica, Capítulo 1, numeral 1.5, existen cinco elementos básicos que lo componen tradicionalmente y son:

- **Datos:** Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG.
- **Métodos:** Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
- **Software:** Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores.
- **Hardware:** El equipo necesario para ejecutar el software.

- **Personas:** Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG. Mayores detalles ver Figura N° 2.

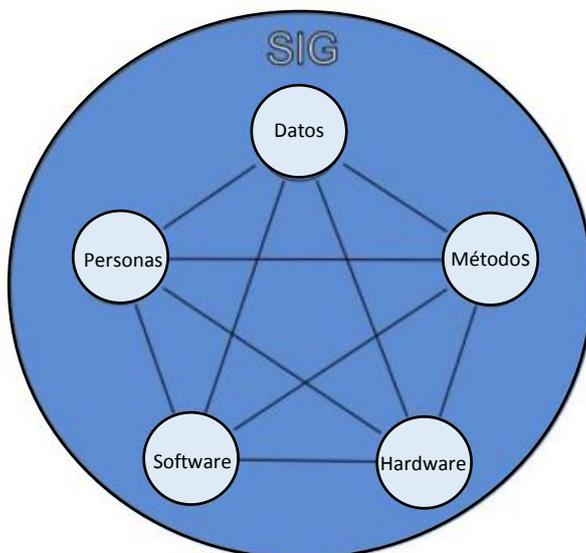


Figura N° 2. Elementos que forman el sistema SIG (Fuente: Víctor Olaya (2011) – Sistemas de Información Geográfica)

Modelos de representación

Las características de la naturaleza como la elevación, vegetación, geomorfología, geología, entre otros, además de sus componentes como vías, puentes, viviendas y demás que se encuentren en la realidad, pueden ser representadas en dos grandes modelos o formatos que se describen a continuación:

- Modelo ráster

OLAYA (2011) describe que “En el modelo ráster, la zona de estudio se divide de forma sistemática en una serie de unidades mínimas (denominadas habitualmente celdas), y para cada una de estas se recoge la información pertinente que la describe”. (p. 79)

En la imagen se puede observar que cada celda, representa un valor asociado al tipo de imagen con la que se esté trabajando, un ejemplo sería un modelo de elevación digital el cual contendría en cada una de las celdas la elevación del terreno. Ver Figura N° 3.

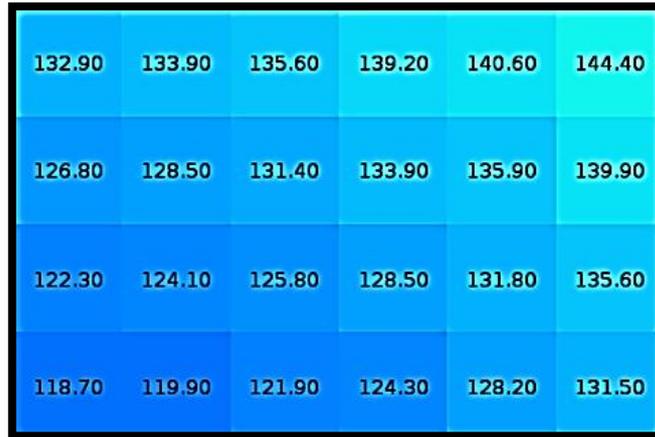


Figura N° 3. Celdas de una malla ráster con sus valores asociados (Fuente: Víctor Olaya (2011) – Sistemas de Información Geográfica)

– Modelo vectorial

Los modelos vectoriales son aquellos que son representados a través de puntos, líneas, polígonos. OLAYA (2011) explica que:

Utilizando puntos, líneas o polígonos, puede modelizarse el espacio geográfico si se asocia a estas geometrías una serie de valores definitorios. La componente espacial de la información queda así en la propia primitiva (recoge la forma, posición y otras propiedades espaciales), y la componente temática queda en dichos valores asociados (p. 84). Ver Figura N° 4.

Primitiva	Entidad espacial	Representación	Atributos																		
Puntos			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Altura</th> <th>Diámetro Normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>17,5</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22</td> <td>45,6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15</td> <td>27,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>19,7</td> <td>36,1</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ID	Altura	Diámetro Normal	1	17,5	35	2	22	45,6	3	15	27,2	4	19,7	36,1	...		
ID	Altura	Diámetro Normal																			
1	17,5	35																			
2	22	45,6																			
3	15	27,2																			
4	19,7	36,1																			
...																					
Líneas			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ancho máx(m)</th> <th>Calado máx(m)</th> <th>Longitud(km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>4,3</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>6,3</td> <td>3,9</td> <td>5,2</td> </tr> </tbody> </table>	Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)	15	4,3	35	6,3	3,9	5,2									
Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)																			
15	4,3	35																			
6,3	3,9	5,2																			
Polígonos			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Superficie(km²)</th> <th>Profundidad máx(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31494</td> <td>1637</td> </tr> </tbody> </table>	Superficie(km ²)	Profundidad máx(m)	31494	1637														
Superficie(km ²)	Profundidad máx(m)																				
31494	1637																				

Figura N° 4. Primitivas geométricas en el modelo de representación vectorial y ejemplos particulares de cada una de ellas con atributos asociados (Fuente: Víctor Olaya (2011) – Sistemas de Información Geográfica)

2.2 Base Legal

- Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Decreto Supremo 48-2011- PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664.
- Decreto Supremo N° 111-2012- PCM, que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional.
- Resolución Ministerial N° 334-2012- PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013- PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013- PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo 34-2014- PCM que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021.
- Resolución Ministerial N° 147-2016- PCM, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción.

2.3 Glosario de términos

Aceptabilidad o Tolerancia de Riesgos: La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Análisis de Riesgos: Procedimiento técnico que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en

la Gestión del Riesgo de Desastres (Literal a del numeral 6.2.1 del artículo 6.2 de la R.M. N° 334-2012-PCM).

Análisis de vulnerabilidades: etapa en la que se analiza los factores de exposición, fragilidad y la resiliencia en función al nivel de peligrosidad determinada, se evalúa el nivel de vulnerabilidad y se elabora el mapa del nivel de vulnerabilidad de la unidad física, social o ambiental evaluada (Literal a del numeral 6.2.1 del artículo 6.2 de la R.M. N° 334-2012-PCM).

Cálculo de Riesgos: Etapa en la que se determina los niveles de riesgos, se estima (cualitativa y cuantitativa) los daños o afectaciones, se elabora el mapa de zonificación del nivel de riesgos y se recomiendan medidas de control preventivo y reducción de orden estructural y no estructural (Guía para elaborar el Informe Preliminar de Riesgos – R.J.N° 087-2016-CENEPRED/J).

Damnificado/a: Condición de una persona o familia afectada parcial o íntegramente en su salud o sus bienes por una emergencia o desastre, que temporalmente no cuenta con capacidades socioeconómicas disponibles para recuperarse (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Daños: Son aquellos que sufren los activos inmovilizados, destruidos o dañados, y los ocasionados a las existencias (tanto de bienes finales como de bienes en proceso, materias primas, materiales y repuestos), es la destrucción total o parcial de infraestructura física, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario; perjuicios en las tierras de cultivo, en obras de riego, embalses, etc. (Numeral 5.5.3 del Artículo 5.5 de los Lineamientos para la formulación y aprobación del informe de evaluación de la emergencia o desastre – R.J. 84-2016-CENEPRED/J).

Desastre: Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Determinación de Peligros: Etapa de la evaluación de peligros, en la que se identifica y caracterizan los peligros, se evalúa la susceptibilidad de los peligros, se define los escenarios, se determina el nivel de peligro y se elabora el mapa del nivel de peligro (Guía Metodológica para elaborar el Estudio Socioeconómico y Cultural para el Reasentamiento Poblacional en Zona de Muy Alto Riesgo No Mitigable – R.J. 85-2016-CENEPRED/J).

Emergencia: Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la acción humana que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Evaluación de Riesgos: Componente del análisis de riesgos, que permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, calculando y recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres (Literal g del numeral 6.2.1 del artículo 6.2 de la R.M. N° 334-2012-PCM).

Identificación de peligros: Conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial de daño, que forma parte del proceso de estimación del riesgo (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Levantamiento de datos: Consiste en la visita a cada unidad social (familia, comercio, industria, etc.) para confeccionar el padrón o lista oficial de los habitantes de un ámbito geográfico (asentamiento humano, centro poblado, distrito o provincia), a través de una Ficha Socioeconómica, donde se registrará los datos personales, bienes o propiedades y otros datos que permitan describir las características demográficas, sociales, económicas, étnicas y culturales de la población (Guía Metodológica para elaborar el Estudio Socioeconómico y Cultural para el Reasentamiento Poblacional en Zona de Muy Alto Riesgo No Mitigable – R.J. 85-2016-CENEPRED/J).

Matriz de Riesgo: Es un cuadro de doble entrada nos permite determinar el nivel del riesgo, sobre la base del conocimiento de la peligrosidad y de las vulnerabilidades

(Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Medidas estructurales: Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a los peligros (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Medidas no estructurales: Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Onda Sísmica: Una onda sísmica es la perturbación efectuada sobre un medio material y se propaga con movimiento uniforme a través de este mismo medio (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Peligros originados por fenómenos de origen natural: El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Pérdidas: Se refieren básicamente a los bienes y servicios que se dejan de producir o de prestar durante un lapso que se inicia después de acaecido el desastre (o emergencia) y que puede prolongarse durante el proceso de rehabilitación y reconstrucción (Numeral 5.5.7 del Artículo 5.5 de los Lineamientos para la formulación y aprobación del informe de evaluación de la emergencia o desastre – R.J. 84-2016-CENEPRED/J).

Procesamiento y elaboración de la Base Datos: Es la verificación, digitación o registro de los datos de las Fichas Socioeconómicas utilizadas en la recolección de datos, a una base de datos, mediante un programa informático. La Base de datos deberá ser alcanzada por el INEI, con la finalidad de adecuar, agregar, jerarquizar los datos y que permitan obtener indicadores que faciliten el análisis de información (Guía Metodológica para

elaborar el Estudio Socioeconómico y Cultural para el Reasentamiento Poblacional en Zona de Muy Alto Riesgo No Mitigable – R.J. 85-2016-CENEPRED/J).

Riesgo de desastre: Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (Artículo 2 del D.S. 48-2011-PCM).

Sismo: Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas. Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Susceptibilidad: La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da versión – R.J. N° 112-2014-CENEPRED/J).

Sensibilización: La sensibilización está orientada a las autoridades, para informarles y dar a conocer la importancia del Estudio Socioeconómico y Cultural en el proceso de reasentamiento poblacional (Guía Metodológica para elaborar el Estudio Socioeconómico y Cultural para el Reasentamiento Poblacional en Zona de Muy Alto Riesgo No Mitigable – R.J. 85-2016-CENEPRED/J).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales e instrumentos

Para la elaboración de la presente investigación, se utilizaron materiales e instrumentos que sirvieron para desarrollar los primeros resultados en gabinete, que posteriormente fueron corroborados en el proceso de levantamiento de campo, para ser posteriormente homogeneizados y procesados.

3.1.1 Materiales

Los materiales que se necesitaron para el desarrollo, corroboración y levantamiento de la información faltante durante todo el proceso de elaboración del estudio, fueron:

- Manzanas catastrales del distrito de Villa María del Triunfo en formato digital DWG a una escala de 1:1250, el cual fue facilitado por la Sub Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Villa María del Triunfo.
- Información vectorial de los Factores condicionantes (suelos, geología, etc.) que nos fue facilitado en formato Shapefile por el Área de Gestión de Riesgos de Desastre e ITSE de la Municipalidad de Villa María del Triunfo.
- Mapas temáticos a escala 1: 15 000 de tipo de construcción, abastecimiento de agua, Abastecimiento de energía eléctrica, de servicio de desagüe, densidad poblacional, de accesibilidad, etc., que nos fueron facilitados en formato JPG por el Área de Gestión de Riesgos de Desastre e ITSE de la Municipalidad de Villa María del Triunfo. Mapas temáticos a escala 1: 28 000 de Incidencia de pobreza y Grupo de estratos socioeconómico, que fueron facilitados por el Instituto de Estadística e Informática – INEI.
- Información vectorial de grupo etario elaborado con la información estadística del aplicativo “Sistema de Información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño (2015)” del Instituto de Estadística e Informática – INEI.
- Imagen satelital DEM, ALOS PALSAR del área de estudio.
- Libreta de apuntes, Lápiz, lapiceros y resaltadores.

3.1.2 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron durante todo el proceso de elaboración del estudio fueron:

- Celular Iphone 6, para tomar fotografías que sustenten el trabajo de campo, además de utilizar el aplicativo de ubicación Google Maps.
- Laptop ASUS X550L, para recopilar, procesar y elaborar el informe de estudio.
- Software Auto CAD 2016 – English, para la edición de información gráfica.
- Software ArcGIS 10.3, para la edición, llenado de base datos y elaboración de mapas temáticos de estudio.
- Microsoft Excel 2013, para cálculo de los niveles de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos del estudio.
- Microsoft Word 2013, 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, que fue necesaria para poder acceder de manera eficaz y segura a la zona de estudio, además de optimizar el tiempo.

3.2 Métodos y Procedimiento

Para lograr los objetivos del estudio, se aplicó una serie de procedimientos metodológicos los cuales se siguieron cronológicamente, y estuvieron sujetos a la metodología vigente asignada por el organismo competente, para el cálculo de los niveles de riesgo.

La primera etapa del estudio fue la recopilación de información gráfica y alfanumérica, estudios e investigaciones elaboradas por entidades públicas, para realizar los mapas previos a la salida de campo y procesar la información estadística obtenida.

La segunda etapa del estudio fue la de campo, que consistió en corroborar y completar la información recopilada y procesada en gabinete. Además de elaborar la información faltante del estudio.

La tercera etapa del estudio fue la consolidación y construcción de la información, en base a los descriptores que determinamos en la etapa de recopilación de datos, y los acondicionamos a la base de datos, creando también los campos necesarios para el proceso.

La cuarta etapa fue la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico – AHP en el Excel 2013, donde se calculan los pesos para cada parámetro y descriptor, y los rangos de peligro, vulnerabilidad y riesgo; en el Software ArcGIS 10.3 se relacionan los pesos hallados con la base de datos de la información vectorial respectiva para cada parámetro, y se realiza el proceso geoespacial. Obteniendo los resultados finales en formato vectorial (shapefile) de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

En la quinta etapa, se elaboran los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, con la información obtenida en el proceso geoespacial y los niveles calculados para cada uno de ellos. Posteriormente con estos resultados se darán las recomendaciones pertinentes. Ver Figura N° 5.

Muestra

El universo de nuestro estudio comprende el distrito de Villa María del Triunfo el cual cuenta con una población de 336902 habitantes, de los cuales 171229 son mujeres y 165673 son hombres, de acuerdo a la información estadística del INEI, que elaboro el 2015 para estudios de gestión de riesgos en el Perú. El espacio espacial del estudio es el sector 4 de Nueva Esperanza, el cual tiene una población de 55254 habitantes, de donde 28272 son mujeres y 26982 son hombres.

El espacio temporal del estudio se dio entre el 2017 y 2018, en un plazo de 7 meses en campo, donde se pudo corroborar, complementar y elaborar la información requerida. Y la unidad de análisis es a nivel de manzanas catastrales, que de acuerdo a la base gráfica final se tiene un total de 1911 manzanas catastrales, de las cuales se pudo obtener información de la infraestructura de las viviendas, características físicas del terreno y servicios básicos.

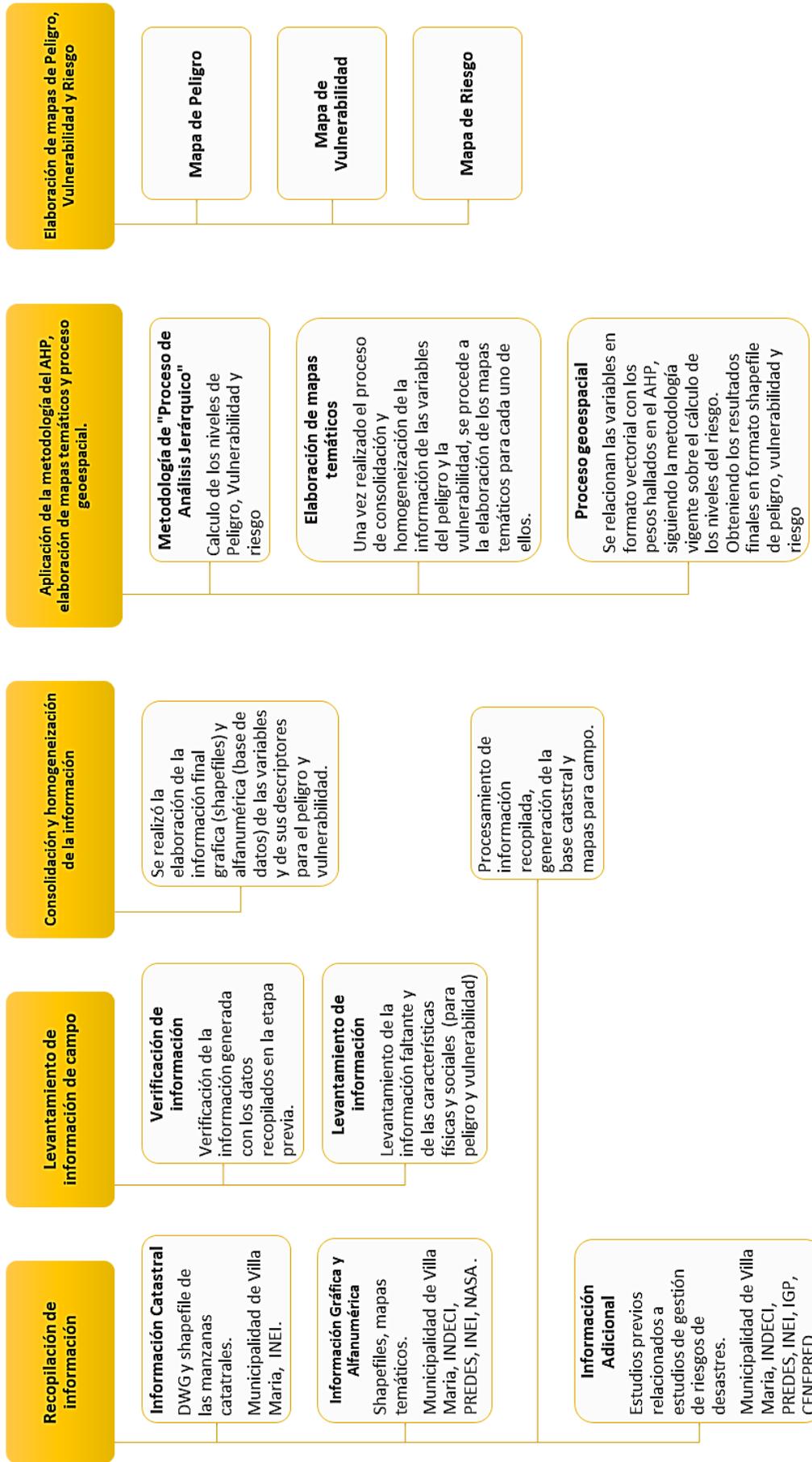


Figura N° 5. Flujo Metodológico del estudio (Fuente: Elaboración propia)

3.2.1 Método

La Estrategia Internacional de Reducción de Desastres – EIRD de las Naciones Unidas, es la encargada de proponer medios y medidas para reducción de desastres y cuenta con la participación de diversas entidades alrededor del mundo y tiene como principal objetivo la reducción de pérdidas humanas, económicas y ambientales, aplicando estrategias globales para el incremento de la resiliencia de las naciones y comunidades, las cuales fueron aprobadas con el Plan de acción de Hyogo, el cual ha sido reemplazado por el Marco de Sendai 2015 - 2030. Existen diferentes metodologías para la estimación o cálculo del riesgo, pero todas ellas se basan en las estrategias que propone la EIRD, y nuestras leyes sobre gestión de riesgo de desastres también se encuentran bajo este marco estratégico.

De acuerdo a la Ley 29664, que crea el sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres– SINAGERD, dentro de la cual se crea el Centro Nacional De Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre – CENEPRED, al cual se le asignan dos componentes de la gestión de riesgo que son la gestión prospectiva y correctiva, y tienen como una de sus funciones elaborar los lineamientos para el desarrollo de instrumentos técnicos que las entidades públicas puedan utilizar para la planificación, organización, ejecución y seguimiento¹.

Bajo este contexto se elaboró el manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales - 2da versión, el cual nos explica y permite identificar los parámetros del fenómeno de origen natural, para su posterior evaluación.

Se utiliza el método multicriterio (Proceso de Análisis Jerárquico), para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. (CENEPRED, 2014, p. 90)

¹ Ley 29664 – Ley del SINAGERD

3.2.2 Tipo y nivel de investigación

3.2.2.1 Tipos de Investigación

Permite darle la dimensión al nivel de acuerdo a los objetivos establecidos, el tipo de investigación determina la manera de cómo el investigador abordara el evento de estudio, de acuerdo a las técnicas, métodos, instrumentos y procedimientos propios de cada uno.²

Según su enfoque

- A. Investigación mixta; Se le conoce como investigación mixta porque agrupa a los enfoques cuantitativo y cualitativo, se encarga de la recolección de sus datos y el procesamiento de estos de una manera conjunta, obteniendo resultados con mayor precisión sobre cualquier investigación.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) dice que, “Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso)” (p. 6), siguiendo esta explicación podemos decir que este estudio se encuentra dentro de este enfoque, al ser un proceso de estimación del nivel del riesgo, en el cual se está utilizando la metodología científica del proceso de análisis jerárquico, con datos alfanuméricos y gráficos, para llegar a cuantificar nuestro riesgo y obtener como resultado un dato real.

De acuerdo a Hernández et al. (2014), “Las investigaciones cualitativas se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas), van de lo particular a lo general” (p. 8), y debido a que una pequeña parte de la información catastral se tiene que generar, pues la facilitada por las entidades públicas, no se encuentra completamente actualizada y por lo tanto no hay información sobre las variables (parámetros), y de acuerdo a este enfoque podemos asignar información de otros asentamientos humanos dentro del área de estudio con un previo análisis observatorio y pequeñas entrevistas a los pobladores para saber cuáles con esas características que tienen en común y nos

² Disponible en <<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>>

permitirían asignar la información para poder seguir con el proceso de estimación de riesgo.

Según su finalidad

A. Investigación Aplicativa; de acuerdo a Valderrama (2013) se le llama también:

“práctica, empírica, activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus conocimientos y aportes teóricos para poder generar beneficios y bienestar a la sociedad. Se sustenta en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad”. (p. 39)

Por lo tanto nuestra investigación tiene como finalidad aplicar teorías y métodos científicos con ayuda de las tecnologías de información geográficas para llegar a estimar los niveles de riesgo del sector 4 de Nueva Esperanza, con el fin de beneficiar no solamente a los pobladores de dicho sector sino también para que sirva como un estudio base para todo el distrito, ya que cuenta en casi toda su extensión con las mismas características.

De esta manera se estaría llegando al objetivo principal de este tipo de investigación, pues lleva como fin conocer las realidades para poder aplicar conocimientos, más que elaborar teorías o métodos, y es por ello que una vez estimado el nivel de riesgo, se realizara un sectorización, con el fin de aplicar planes y programas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo, generando como se explica en la teoría, bienestar social.

3.2.2.2. Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández et al. (2012), en su página web “Metodologías de la investigación”, se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio.³

Investigación predictiva

Valderrama (2013) nos explica que: “la investigación predictiva se encarga de la estimación probabilística de eventos generales adversos, como pueden ser las complicaciones de la enfermedad, la mortalidad o lo que podría ocurrir en un futuro” (p. 46), y que apoya la veracidad de sus resultados en la aplicación de conocimientos exploratorios, métodos científicos, análisis y procesamiento de sus datos para llegar a una predicción real sobre cualquier estudio.

El objetivo general de este estudio es la estimación de los niveles del riesgo apoyándonos en tecnologías de información geográfica, la cual tiene como resultado una predicción de posibles hechos frente a un evento sísmico y el cual será calculado mediante el método del Proceso Analítico Jerárquico – AHP. Es importante recalcar que este proceso de estimación es lo más cercano a la realidad que pueda suceder, sin embargo como se explica es una posibilidad y por ende sirve para poder realizar acciones de prevención y reducción del riesgo mediante identificación de áreas críticas.

3.2.3 Metodología del “Proceso de Análisis Jerárquico” – AHP

Según Osorio y Orejuela (2008), este método fue desarrollado por Thomas Saaty, a finales de los años 60. Su simplicidad y su poder han sido evidenciados en las cientos de aplicaciones en las cuales se han obtenido importantes resultados y en la actualidad, es la base de muchos paquetes de software diseñados para los procesos de tomas de decisiones complejas. (p. 248)

³ Disponible en <<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>>

Esta referida a la comparación de pares de elementos con los cuales se construyen matrices comparativas de acuerdo a la importancia de los elementos en función al criterio del estudio, se basa en la toma de decisiones u opiniones respecto de la jerarquía de un elemento respecto a otro. En base a esto se determinaran los valores (pesos) de cada elemento dentro de una matriz, los cuales deben sumar la unidad.

La determinación de los pesos se presenta de la siguiente manera:

- Cada elemento será representado por E_n , al cual se le determinara su peso w_{E_n} .
- Dentro de cada elemento, se encontraran sus características a comparar y estos serán representados por en_{E_n} , a los cuales se les determinaran sus pesos $w_{en_{E_n}}$.
- De esta manera, de acuerdo al análisis de una serie de elementos se debe llegar al siguiente postulado $W = w_{E_1} * w_{e1_{E_1}} + w_{E_2} w_{e1_{E_2}} * + w_{E_3} * w_{e1_{E_3}} + \dots + w_{E_n} * w_{en_{E_n}}$. Donde W es el valor esperado de acuerdo al tipo de estudio o análisis que se esté realizando.

Dichos valores se determinan mediante la Tabla N° 7 de escalas preferenciales. El AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos. “Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor” (Toskano, 2005, capítulo III, párr. 67).

Tabla N° 7
Escalas de Preferencias

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy extremadamente preferible	6
fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores. Toskano Hurtado, Gerard Bruno.

La Matriz de Comparaciones

Sea E_1 la matriz que contenga e ($e = 1, 2, 3 \dots n$) características, las cuales serán ordenadas matricialmente para ser comparadas, se colocaran los valores en filas y columnas y de acuerdo a los valores de la Tabla de escalas de preferencia se procederá a evaluarlos. El valor será la unidad cuando se esté comprando la alternativa consigo misma y de acuerdo al criterio de reciprocidad si consideramos que $e1_{E_1}$ es n veces mejor que $e2_{E_1}$, entonces deduciremos que $e2_{E_1}$ es $1/n$ veces mejor que $e1_{E_1}$. “Este principio es utilizado en el análisis matricial que se realiza a los criterios y las alternativas. Garantiza que el análisis se haga de manera bidireccional” (Osorio y Orejuela, 2008, p. 249). Ver Figura N° 6.

$E_1 =$		$e1_{E_1}$	$e2_{E_1}$	$e3_{E_1}$	$e4_{E_1}$	Donde: $A = 1 / (1 + 1/x + 1/y + 1/z)$ $B = 1 / (x + 1 + 1/h + 1/j)$ $C = 1 / (y + h + 1 + 1/f)$ $D = 1 / (z + j + f + 1)$
	$e1_{E_1}$	1	x	y	z	
	$e2_{E_1}$	1/x	1	h	j	
	$e3_{E_1}$	1/y	1/h	1	f	
	$e4_{E_1}$	1/z	1/j	1/f	1	
1/suma	A	B	C	D		

Figura N° 6. Matriz de comparación de pares (Fuente: Elaboración propia)

Síntesis o Matriz de Normalización

“El proceso matemático preciso que se requiere para realizar tal sintetización implica el cálculo de valores y vectores característicos. El siguiente procedimiento de tres pasos proporciona una buena aproximación de las prioridades sintetizadas” (Toskano, 2005, capítulo III, párr. 105).

En la matriz de normalización, que se observa en la Figura N° 7, para determinar el valor (peso) se deben multiplicar el valor de la suma entre uno, de cada columna de la matriz de comparación de pares, con el valor de cada alternativa (característica, elemento, descriptor, etc.) de las columnas de la matriz de comparación de pares. Se sumaran los valores de cada fila y se les divide a cada uno por la cantidad de columnas, las suma de todos estos valores deben dar la unidad.

$E_{1x} \left(\frac{1}{suma} \right) =$		e_{1E_1}	e_{2E_1}	e_{3E_1}	e_{4E_1}	Vector priorización	Donde:
	e_{1E_1}	1*A	x*B	y*C	z*D	$w_{e_{1E_1}}$	$w_{e_{1E_1}} = ((1*a)+(x*B)+(y*C)+(z*D))/4$
	e_{2E_1}	(1/x)*A	1*B	h*C	j*D	$w_{e_{2E_1}}$	$w_{e_{2E_1}} = ((1/x)*A)+(1*B)+(h*C)+(j*D))/4$
	e_{3E_1}	(1/y)*A	(1/h)*B	1*C	f*D	$w_{e_{3E_1}}$	$w_{e_{3E_1}} = ((1/y)*A)+((1/h)*B)+(1*C)+(f*D))/4$
	e_{4E_1}	(1/z)*A	(1/j)*B	(1/f)*C	1*D	$w_{e_{4E_1}}$	$w_{e_{4E_1}} = ((1/z)*A)+((1/j)*B)+((1/f)*C)+(1*D))/4$

Figura N° 7. Matriz de sintetización o normalización de pares (Fuente: Elaboración propia)

Una vez que se tenga los valores (pesos) para cada elemento (w_{E_n}) y de las alternativas ($w_{en_{E_n}}$) de cada uno de estos, se realiza un análisis de consistencia. Toskano (2005) afirma: “si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión. Si el grado de consistencia es inaceptable, quien toma las decisiones debe reconsiderar y posiblemente modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis” (capítulo III, párr. 143). Se procede a calcular los valores del estudio, que será una jerarquización de valores que nos permitirá aplicar una serie de decisiones respecto a la problemática del estudio. Ver Figura N° 8.

$$W = \begin{bmatrix} w_{E_1} * w_{e_{1E_1}} + w_{E_2} w_{e_{1E_2}} + w_{E_3} * w_{e_{1E_3}} + w_{E_4} * w_{e_{1E_4}} \\ w_{E_1} * w_{e_{2E_1}} + w_{E_2} w_{e_{2E_2}} + w_{E_3} * w_{e_{2E_3}} + w_{E_4} * w_{e_{2E_4}} \\ w_{E_1} * w_{e_{3E_1}} + w_{E_2} w_{e_{3E_2}} + w_{E_3} * w_{e_{3E_3}} + w_{E_4} * w_{e_{3E_4}} \\ w_{E_1} * w_{e_{4E_1}} + w_{E_2} w_{e_{4E_2}} + w_{E_3} * w_{e_{4E_3}} + w_{E_4} * w_{e_{4E_4}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \end{bmatrix}$$

Figura N° 8. Matriz de jerarquización de valores (Fuente: Elaboración propia)

Aplicación del método del “Proceso de Análisis Jerárquico” a la gestión de Riesgo de desastres.

De acuerdo a la teoría del CENEPRED, el riesgo se encuentra en función al peligro y la vulnerabilidad. El cálculo de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo se realizan en el programa Excel 2013, el cual será llevado a la realidad en el Software Arcgis 10.3. La aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico se explica de la siguiente manera:

Paso 1: Proceso de Análisis Jerárquico aplicado al peligro.

El peligro se calcula en base a la relación de la susceptibilidad (Condicionante y Desencadenante) y el parámetro de evaluación, de acuerdo al evento que se esté estudiando, se determinaran los parámetros y los descriptores de cada una de estas para poder realizar el proceso.

Tomamos como parámetros del factor condicionante a X, Y, Z y a los descriptores de cada una de estas como x1, x2,...x5, y así para todos los parámetros. Se elaborara una matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para determinamos los pesos de parámetros, y para cada parámetro para poder determinar el peso de cada descriptor.

Tabla N° 8
Calculo del factor condicionante

FACTOR CONDICIONANTE									VALOR
X			Y			Z			
Descriptor	Peso Descriptor	Peso parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso parámetro	Descriptor	Peso Descriptor	Peso parámetro	
x1	0.503	0.581	y1	0.503	0.309	z1	0.503	0.110	0.503
x2	0.260	0.581	y2	0.260	0.309	z2	0.260	0.110	0.260
x3	0.134	0.581	y3	0.134	0.309	z3	0.134	0.110	0.134
x4	0.068	0.581	y4	0.068	0.309	z4	0.068	0.110	0.068
x5	0.035	0.581	y5	0.035	0.309	z5	0.035	0.110	0.035

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 8 se observa, que se determinó el peso para cada parámetro y para cada uno de sus descriptores, los cuales de acuerdo a la teoría del AHP, se calculara el valor del factor condicionante con la suma de la multiplicación del peso de los descriptores con el peso de los parámetros. Entonces tenemos la siguiente formula:

$$\text{Valor condicionante} = (\text{Pdes } x_n * \text{Ppar } X) + (\text{Pdes } y_n * \text{Ppar } Y) + (\text{Pdes } z_n * \text{Ppar } Z) \dots \text{Formula N}^\circ 1$$

Donde,

Pdes: Peso del descriptor x1, x2, x3, x4, x5, y1, y2, y3, y4, y5, z1, z2, z3, z4, z5.

Ppar: Peso del Parámetro X, Y y Z.

Para el factor desencadenante, se determinan solamente los pesos de sus descriptores, porque está en función al fenómeno que se está estudiando, por lo tanto tiene un solo

parámetro. Lo mismo se aplicaría para el parámetro de evaluación, y una vez determinados los pesos se podría calcular los niveles de peligrosidad.

Tabla N° 9
Calculo de niveles de peligro

PELIGRO										
SUSCEPTIBILIDAD							Parámetro de evaluación			VALOR PELIGRO
Factor condicionante		Factor desencadenante			Valor	Peso	A			
valor	Peso	S					Descrip	Peso Descrip	Peso parámetro	
		Descrip	Peso Descrip	Peso parámetro	Descrip	Peso Descrip				
0.503	0.5	s1	0.503	0.5	0.503	0.5	a1	0.503	0.5	0.503
0.260	0.5	s2	0.260	0.5	0.260	0.5	a2	0.260	0.5	0.260
0.134	0.5	s3	0.134	0.5	0.134	0.5	a3	0.134	0.5	0.134
0.068	0.5	s4	0.068	0.5	0.068	0.5	a4	0.068	0.5	0.068
0.035	0.5	s5	0.035	0.5	0.035	0.5	a5	0.035	0.5	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se tienen que determinar los pesos para una matriz de 2 x 2, esto es a criterio del evaluador, pues estas matrices son siempre consistentes y es por este motivo que el Proceso de Análisis Jerárquico se realiza a partir de 3 parámetros, variables, elementos, etc. Como podemos observar en la Tabla N° 9, la susceptibilidad es el resultado de la suma del valor del condicionante por su peso y del descendente por su peso, los cuales son asignados a criterio del especialista debido que son dos parámetros; y este mismo ejemplo se aplica para hallar el valor del peligro, respecto a la susceptibilidad y el parámetro de evaluación. De acuerdo a la explicación tenemos las siguientes formulas:

$$\text{Valor susceptibilidad} = (\text{V Cond} * \text{P Cond}) + (\text{V Desen} * \text{P Desen}) \dots \text{Formula N}^\circ 2$$

Donde,

V Cond: Valor del condicionante

P Cond: Peso del condicionante

V Desen: Valor del desencadenante

P Desen: Peso del desencadenante

$$\text{Valor Peligro} = (\text{V Sucep} * \text{P Sucep}) + (\text{V Pareva} * \text{P Pareva}) \dots \text{Formula N}^\circ 3$$

Donde,

V Sucep: Valor de la susceptibilidad

P Sucep: Peso de la susceptibilidad

V Pareva: Valor del parámetro de evaluación

P Pareva: Peso del parámetro de evaluación

Una vez calculados los valores jerarquizados del peligro, se colocan los rangos con sus respectivos niveles como se observa en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10
Niveles del peligro

NIVEL DE PELIGRO	
$0.260 \leq P \leq 0.503$	MUY ALTO
$0.134 \leq P < 0.260$	ALTO
$0.068 \leq P < 0.134$	MEDIO
$0.035 \leq P < 0.068$	BAJO

Fuente: CENEPRED

Paso 2: Proceso de Análisis Jerárquico aplicado a la vulnerabilidad.

Dentro de la vulnerabilidad tenemos los tres factores de exposición, fragilidad y resiliencia, los cuales se analizan en relación a sus dimensiones. La exposición será todos aquellos elementos que se encuentren expuestos dentro del área de estudio.

Para calcular el valor de la vulnerabilidad de la dimensión física, se tiene que hallar primero el valor de la fragilidad física y la resiliencia física. Cada uno de estos tiene parámetros que de acuerdo al estudio se determinaran y jerarquizaran. En la Tabla N° 11 podemos apreciar la metodología.

Tabla N° 11
Cálculo del valor de la dimensión física

DIMENSIÓN FÍSICA													Valor	VALOR DIMENSIÓN FÍSICA
Fragilidad física						Valor	Resiliencia física							
X			Y				W			Z				
De s	Peso Des	Peso parámetro	De s	Peso Des	Peso parámetro		De s	Peso Des	Peso parámetro	De s	Peso Des	Peso parámetro		
x1	0.503	0.5	y1	0.503	0.5	0.5	w1	0.503	0.5	z1	0.503	0.5	0.5	0.503
x2	0.260	0.5	y2	0.260	0.5	0.5	w2	0.260	0.5	z2	0.260	0.5	0.5	0.260
x3	0.134	0.5	y3	0.134	0.5	0.5	w3	0.134	0.5	z3	0.134	0.5	0.5	0.134
x4	0.068	0.5	y4	0.068	0.5	0.5	w4	0.068	0.5	z4	0.068	0.5	0.5	0.068
x5	0.035	0.5	y5	0.035	0.5	0.5	w5	0.035	0.5	z5	0.035	0.5	0.5	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Se determinan los valores para los descriptores de fragilidad y la resiliencia física, si se tuvieran más parámetros se determinarían sus pesos en función al AHP, pero para este caso es a criterio del especialista. Las fórmulas para calcular el valor de la dimensión física serían las siguientes:

$$\text{Fragilidad física} = (\text{Pdes } x_n * \text{Ppar } X) + (\text{Pdes } y_n * \text{Ppar } Y) \dots \text{Formula N}^\circ 4$$

Donde,

Pdes: Peso del descriptor $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$.

Ppar: Peso del Parámetro X, Y

$$\text{Resiliencia Física} = (\text{Pdes } w_n * \text{Ppar } W) + (\text{Pdes } z_n * \text{Ppar } Z) \dots \text{Formula N}^\circ 5$$

Donde,

Pdes: Peso del descriptor $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$.

Ppar: Peso del Parámetro W, Z

$$\text{Valor Dimensión Física} = (\text{V Ffísica} * \text{P Ffísica}) + (\text{V Rfísica} * \text{P Rfísica}) \dots \text{Formula N}^\circ 6$$

Donde,

V Ffísica: Valor de la fragilidad física

P Ffísica: Peso de la fragilidad física

V Rfísica: Valor de la Resiliencia física

P Rfísica: Peso de la resiliencia física

Este mismo procedimiento se realizara para todas las dimensiones de la vulnerabilidad, que se tomen en cuenta, de acuerdo al análisis del especialista. Y finalmente con estos valores poder calcular el valor de vulnerabilidad total del estudio.

Tabla N° 12
Cálculo del valor de la vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				Valor Vulnerabilidad
Dimensión física		Dimensión Social		
valor	Peso	valor	Peso	
0.503	0.5	0.503	0.5	0.503
0.260	0.5	0.260	0.5	0.260
0.134	0.5	0.134	0.5	0.134
0.068	0.5	0.068	0.5	0.068
0.035	0.5	0.035	0.5	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Para la Tabla N° 12, podemos observar que el valor de la vulnerabilidad se halla en función a dos dimensiones, a los cuales se les determina sus pesos. Esto es exclusivamente función a las decisiones que el especialista tome para el estudio, pueden ser más dimensiones.

Finalmente la vulnerabilidad Total se calculara con la siguiente formula:

$$\text{Valor Vulnerabilidad} = (V_{Dfísica} * P_{Dfísica}) + (V_{Dsocial} * P_{Dsocial}) \dots \text{Formula N° 7}$$

Donde,

V Dfísica: Valor de la dimensión física

P Dfísica: Peso de la dimensión física

V Dsocial: Valor de la dimensión social

P Dsocial: Peso de la dimensión social

Una vez calculados los valores jerarquizados de la vulnerabilidad, se colocan los rangos con sus respectivos niveles como se observa en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13
Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	
$0.260 \leq V \leq 0.503$	MUY ALTO
$0.134 \leq V < 0.260$	ALTO
$0.068 \leq V < 0.134$	MEDIO
$0.035 \leq V < 0.068$	BAJO

Fuente: CENEPRED

Paso 2: cálculo del riesgo.

El riesgo será la multiplicación de los valores del peligro y la vulnerabilidad, y con estos valores jerarquizados que van de mayor a menor, se colocan los rangos con sus respectivos niveles como se observa en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14
Niveles de riesgo

NIVELES DE RIESGO	
$0.068 \leq R < 0.253$	MUY ALTO
$0.018 \leq R < 0.068$	ALTO
$0.005 \leq R < 0.018$	MEDIO
$0.001 \leq R < 0.005$	BAJO

Fuente: CENEPRED

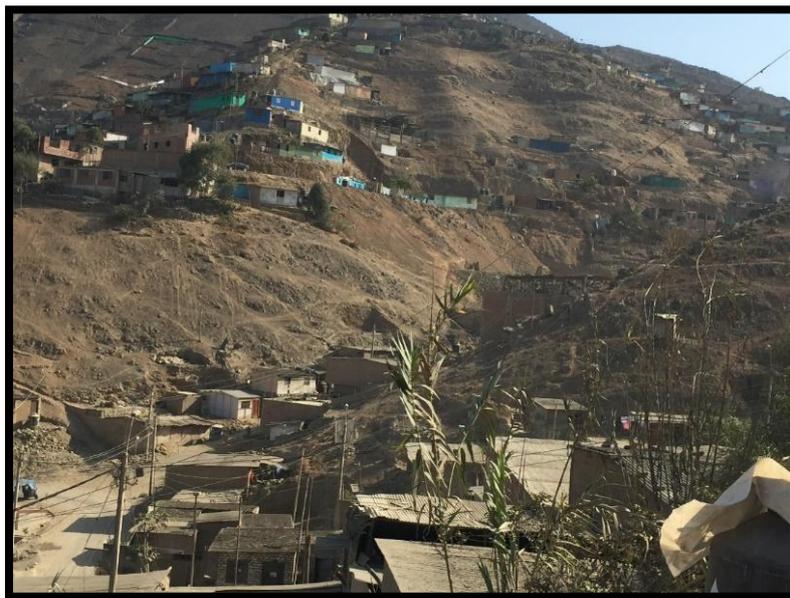
3.3 Procedimiento

3.3.1 Descripción del ámbito de la investigación

El sector cuatro de Nueva esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo, se encuentra en la parte central del distrito y limita por el norte con el sector número dos de Cercado – Villa María del triunfo, por el sur con el sector número cinco de San Francisco de la Tablada de Lurín, por el oeste con el sector tres de Inca Pachacutec y el distrito de Villa El Salvador y por el este con las lomas de Villa María del Triunfo que se observa en el Mapa N° 1.

La principal vía que cruza el distrito es la avenida 26 de noviembre, en casi toda su extensión está conformada por estribaciones andinas. Sus coordenadas de referencia son UTM 291100 E y 8654234 N, y sus coordenadas geográficas son 12° 09' 44" Latitud Sur y 76° 55' 11" Longitud Oeste.

El sector cuatro de Nueva Esperanza tiene una extensión de 8.031 Km² y sus altitudes varían entre 161 y 754 m.s.n.m., el distrito en casi toda su extensión es de uso de vivienda familiar con pequeños núcleos de comercio, y de acuerdo a la clasificación climática de Werren Thornthwaite tiene un clima Semi cálido - desértico. Ver Fotografía N° 7 - 10.



Fotografía N° 7. Viviendas sobre laderas de altas pendientes en el A.H. Villa Lourdes II - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 8. Vista del Sector 43 - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 9. Vista del Sector 42 - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 10. Vista de la parte alta del margen izquierdo de la Av. Unión en el sector 35 del A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)

285800 287800 289800 291800



8655900

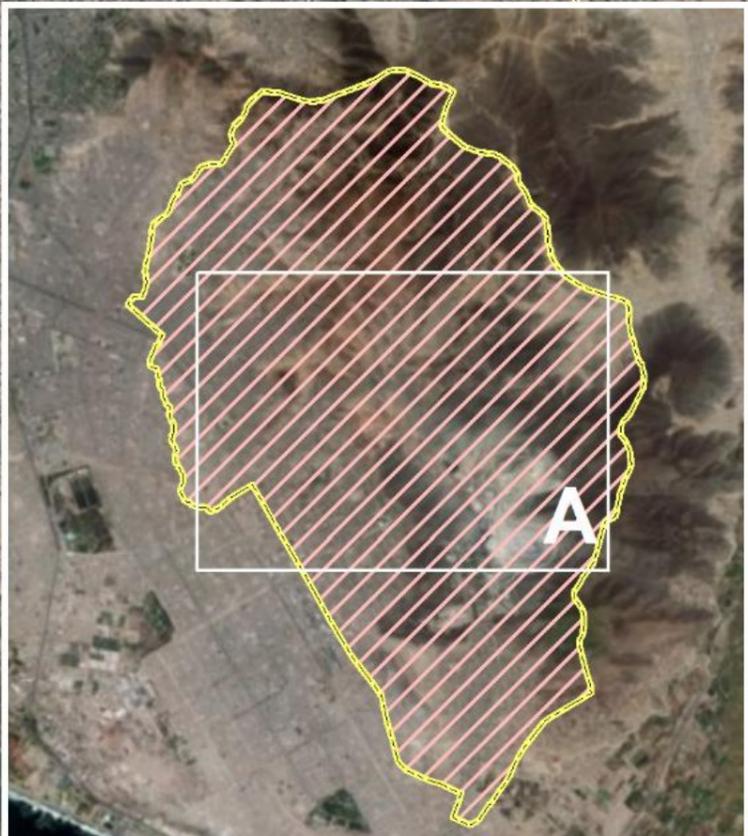
CIUDAD DE DIOS

VILLAMARIA DEL TRIUNFO

Zona 2
Cercado - Villa María del Triunfo

Cda. Virgen De Lourdes

8653900



Zona 3
Inca Pachacutec



3.3.1.1 Caracterización del peligro

De acuerdo a las bases teóricas del CENEPRED, el peligro está compuesto por el factor condicionante, desencadenante y el parámetro de evaluación.

En el caso de este estudio estamos estimando el nivel de riesgo del sector 4 de Nueva Esperanza, ante la ocurrencia de un sismo en la provincia de Lima. De acuerdo al análisis realizado en gabinete, tomado en cuenta las características del terreno, datos históricos, el posible evento y la teoría brindada por el CENEPRED se determinó los parámetros de la peligrosidad, y cuya información fue obtenida en las salidas de campo y la municipalidad de Villa María del Triunfo, y se muestran la Tabla N° 15.

Tabla N° 15
Caracterización del Peligro

Factor Condicionante	Factor desencadenante	Parámetro de evaluación
Geotecnia Pendiente Geología Suelos Geomorfología	Sismo	Aceleración de la gravedad

Fuente: Elaboración propia

En los factores condicionantes los parámetros que se tomaron, están en función a un sismo pues la respuesta sísmica de las viviendas, y demás infraestructura del Sector 4 se encuentra en función del suelo y a la capacidad portante de este principalmente. La ubicación de los asentamientos humanos informales en las laderas de altas pendientes sobre suelos inestables y de unidades de relieve abruptos, suponen un peligro latente y no solo ante un evento de origen natural. Por ello se colocó en el Tabla los parámetros por orden de importancia frente a un evento sísmico, sin embargo todas son imprescindibles para hallar en función de ellas, el peligro sísmico.

El factor desencadenante es el fenómeno de origen natural sobre el que se está realizando el estudio y este vendría hacer el evento sísmico. El parámetro de evaluación será en función al sismo, tomándose la aceleración de la gravedad como el parámetro para nuestro estudio, el cual se obtuvo mediante un estudio de refracción sísmica que se elaboró en el distrito. Con este parámetro podemos observar que ante la ocurrencia de un evento

sísmico de gran magnitud, cuáles serían las zonas donde se propagarían y sentirían más las ondas sísmicas. Ver Fotografía N° 11 - 14.



Fotografía N° 11. Vivienda sobre suelos de formación residual propensa a derrumbe en la Asociación San Juanito - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 12. Vista de las viviendas en zona de alta pendiente del Comité 51- A desde la calle 7 de Junio en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 13. Vivienda sobre laderas inestables en la Junta de Posesionarios del Parque Industrial - anexo 2 - Manchay - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 14. Viviendas en zonas de alta pendiente con formación de suelos residuales A.V. Nueva Unión - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)

3.3.1.2 Análisis de la vulnerabilidad

Los parámetros de las dimensiones de la vulnerabilidad que se observan en la Tabla N° 16, también se determinan en la fase de gabinete, y están sujetas a los factores de la vulnerabilidad como son la exposición, fragilidad y resiliencia. La información de la vulnerabilidad se pudo obtener gracias a las salidas de campo e información facilitada por organismos públicos.

Tabla N° 16
Análisis de la Vulnerabilidad

Dimensión	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Física	Sector 4 de Nueva Esperanza	Material de pared	Estado de conservación
		Material de techo	Tipo de construcción
social		Grupo Etario	Incidencia de pobreza
		Densidad Poblacional	Estratos socioeconómicos

Fuente: Elaboración propia

La exposición tiene que ver con los diversos elementos expuestos que se encuentran en el área de estudio, y de acuerdo al análisis y tipo de evento se toma como principales elementos a las viviendas, edificios, centros comerciales y demás de uso humano, y por supuesto a la población que utiliza esta infraestructura. El análisis de estos elementos expuestos se realiza en todo el sector 4, es por ello que se toma toda su extensión como el factor exposición de la vulnerabilidad la cual es la misma para ambas dimensiones.

En fragilidad física, el material de pared y techo son los que ante un sismo pueden destruirse, generando pérdidas humanas y económicas, y aumentando la cantidad de damnificados por dos razones, una por la pérdida de su vivienda y otra por la pérdida de su medio de vida, ya que algunas viviendas son utilizadas como fuentes de ingresos primarios. Y mucho tiene que ver el tipo de construcción y estado de conservación con el que cuentan estas viviendas, pues al contar con mejor infraestructura y cimientos hará que sea más resistente ante cualquier evento formando parte de su resiliencia.

En la dimensión social, el grupo etario y la densidad poblacional son la fragilidad social debido a que ante un evento, es más difícil evacuar a los niños y ancianos, y esto se agrava

aún más en zonas con mayor conglomeración humana. La resiliencia social tiene mucho que ver con los ingresos económicos de las familias y también con los grupos de pobreza, pues obviamente los grupos con mayores ingresos, tiene la capacidad de poder resistir frente a un sismo, ya que se encuentran más preparados y organizados, debido a que cuentan con educación más especializada y tienen conocimientos sobre gestión de riesgo, que aquellos que apenas pueden cubrir sus necesidades básicas. Ver Fotografía N° 15 - 17.



Fotografía N° 15. Vivienda improvisada de triplay con base de costales terreros en el C.V. 11- 12 Sur - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 16. Viviendas de madera sobre laderas de altas pendientes de formación de suelo residual en el margen izquierdo del A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 17. Vivienda improvisada de madera sobre suelo inestable por acción antrópica en la Asociación San Juanito - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)

3.3.2 Recopilación de la información primaria

3.3.2.1 Instrumentos para la recolección de datos

Análisis de contenido cuantitativo

Hernández et al. (2014) dice que, “es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera “objetiva” y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico” (p. 251), se recopila información numérica y vectorial, que se descargan de recursos en línea o también que son generados por organismos públicos y privados, para estudios que son de su competencia.

La información gráfica a nivel manzana de sector 4 del distrito de Villa María es la primera que se debe recopilar debido a que en base a esta se determinara la extensión del estudio, la información cartográfica en formato DWG fue obtenida mediante una solicitud a la Sub Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Villa María del Triunfo.

Mapas temáticos de suelos, geología, geomorfología, etc., a nivel distrital fueron obtenidos mediante una solicitud al área de gestión de riesgos de desastre e ITSE de la Municipalidad de Villa María del Triunfo, cual cuenta con información vectorial en formato Shapefile de estudios pasados en colaboración con PREDES, además que también nos brindaron información de curvas, quebradas, vías y procesos geomorfológicos a nivel de distrito. Para la generación de la pendiente se descargó un Modelo de Elevación Digital – DEM, ALOS PALSAR de 12.5 metros de resolución espacial, de la página web “Alaska Satellite Facility” la cual es un portal, que previa inscripción facilita información de la NASA.

Para la información de Grupo Etario de la dimensión social, se utilizó el aplicativo que el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI elaboro el 2015 para estudios de gestión de riesgos en el Perú, el aplicativo lleva el nombre de “Sistema de Información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño 2015” el cual cuenta con información estadística y vectorial a nivel de manzanas. En la Tabla N° 17 se observan las variables recolectadas con este instrumento.

Tabla N° 17

Parámetros recolectados por el instrumento de análisis de contenido cuantitativo

Base grafica	Parámetros de la peligrosidad	Parámetros de la vulnerabilidad
Base grafica a nivel de manzanas	Pendiente Suelos Geología	Grupo Etario

Fuente: Elaboración propia

Observación

Hernández et al. (2014) explica que, “Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (p. 252), como se explica mediante este instrumento podemos plasmar las características del área de estudio en un sistema de base de datos numérico y vectorial.

Para la primera salida campo realizado para este estudio, se elaboraron diversos mapas cartográficos del sector 4 para poder recolectar los datos de los parámetros de la

dimensión física de la vulnerabilidad, los cuales tiene que ver con las estructura de las viviendas, que por el tipo de escala y extensión del estudio se tomó de cada parámetro al material predominante de paredes y techos, y el estado de conservación predominante de las viviendas, por manzanas. Además de corroborar y modificar información recolectada de otros estudios, como una fuente adicional de información.

Para los parámetros del Peligro, este método fue determinante pues con la información vectorial que se obtuvo de suelo y geología, y la observación de campo, se pudo obtener información base para elaborar la información vectorial de geotecnia y geomorfología, basándonos en las unidades de relieve predominantes de la zona, además de la dinámica de los suelos por la acción antrópica de los asentamientos humanos. En la Tabla N° 18 se observan las variables recolectadas con este instrumento.

Tabla N° 18

Parámetros recolectados por el instrumento de observación

Parámetros de la peligrosidad	Parámetros de la vulnerabilidad
Geotecnia Geomorfología	Material de pared Material de techo Estado de conservación

Fuente: Elaboración propia

Datos Secundarios

De acuerdo a Hernández et al. (2014), este instrumento “implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos” (p. 252), entonces mediante la obtención de información de otros estudios previos, información de entidades públicas u otros medios, que han sido evaluados mediante un método y que de acuerdo al tipo de estudio que se esté analizando pueden utilizarse para otro proceso de evaluación.

Para la obtención del parámetro de tipo de construcción de la dimensión física y el parámetro de densidad población de dimensión social de la vulnerabilidad, se utilizó el mapa de Tipo de Construcción y Densidad Poblacional, que elaboro la Municipalidad de Villa María del Triunfo para su programa de Modernización Municipal (2011), la cual fue corroborada y modificada en campo y cuya información fue obtenida por medio de la

Municipalidad de Villa María del triunfo, previa solicitud al área de gestión de riesgos de desastre e ITSE.

Para los parámetros de Incidencia de Pobreza y Estratos Socioeconómicos se utiliza información del Instituto Nacional de estadística e Informática en su publicación de Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana 2016, en la cual se encontraban los planos a nivel de distritos, la información está dirigida al público en general bajo un concepto de pago.

Para el peligro, el parámetro de evaluación se obtuvo mediante el mapa de Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de Villa María del Triunfo del proyecto “Preparación ante Desastres sísmico y/o Tsunami y recuperación Temprana en lima y Callao”, que se elaboró en conjunto con el INDECI, PNUD y La Comisión Europea, y se encuentra en la web para el público en general, en el Atlas de Peligros del Perú con el título Mapas de Microzonificación Sísmica en el Centro Histórico de Lima (Cercado de Lima y Rímac), Villa María del Triunfo y Callao (2011).

En el caso del Factor desencadenante, se utilizó la clasificación de la magnitud (Richter), del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) del cual hace mención Guzmán (2011) en el blog biobiochile.cl, esta información se encuentra de manera gratuita la web. En la Tabla N° 19 se observan las variables recolectadas con este instrumento.

Tabla N° 19

Parámetros recolectados por el instrumento de datos secundarios

Parámetros de la peligrosidad	Parámetros de la Vulnerabilidad
Sismo Aceleración de la gravedad	Tipo de construcción Densidad Poblacional Incidencia de pobreza Estratos socioeconómicos

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Consolidación y construcción de la información geoespacial

Una vez recopilada toda la información necesaria para el desarrollo los parámetros del estudio, procedemos a analizarla y homogeneizarla en un mismo formato vectorial

(Shapefile), para poder procesarla y elaborar los mapas del estudio que estarán en escala 1:25000, con el datum UTM –WGS 84 Zona 18 S.

Para la vulnerabilidad, se trabajara a nivel de manzanas, es por ello que a diferencia del peligro se codificaran los descriptores de cada parámetro de la vulnerabilidad, para introducirlas en la Tabla de atributos, para cada manzana del estudio, de esta manera se podrán obtener los niveles de vulnerabilidad del sector. En el caso del peligro se genera un vector (Shapefile) por cada parámetro, por lo tanto cada polígono tendrá el nombre de un descriptor y estos una Tabla de atributos a lo que se podrán agregar los pesos, que se generaran más adelante mediante el método de Análisis Jerárquico - AHP, para cada parámetro y descriptor del estudio. Este proceso se realizara en el software Arcgis 10.3.

3.3.3.1 Base gráfica

Información gráfica a nivel de manzanas del sector 4 de villa María del Triunfo

En la Figura N° 9, se observa que la base grafica se encontraba en formato DWG y contaba con el polígono del sector 4 de Nueva Esperanza y las manzanas de esta, para su edición y actualización se exporto al formato shapefile para poder trabajarlo en el Software ArcGis 10.3. Antes de exportarla se realizó una depuración de polígonos repetidos y se corroboró que se encontraran debidamente cerrados, para que al exportarlos se pudieran pasar como polígonos al ArcGis 10.3.

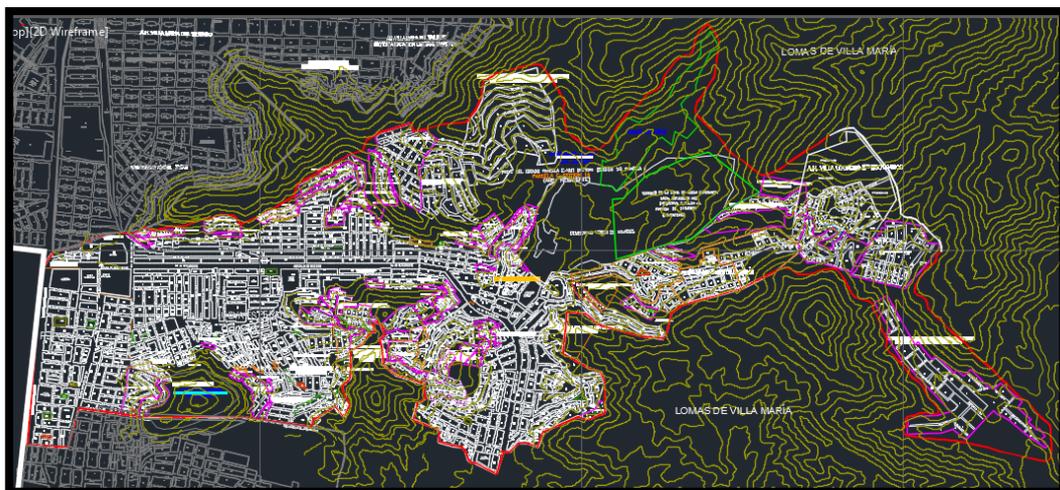


Figura N° 9. Vista de manzanas catastrales en formato DWG facilitada por la Municipalidad de V.M.T. (Fuente: Elaboración propia)

Se editaron algunas manzanas desfasadas y se reemplazaron otras de la base grafica del aplicativo “Sistema de Información estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño” del INEI, pues en algunos casos no era necesario editar ya que la información concordaba con la imagen satelital y solo se procedió a reemplazar. Las manzanas que no contaban con delimitación poligonal, fueron digitalizadas con la ayuda de la imagen satelital del planeta con la que cuenta el Software ArcGis 10.3 y otras agregadas de la base grafica del aplicativo, en total se digitalizaron 254 manzanas y se agregaron 247 del aplicativo para los asentamientos humanos Minas de Agua, Asociación agropecuaria casa Huerta granja anexo 7 Pampa león Nueva Asociación, 12 de Junio, Coronel E.P Juan Valer, Santa María Virgen de Lurdes, Nueva Unión, Junta de Posesionarios del Parque Industrial de Quebrada Retamal anexo 2 – Manchay y El Pueblo Joven de Nueva Esperanza, haciendo un total de 1911 manzanas, con la información base obtenida del municipio. Ver Figura N° 10.

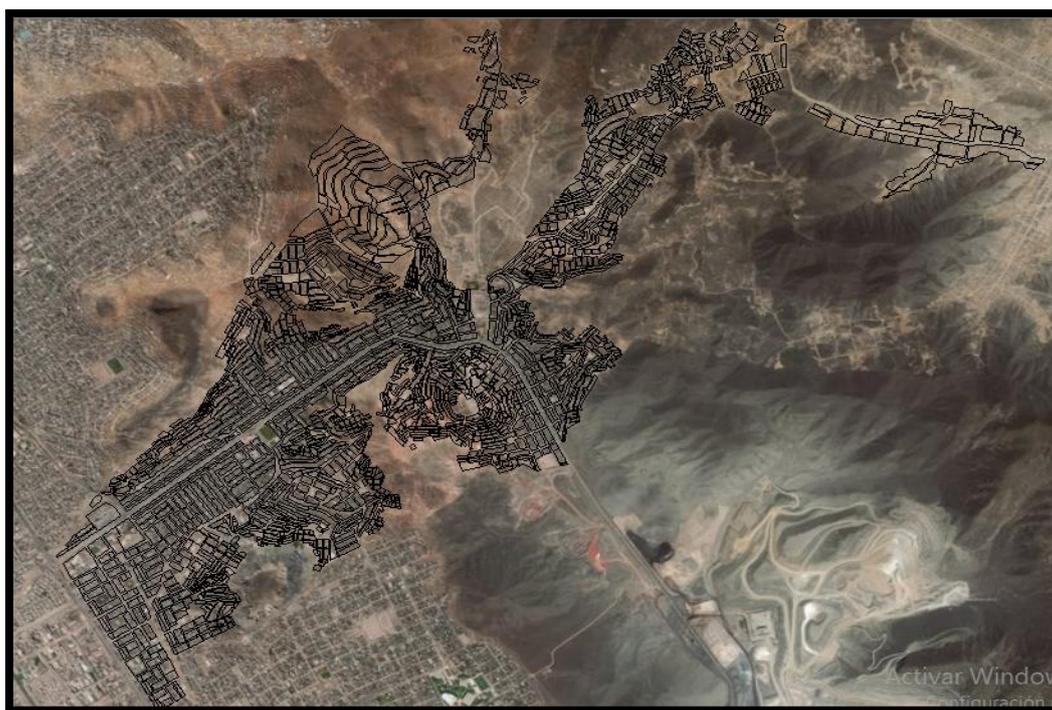


Figura N° 10. Base Grafica consolidada a nivel de manzanas del Sector 4 de Nueva Esperanza (Fuente: Elaboración propia, Imagen satelital (Service Layer Credits: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earth star Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community).

3.3.3.2 Peligro

Factor Condicionante

- Geotecnia

Con la ayuda del mapa geológico y de suelos, las observaciones de campo y el archivo de “Características técnicas de los terrenos y cimentaciones adecuadas a los mismo” que se encuentra en la web ⁴, se pudo generar la información geotécnica y lo más importante asignar su capacidad portante.

Con ayuda del mapa base, la curvas de nivel, mapa de geología y suelos, se digitalizaron en el software ArcGis 10.3, los polígonos de la geotecnia, los cuales en su Tabla de atributos cuenta con información de tipo y características de suelo para la geotecnia, y su capacidad portante. Este parámetro es importante para la estimación del riesgo ante un evento sísmico, porque el nivel de daño dependerá de la composición y rigidez del tipo de suelo, y de las viviendas y demás estructuras que sobre ella se han construido. En la Tabla N° 20, se pueden observar los resultados obtenidos para la geotecnia, que se pueden observar en el Mapa N° 2.

Tabla N° 20

Descripción de la Geotecnia

Tipo	Descripción	Capacidad portante
Roca	Rocas sanas a alteradas	> 3.5 Kg/cm ²
Suelo arenoso	Arena media gruesa o fina, gravas angulosas del suelo residual.	0.5 - 1.5 Kg/cm ²
Relleno - arena	Desmontes, arenas eólicas recientes y antiguas, etc.	< 0.5 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

⁴ Disponible en < <https://es.slideshare.net/yaclinzol/capacidad-portante-13760210>>

287800

289800

291800



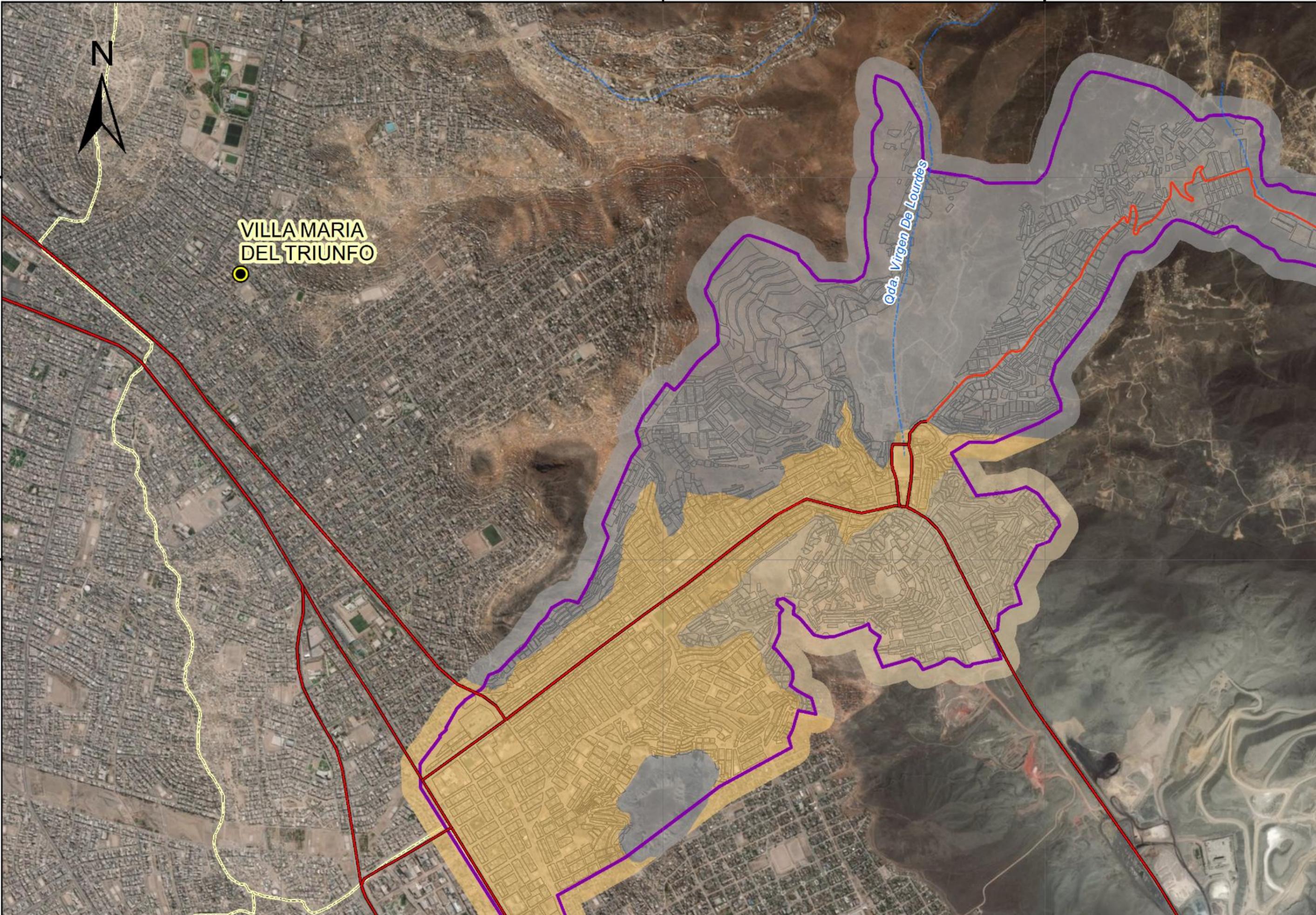
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



- Pendiente

La pendiente se genera en Software ArcGis 10.3, con el Modelo de Elevación Digital – DEM. Se obtendrá como resultado un Shapefile de polígonos, para la generación de las pendientes entramos al Arctoolbox > Spacial Analyst Tools > Surface > Slope, con la herramienta Slope podremos generar las pendientes en grados o porcentajes, para este estudio la generamos en grados, lo siguiente será realizar el proceso de reclasificación y entramos nuevamente al Arctoolbox > Spacial Analyst Tools > Reclass > Reclassify, y con esta herramienta colocaremos los rangos de pendientes que definimos y se generara un información raster solamente con la cantidad de rangos asignados. Para poder convertir esta información raster a una información vectorial de polígonos entraremos al Arctoolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon y lo convertiremos, después en la Tabla de atributos agregamos un campo de nombre RANGO y finalmente digitaremos los rangos con los que realizaremos el proceso de estimación.

Para la elaboración de los rangos de pendientes que se observan en la Tabla N° 21, nos apoyamos en estudios previos en el distrito de Villa María del Triunfo como el “Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud”, el mapa de pendientes que elaboro la municipalidad para su programa de Modernización Municipal y el boletín del INGENMET de la región Lambayeque N° 43 serie C, debido a que el distrito cuenta con una geomorfología costera donde predominan las llanuras áridas y tiene estribaciones andinas en su lado este, la cual es similar a la geomorfología costera de Lima desde el nivel del mar hasta el distrito de Villa María del Triunfo, estos en conjunto con las observaciones en campo sirvieron para generar una rango de pendientes propias para el estudio, que se pueden observar en el Mapa N° 3.

Tabla N° 21
Clasificación de pendientes

Rango	Descripción de pendiente
< 5°	Terrenos llanos con pendientes suaves.
5° - 15°	Pendiente Moderada
15° - 30°	Pendiente fuerte
30° - 45°	Pendiente muy Fuerte
> 45°	Pendiente muy escarpada

Fuente: Elaboración propia

287800

289800

291800



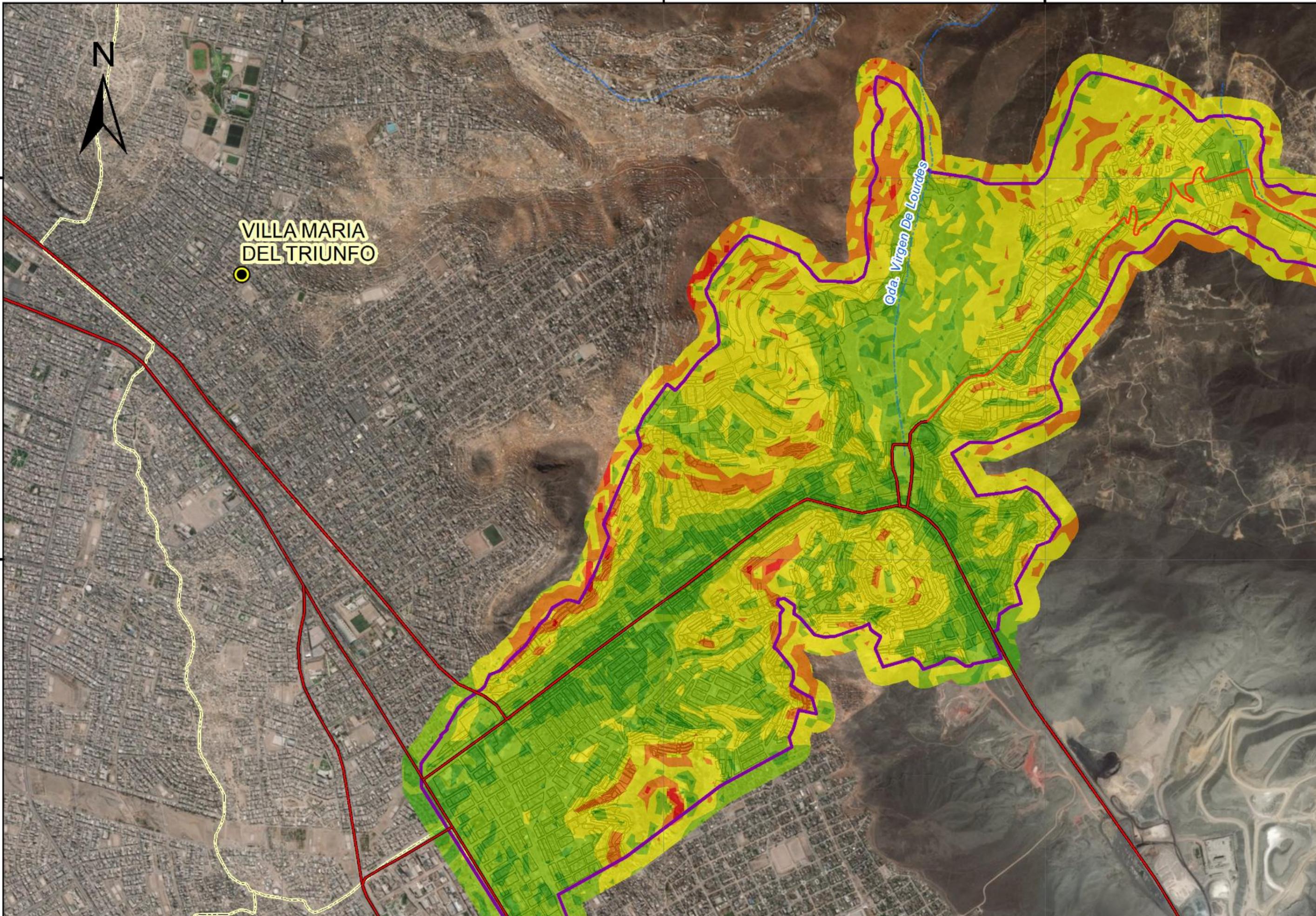
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Qda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



- Geología

La información de geología a nivel distrital se encontraba ya en formato Shapefile, y fue facilitada para este estudio, por el área de gestión de riesgos de desastre e ITSE de la Municipalidad de Villa María del triunfo, la única edición que se realizó al archivo fue que se suavizaron las unidades siguiendo la forma de las curvas de nivel y observaciones hechas en campo.

Se agruparon algunas unidades de acuerdo a su composición y estructura, y se colocaron de acuerdo a su importancia frente al peligro, colocando primero a las unidades más recientes y menos consolidadas, pues suponen mayor peligro para la población expuesta, que las unidades más antiguas y de formaciones rocosas que son más seguras frente a cualquier evento de origen natural. En la Tabla N° 22, se pueden observar los resultados obtenidos para la geología, que se pueden observar en el Mapa N° 4.

Tabla N° 22
Unidades geológicas

Simbología	Clasificación geológica
Sr	Suelos residuales
Qr	Cuaternario eólico
Ks-gbdi-pt	Gabrodiorita
Ks-a-at	Monzogranito - adamelita
Ks-gd-g-sr / Ki-at	Granodiorita y lutitas

Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo - Área de Gestión de Riesgos de Desastre e ITSE.

287800

289800

291800



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Ks-gd-g-sr

Ks-gbdi-pt

Cda. Virgen De Lourdes

Ks-a-at

Sr

Ki-at

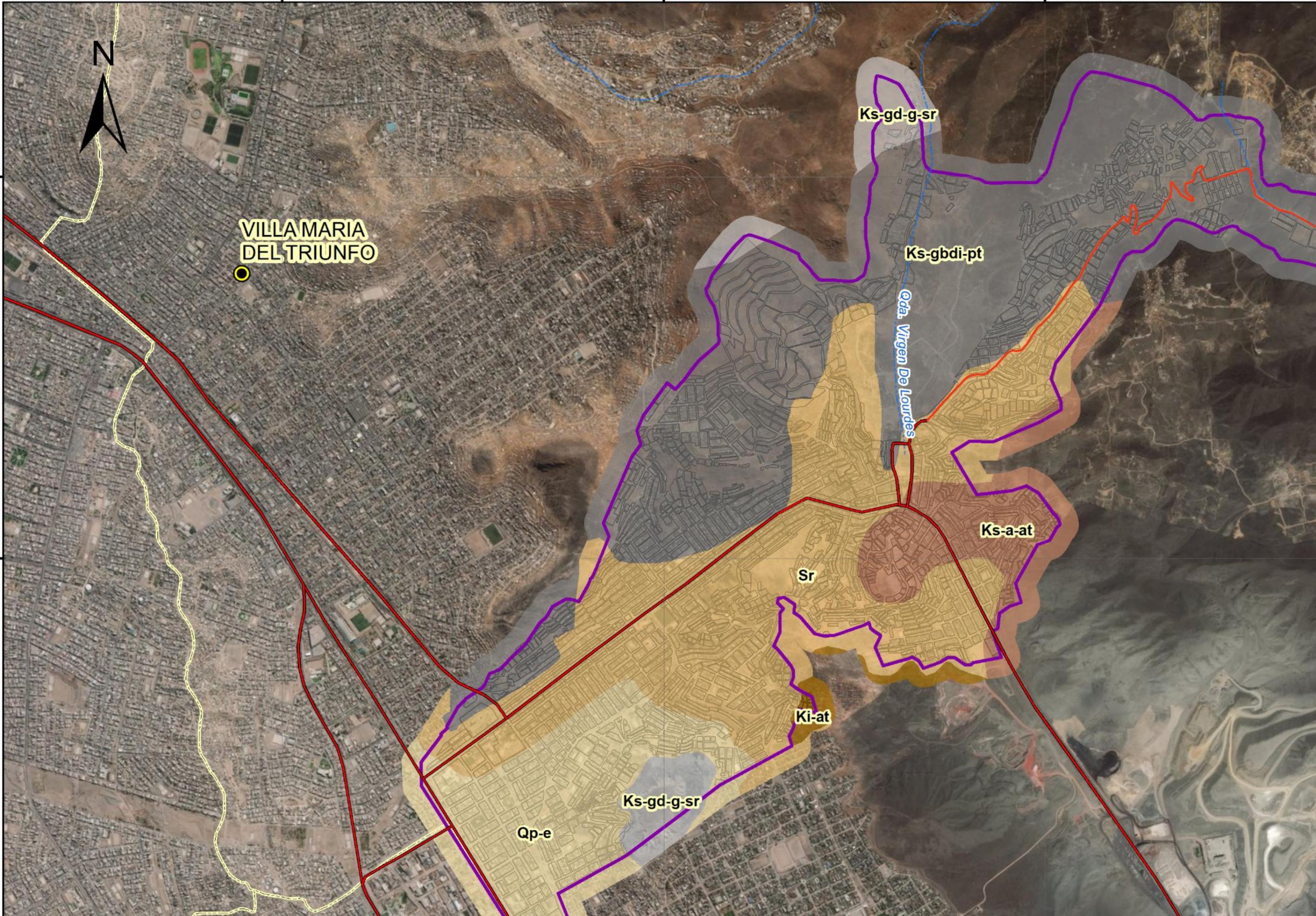
Ks-gd-g-sr

Qp-e

8655900

8653900

0



- Suelos

Esta información se encuentra en formato vectorial Shapefile y fue facilitada por el área de gestión de riesgos de desastre e ITSE de la Municipalidad de Villa María del triunfo, que elaboraron para estudios pasados. Esta información se corroboró de manera satisfactoria en el campo.

En la Tabla N° 23 se observan tres tipos de suelos para el sector 4 de Nueva Esperanza, los cuales se ordenan por su composición y rigidez, colocando primero los de formación más reciente ya sea de origen natural o por acción antrópica, que suponen mayor vulnerabilidad de la población, debido a que las estructuras y cimientos de sus viviendas se construyeron sobre estos suelos. Ver Mapa N° 5.

Tabla N° 23
Tipo de Suelo

Tipo	Descripción
Suelos residuales	Producto de la meteorización de las rocas y actividad antrópica de los pobladores sobre los las laderas y partes altas de los cerros.
Arena fina	Parte de los depósitos eólicos del cuaternario se encuentran en la parte baja del sector.
Roca	Formaciones antiguas y consolidadas. Vienen a ser cerros, montañas, montes isla, etc.

Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo - Área de Gestión de Riesgos de Desastre e ITSE / Descripción propia.

287800

289800

291800

8655900

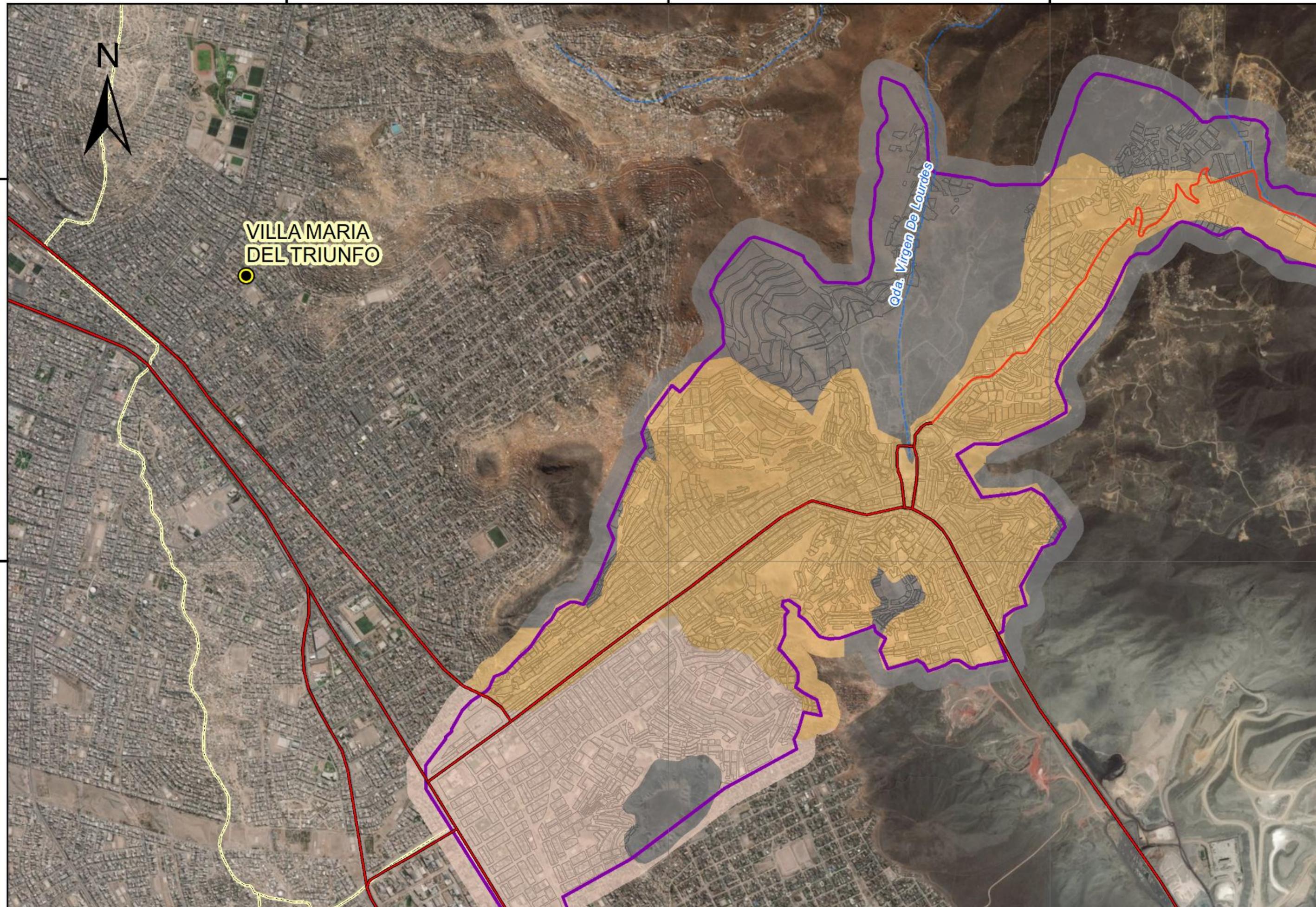
8653900



VILLA MARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



- Geomorfología

En la salida de campo se visualizaron tres unidades de relieves muy diferenciadas unas de otras ya que una característica más resaltante del sector 4, es que es en toda su extensión una quebrada seca. Las unidades de relieve son prácticamente las formas superficiales del área de estudio, las cuales están bordeadas de estribaciones andinas de laderas disectadas por la red de quebradas y en el pie de monte o zonas casi llanas se encuentran los depósitos eólico y conglomerados. También se observaron terreno esculpidos por la erosión, conocidos como cerros testigos, montes isla o cerros aislados, pues se encuentran en medio de superficies llanas.

Con ayuda del mapa base y las curvas de nivel se pudieron digitalizar en el software Arcgis 10.3, las unidades de relieve, y para el proceso de estimación se colocaron en primer lugar las zonas altas de laderas disectadas pues suponen un mayor peligro por ser propensas a deslizamientos ante un evento de origen natural que las zonas llanas. En la Tabla N° 24, se pueden observar los resultados obtenidos para la geomorfología, que se pueden observar en el Mapa N° 6.

Tabla N° 24
Unidades de Geomorfológicas

Unidades de Relieve	Descripción
Laderas disectadas	Se encuentran conformadas por laderas ramificadas en donde actualmente se ubican quebradas secas, los suelos que predominan son los rocosos conformados litológicamente en su gran mayoría por gabrodiorita.
Monte isla o Cerro testigo.	Son zonas o cerros aislados, los cuales tienen alrededor zonas llanas, estas se producen por erosiones. En la zona de estudio se encuentran conformadas por suelos residuales recientes, producto de la actividad antrópica.
Pie de monte	Son las partes bajas de las laderas con llanuras y poca pendiente, conformadas por arena fina de depósitos eólicos y suelos residuales.

Fuente: Elaboración propia.

287800

289800

291800

8655900

8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Qda. Virgen De Lourdes

UNIDAD DE RELIEVO
Laderas disectadas
Monte isla cerro test

Factor Desencadenante

- Sismo

Para elaborar la clasificación de magnitudes del sismo se tomó como referencia a la lista de clasificación de la magnitud (Richter) del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), que se encuentra en la web⁵. Pero en realidad las magnitudes hasta el día de hoy no tienen un límite definido, así que esta clasificación se tomó como una guía y se adaptó para fines del presente estudio.

En la Tabla N° 25, se observa que se agruparon los rangos de magnitudes de la clasificación en cinco, así como a sus características. Ver Mapa N° 7.

Tabla N° 25
Magnitudes Sísmicas

Magnitud	Nivel	Descripción
> 8	Gran Magnitud	Catastróficos, provocando destrucción total en zonas cercanas al epicentro.
7 – 8	Mayor magnitud	Pueden ser destructivas en zonas extensas.
5 – 6.9	Moderada a fuerte magnitud	Pueden causar daños mayores en construcciones débiles o mal construidas a ser destructivas.
3 – 4.9	Menor a ligera magnitud	Perceptibles con poco movimiento y sin daño a perceptibles con movimiento de objetos y rara vez produce daño.
< 3	Micro magnitud	No son perceptibles.

Fuente: Adaptación del Tabla de clasificación de la magnitud (Richter) de la USGS, publicado por Guzmán (2011).

⁵ Disponible en < <http://www.biobiochile.cl/noticias/2011/03/29/como-se-clasifican-los-sismos-segun-su-magnitud-e-intensidad.shtml>>

287800

289800

291800



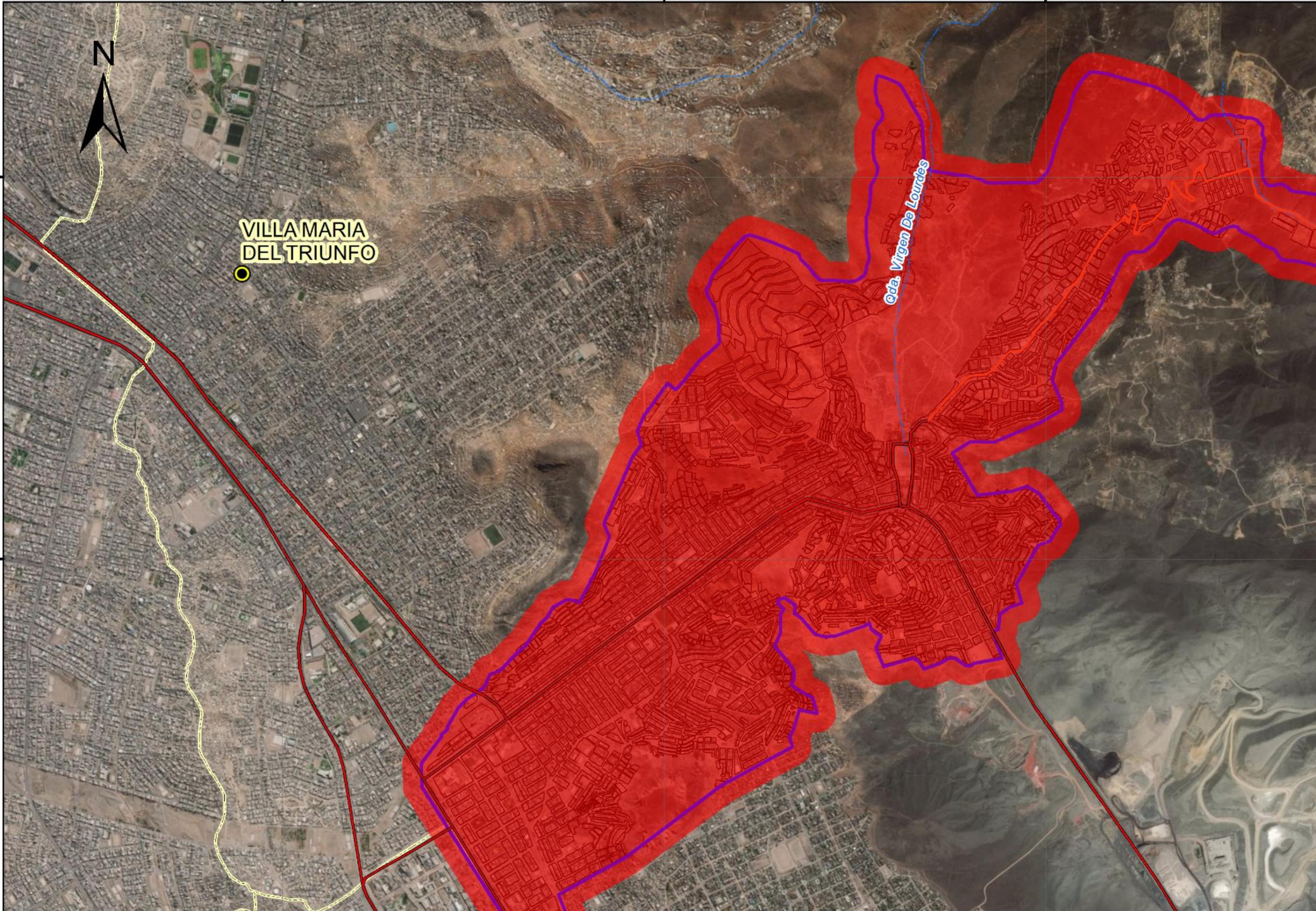
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



Parámetro de evaluación

- Aceleración de la Gravedad

Se trabajó con el mapa de Microzonificación Geotectónica Sísmica del distrito de Villa María del Triunfo, que fue elaborado por PREDES en el marco del Proyecto Preparación ante Desastre Sísmico y/o Tsunami y recuperación Temprana en Lima y Callao, que se encuentra en el Atlas de peligros del Perú con el título de Mapas de Microzonificación Sísmica en el Centro Histórico de Lima (Cercado de Lima y Rímac), Villa María del Triunfo y Callao. Se georreferencio en el Software ArcGis 10.3 con la herramienta Georeferencing, para convertirla en un formato vectorial Shapefile mediante la digitalización.

La información al ser elaborada mediante un instrumento de medición especializado (sismómetro) y analizada mediante método científico⁶, no necesitó de ningún tipo de observación en campo. En la Tabla N° 26, se pueden observar los descriptores de la aceleración de la gravedad, que se pueden observar en el Mapa N° 8.

Tabla N° 26
Aceleración de la Gravedad

Aceleración (g aceleración de la gravedad)	Suelos Correspondientes
> 0.47 g	Suelos Residuales (GP-GM)
0.36 – 0.47 g	Suelos Arenosos Pleistocénico (SP)
0.31 – 0.36 g	Suelos Arenosos Eólico (SP) y Relleno
0.14 – 0.31 g	Roca

Fuente: Atlas de peligros del Perú - Mapas de Microzonificación Sísmica en el Centro Histórico de Lima (Cercado de Lima y Rímac) – INDECI (2011).

⁶ Método de Nakamura

287800

289800

291800



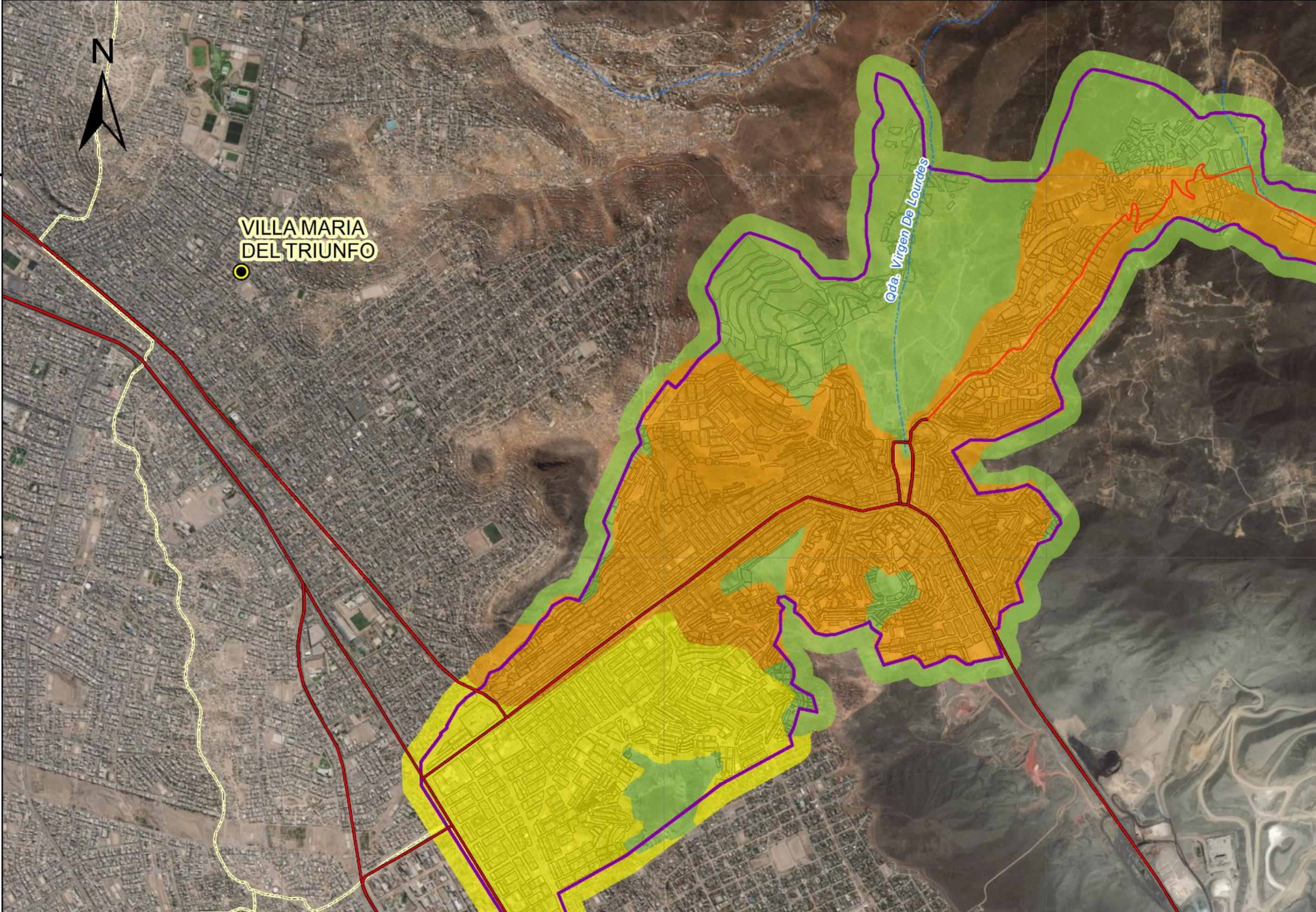
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



3.3.3.3 Vulnerabilidad

Dimensión física

- **Fragilidad Física**
 - Material de pared

Se utilizó como una guía el mapa de “Material predominante” del programa de Modernización Municipal, el cual se corroboró y actualizó en la salida de campo, mediante la observación se pudieron determinar el material predominante actual por manzanas y codificar cada uno de estas, que posteriormente fueron introducidos a la Tabla de atributos de la cartografía del sector 4 a nivel de manzanas.

Para la elaboración de la información geoespacial, se elaboró la Tabla N° 27 de material de pared, en donde se ordenó por nivel de vulnerabilidad frente a un sismo, colocando primero el tipo de material más vulnerable y último el menos vulnerable, siguiendo un orden descendente respecto a la vulnerabilidad. Ver Mapa N° 9.

Tabla N° 27
Material de Pared

Código	Tipo de Material	N° de Manzanas
1	Otro material	12
2	Piedra con barro	1
3	Madera / estera	968
4	Ladrillo y cemento	928
5	Concreto	2
Total		1911

Fuente: Elaboración Propia.

287800

289800

291800



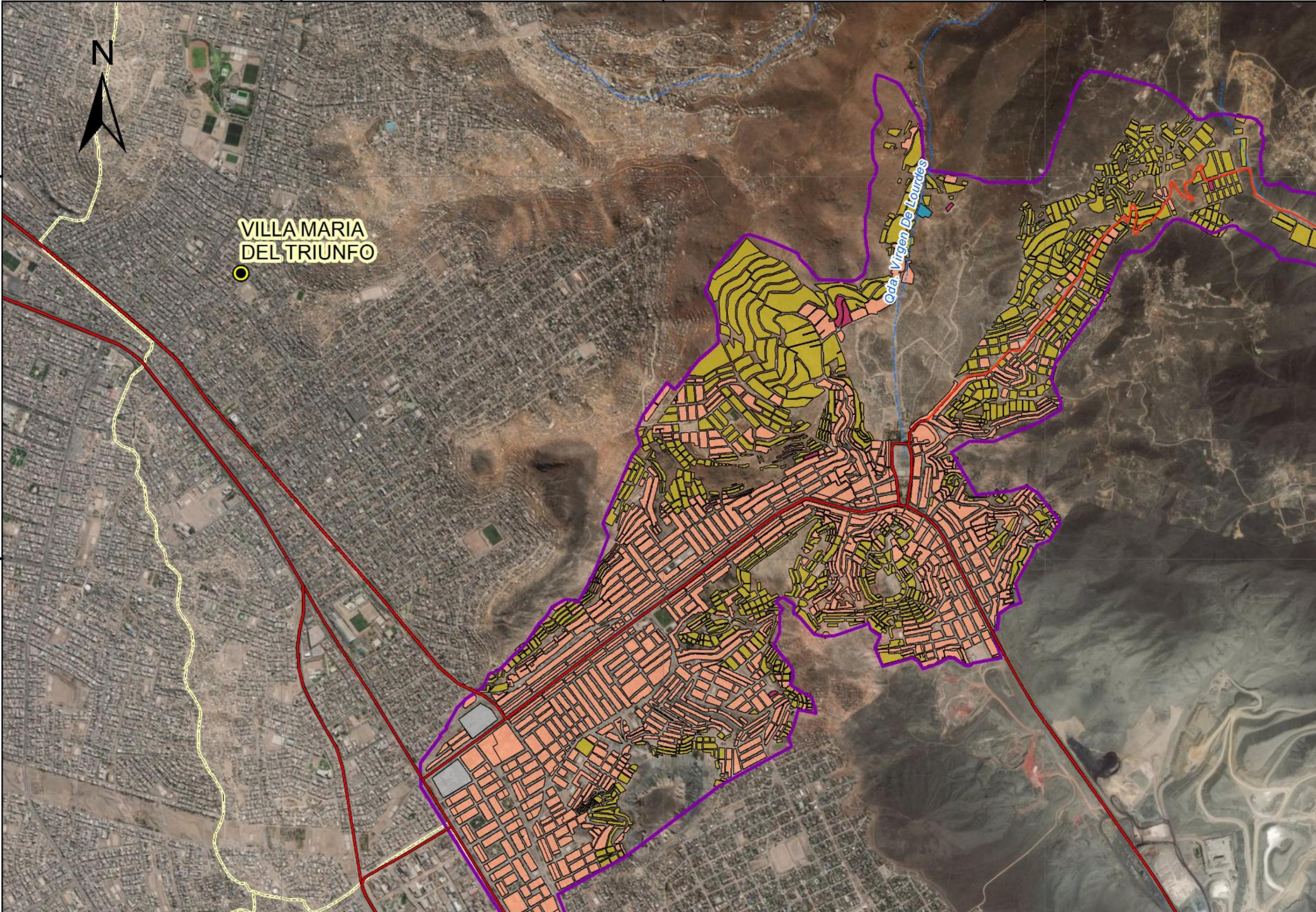
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Qda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



– Material de techo

Este parámetro se generó mediante la observación en la salida de campo, en donde se observaron tres tipos de material de pared (descriptores), que predominan en el sector 4 de nueva esperanza, los cuales fueron codificados e introducidos a la de atributos de cada manzana, para facilitar el proceso y colocar los valores correctamente.

Al igual que en la parámetro material de pared se elaboró la Tabla N° 28 de material de techo en donde se ordena la información de manera descendente en función a la vulnerabilidad física de la población, colocando primero el material más vulnerable hasta llegar al de menor vulnerabilidad. Ver Mapa N° 10.

Tabla N° 28
Material de Techo

Código	Tipo de Material	N° de Manzanas
1	Otro material	15
2	Plancha de calamina	1293
3	Concreto armado	603
Total		1911

Fuente: Elaboración Propia.

287800

289800

291800

8655900

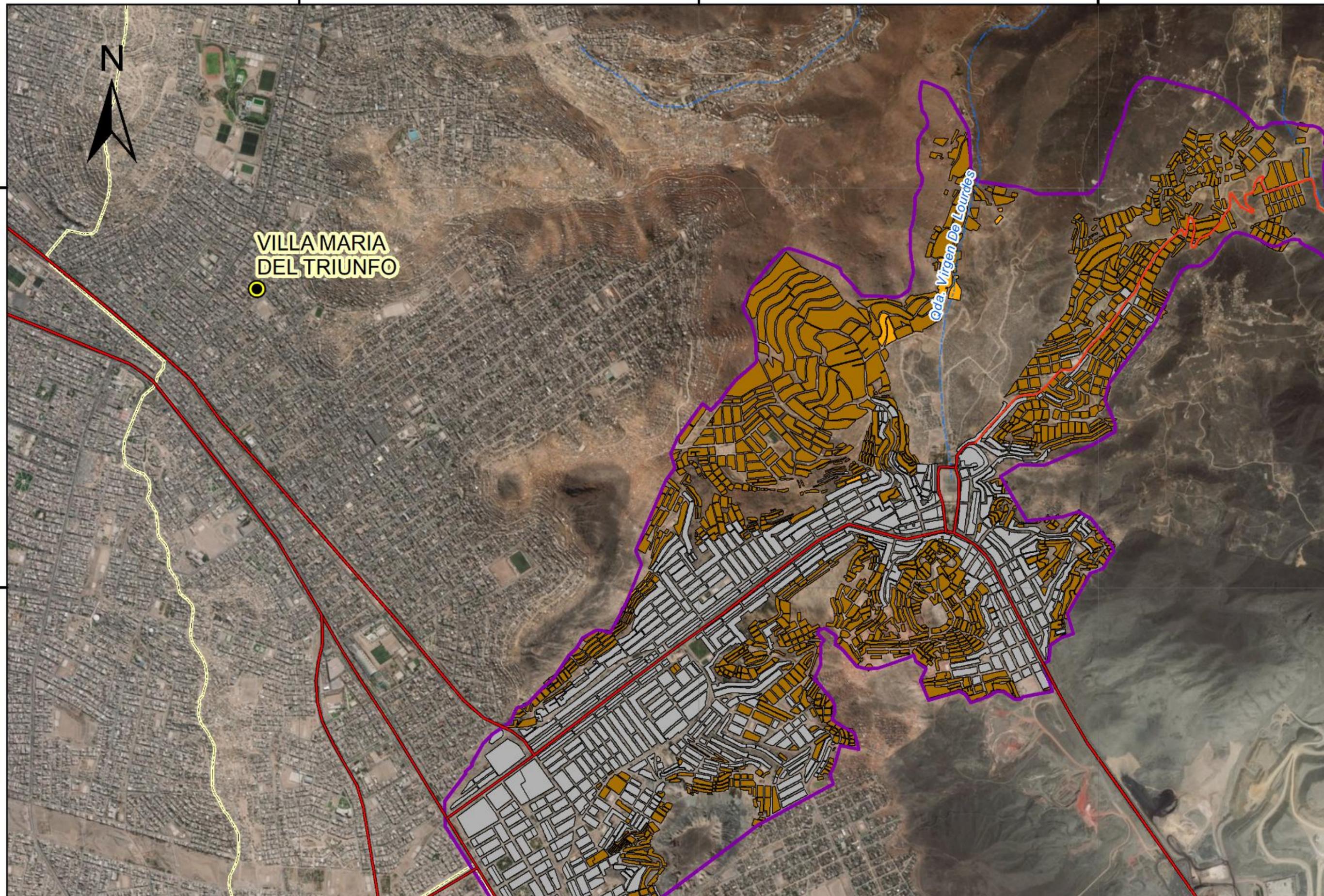
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



- **Resiliencia física**

- Estado de conservación

Se utilizó como referencia el de “Estado de conservación” del programa de Modernización Municipal, el cual fue actualizado en la salida de campo e introducido a la Tabla de atributos de la cartografía del sector 4. En la Tabla N° 29, se observa que se conservan los descriptores del mapa en referencia, que son deteriorados, densificado, en consolidación y consolidado, en ese orden descendente de nivel de vulnerabilidad, pues una vivienda deteriorada supone mayor vulnerabilidad, que una consolidada. Ver Mapa N° 11.

Tabla N° 29

Estado de Conservación

Código	Tipo de estado de conservación	N° de Manzanas
1	Deteriorado	39
2	Densificado	58
3	En consolidación	1187
4	Consolidado	627
Total		1911

Fuente: Adaptado del Mapa de estado de conservación del Programa de modernización municipal – Municipalidad de Villa María del Triunfo (2011).

- Tipo de construcción

Para la este parámetro se georreferenció el mapa de “Tipo de Construcción” del programa de Modernización Municipal. Pues la característica de la estructura y cimentación de las viviendas no cambian de manera significativa en un lapso de diez años. Ver Tabla N° 30 y Mapa N° 12.

Tabla N° 30

Tipo de Construcción

Código	Tipo de construcción	N° de Manzanas
1	Improvisada	1282
2	casa vivienda	589
3	otros	40
Total		1911

Fuente: Adaptado del Mapa de Tipo de construcción del Programa de modernización municipal – Municipalidad de Villa María del Triunfo (2011).

287800

289800

291800



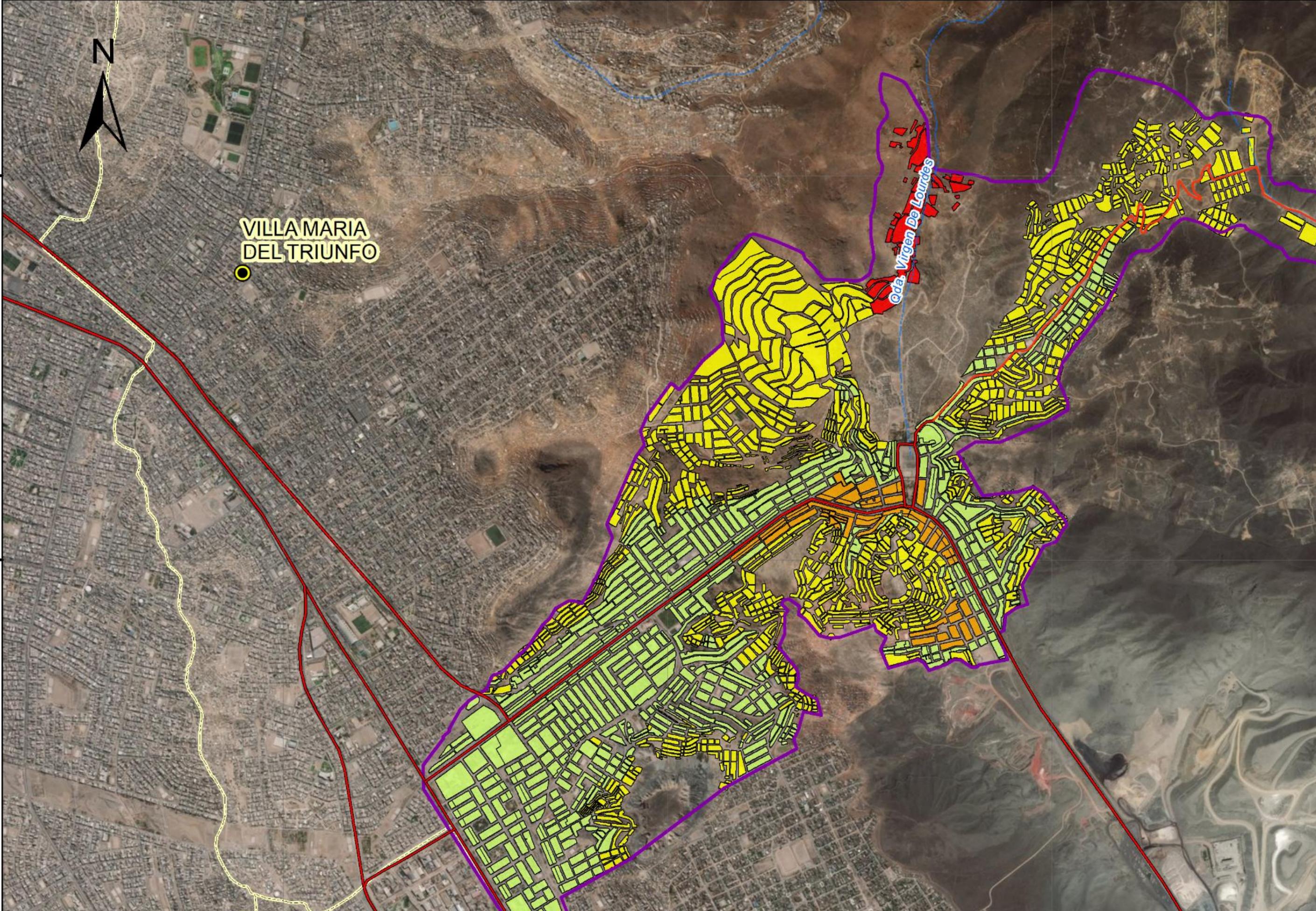
VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

8655900

8653900



287800

289800

291800

8655900

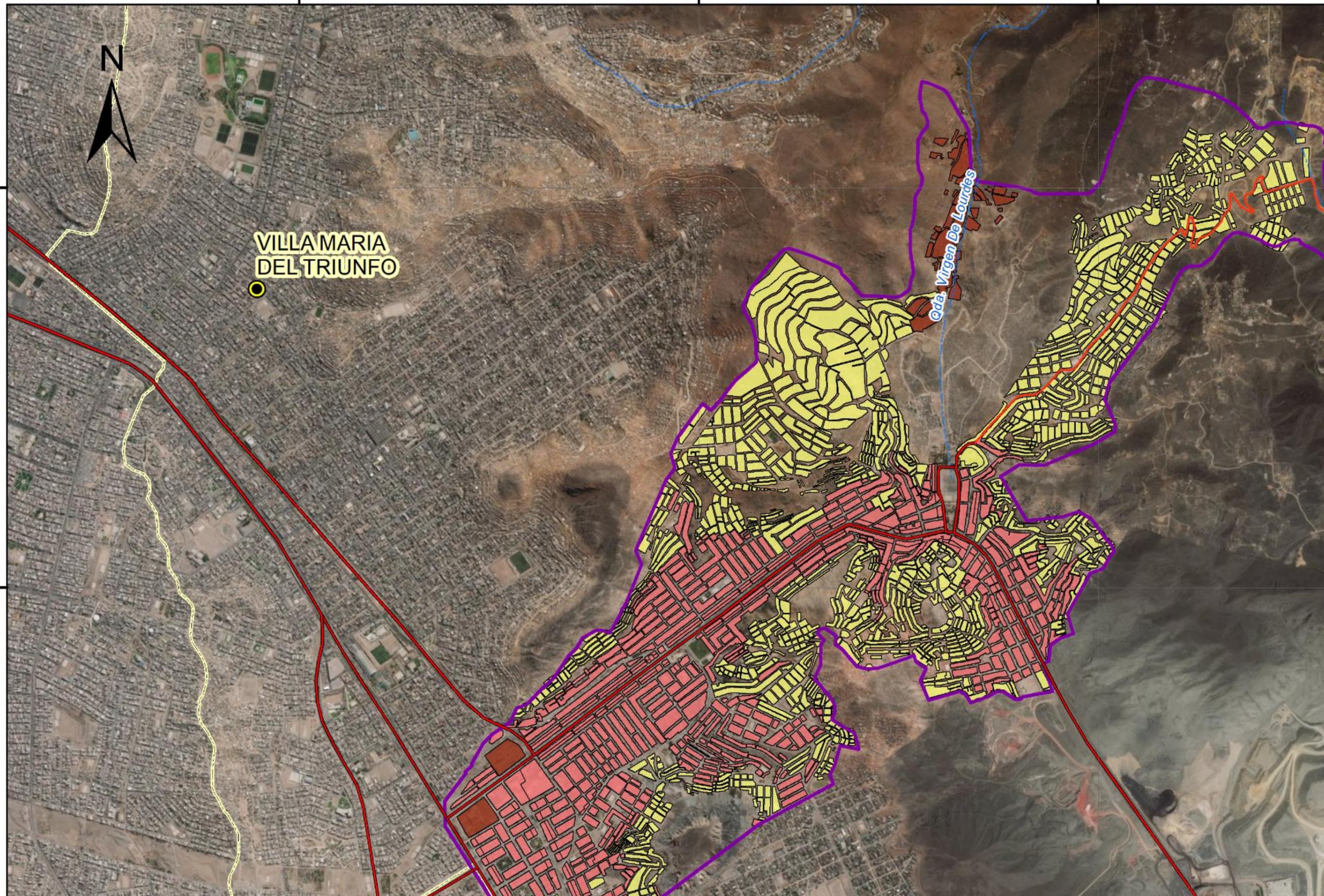
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



Dimensión social

- **Fragilidad Social**

- Grupo Etario

Con ayuda del aplicativo para estudios de gestión de riesgos de desastres del INEI, se elaboró la información cuantitativa del grupo etario que se observa en la Tabla N° 33, la cual se agrupo de acuerdo al rango de edades que predominaban en cada manzana, para estimar el riesgo. La información se introdujo en la data geoespacial mediante una superposición de capaz de las manzanas del sector 4, con la cartografía a nivel de manzana del aplicativo. Ver Mapa N° 13.

Tabla N° 33

Grupo etario

Código	Rango de edades	N° de Manzanas
1	0 a 5 y mayores a 65	103
2	de 6 a 12 y de 60 - 65	41
3	de 13 - 15 y de 50 - 59	73
4	15 a 30	572
5	31 a 49	1122
Total		1911

Fuente: Elaboración Propia.

- Densidad Poblacional

Se georreferenció el mapa de “Densidad Poblacional” del programa de Modernización Municipal. Para este parámetro se tomaron los datos del estudio previo realizado por la municipalidad de Villa María del Triunfo. Ver Tabla N° 34 y Mapa N° 14.

Tabla N° 34

Densidad Poblacional

Código	Niveles	N° de Manzanas
1	Alta	155
2	Media Alta	105
3	Media	525
4	Baja	1126
Total		1911

Fuente: Adaptado del Mapa de densidad Poblacional del Programa de modernización municipal – Municipalidad de Villa María del Triunfo (2011).

287800

289800

291800

8655900

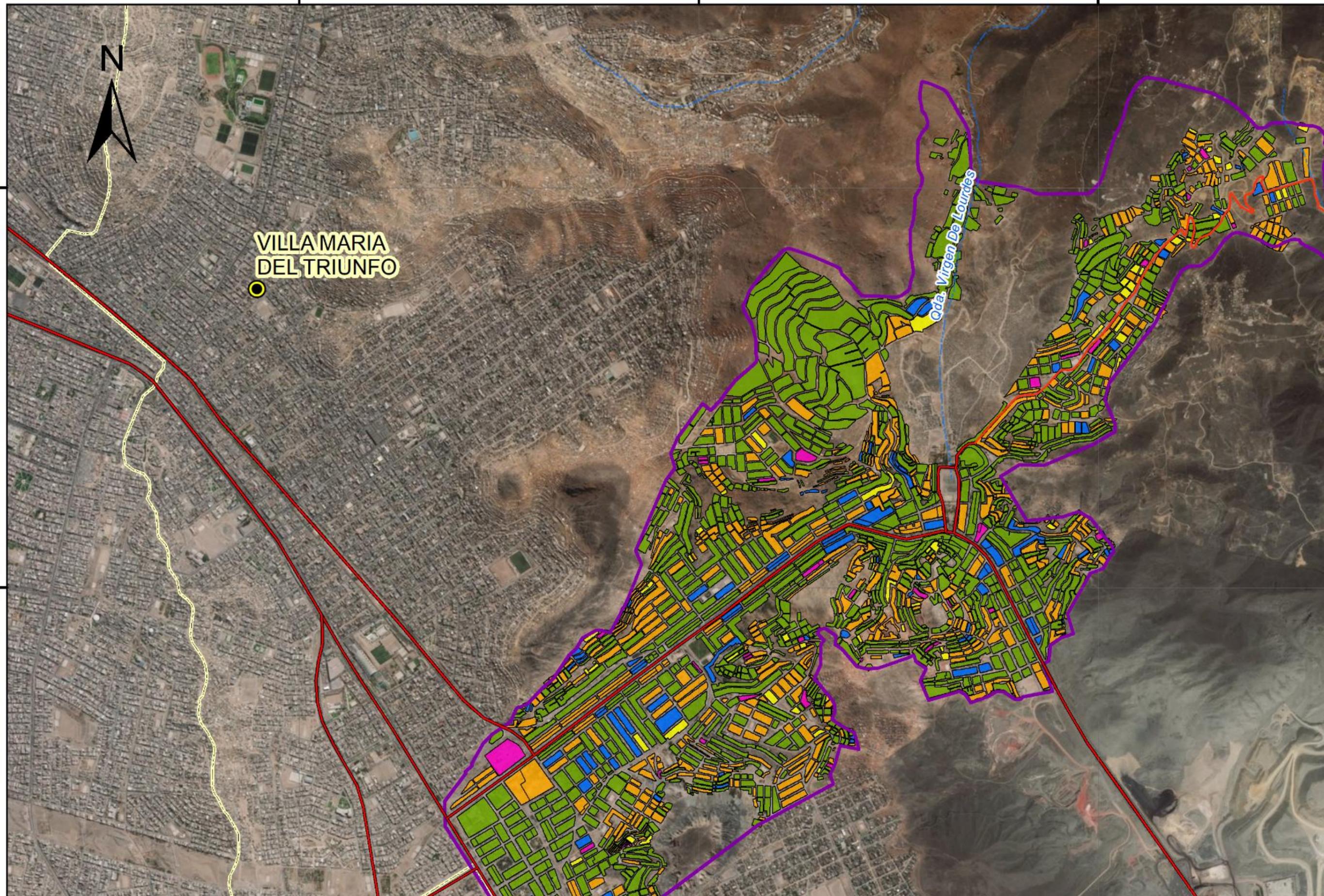
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



287800

289800

291800

8655900

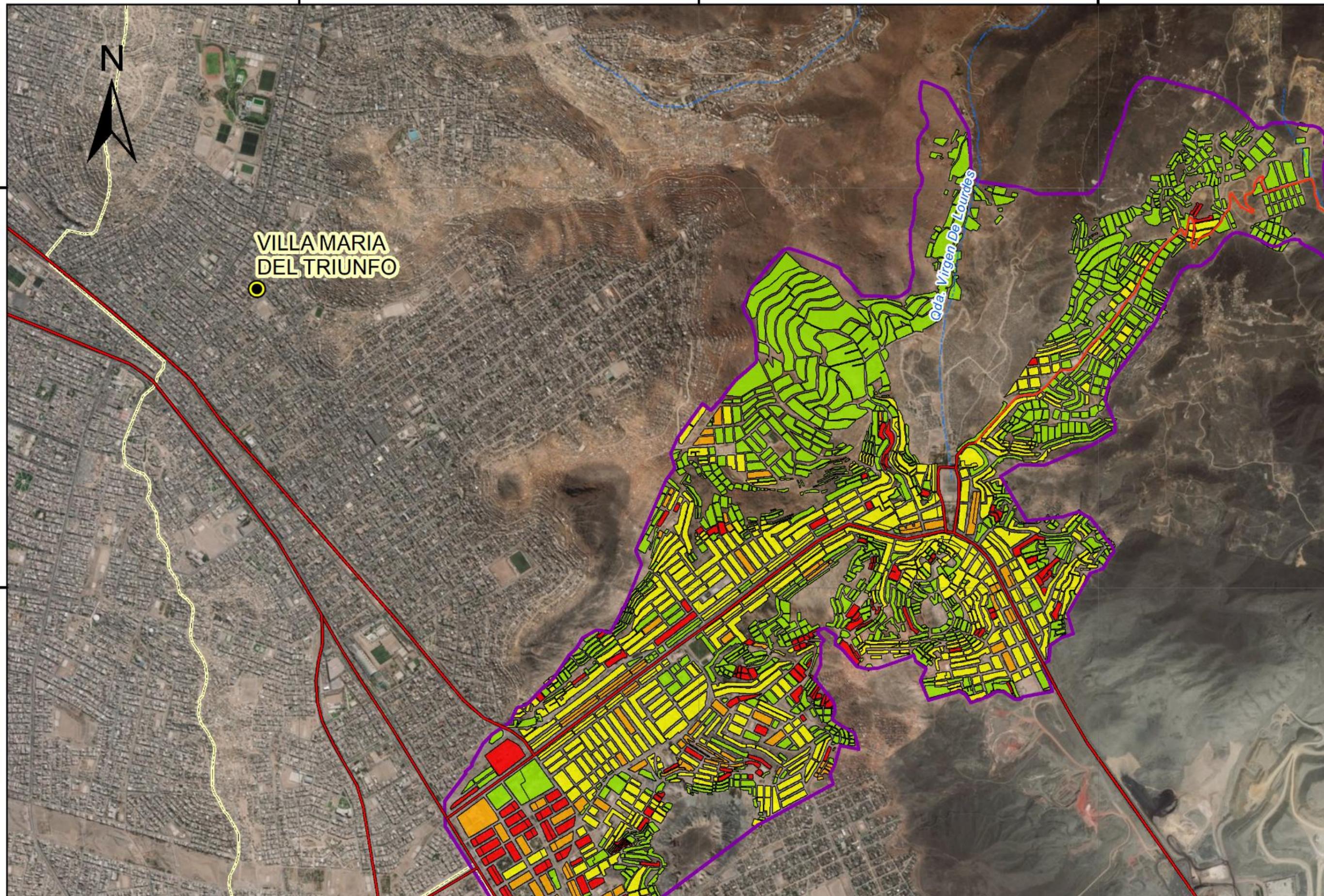
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



- **Resiliencia social**

- Incidencia de pobreza

Se utilizó los Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana 2016 del INEI, conservando por completo sus rangos y características del plano de “Grupos de Pobreza” a nivel de manzana. El plano se georreferencio con la cartografía a nivel de manzanas del sector 4, para introducir los códigos de los descriptores que les corresponda a cada manzana. Ver Tabla N° 31 y Mapa N° 15.

Tabla N° 31
Incidencia de Pobreza

Código	Valores	N° de Manzanas
1	31,2-38,8	1177
2	15,2-22,6	467
3	9,0-14,6	267
Total		1911

Fuente: Adaptado de Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana 2016 - INEI

- Estratos socioeconómicos

Al igual que en el parámetro Incidencia de pobreza, se utilizó los Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana 2016 del INEI, de donde se utilizó el plano de “Ingresos Económicos” a nivel de manzana. Y como en los otros parámetros se georreferencio el plano con la cartografía del sector 4 y se introdujeron los códigos respectivos. Ver Tabla N° 32 y Mapa N° 16.

Tabla N° 32
Estratos Socioeconómicos

Código	Niveles	N° de Manzanas
1	Menor de 575,69	658
2	575,70 - 898,99	1031
3	899 - 1330,09	211
4	1330,10 - 2192,99	11
Total		1911

Fuente: Adaptado de Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana 2016 - INEI

287800

289800

291800

8655900

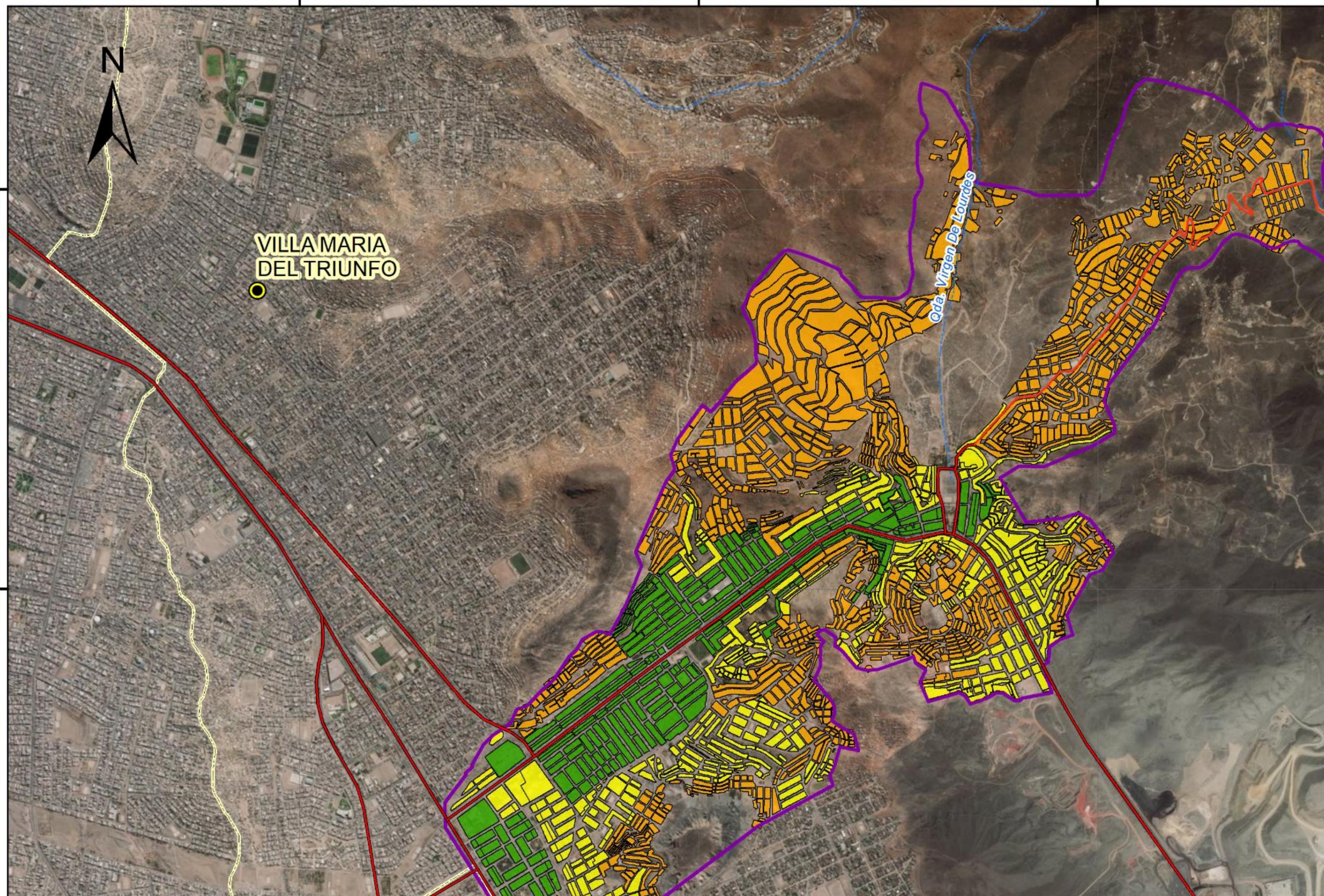
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



287800

289800

291800

8655900

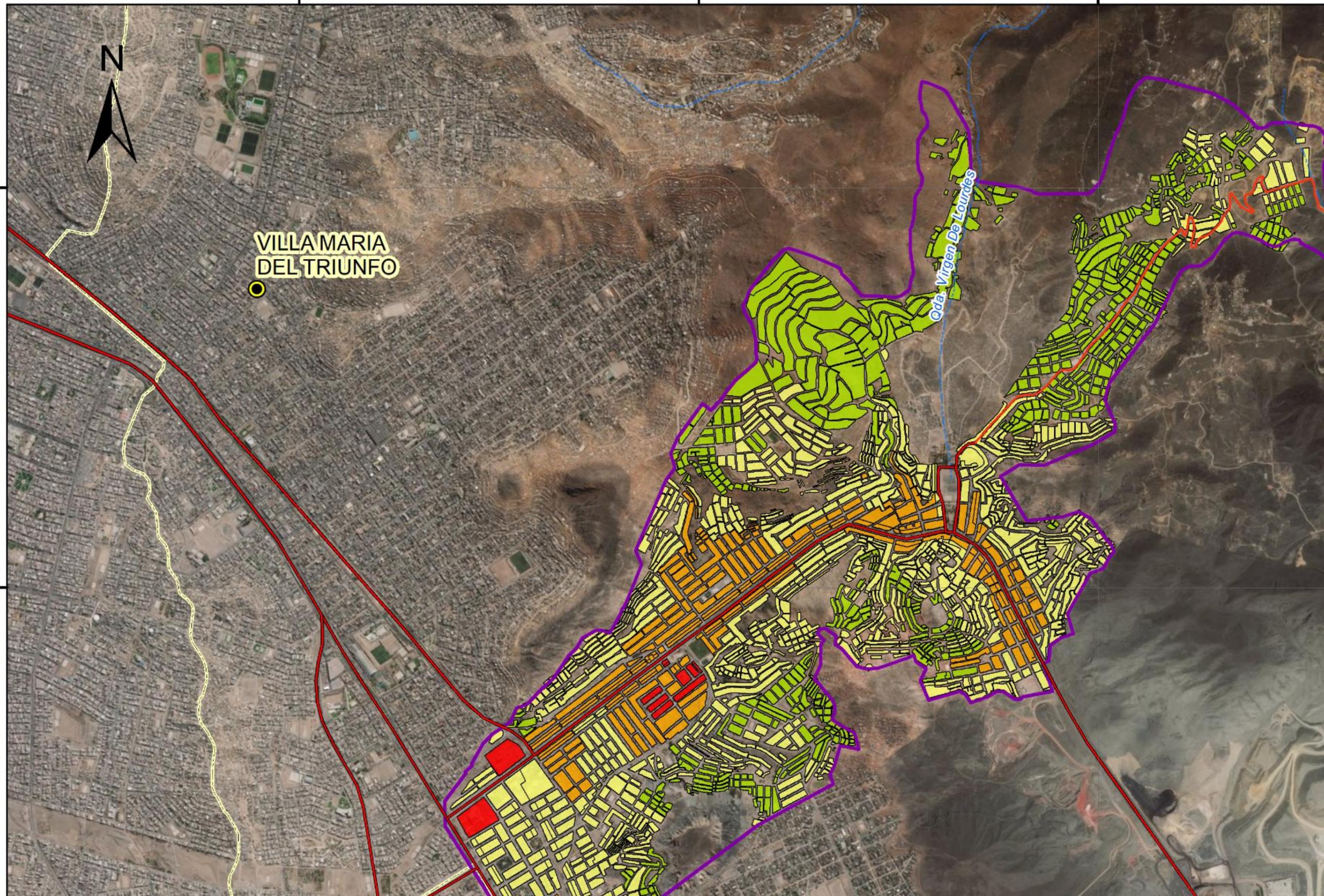
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes



Interpolación de información

Las manzanas que se digitalizaron, se agregaron del aplicativo para estudios de gestión de riesgos de desastres del INEI, y algunas que se encontraban en la base de datos, no cuentan en su totalidad con información pues la información recopilada, también fue elaborada con una base de datos más antigua y desactualizada, la información que se necesita interpolar es la siguiente:

- Para la Dimensión física; faltaría la información de Tipo de Construcción.
- Para la Dimensión Social; faltaría la información de Densidad Poblacional, Incidencia de Pobreza y Estratos Socioeconómicos, para grupo etario solamente faltaría información en las manzanas digitalizadas, ya que esta información la obtenemos del aplicativo.

En la salida de campo se pudo realizar consultas a los moradores del lugar, en donde se les pregunto si contaban con servicios básicos de agua, luz y desagüe y de qué manera ellos se desasen de sus residuos sólidos, además que se utilizó como referencia los mapas del programa de modernización municipal. Con la información de la Dimensión Física que se obtuvo en campo, de Material de techo, Material de pared y estado de conservación, y la información obtenida mediante las consultas, se realizó una interpolación de la información colocando los descriptores predominantes de los asentamientos que tuvieran las mismas características.

De esta manera poder llenar nuestra base de datos de la vulnerabilidad en su totalidad y aproximarnos lo más que se pueda a la realidad. En la base de datos se seleccionará las manzanas sin información y se les colocara el código que corresponda al descriptor, para poder colocar correctamente los pesos.



Figura N° 11. Manzanas digitalizadas y agregadas (Fuente: Elaboración propia)

Como se observa en la Figura N° 11, las áreas encerradas en polígonos son aquellas donde, en su mayoría falta información, los polígonos rojos son aquellas en donde no se cuenta con servicios básicos (Agua, Luz y desagüe) y para deshacerse de sus desperdicios los queman o los llevan a las avenidas principales por donde pasan el camión recolector de basura. Y los que están encerrados en color azul cuentan por lo menos con el servicio de luz y sus desperdicios son recolectados por el municipio. Como se puede observar las manzanas que fueron agregadas se encuentran en color rosado, sin embargo algunas de estas si cuentan con información debido a que solamente se mejoró el dibujo del polígono, para algunas de ellas.

3.3.4 Procedimiento geoespacial

Una vez generada y homogeneizada la información y realizado el cálculo de los niveles del riesgo en el programa Excel 2013, se llevaran estos resultados a la realidad, mediante el Software ArcGis 10.3.

3.3.4.1 Modelo conceptual

Es la estructura general del proceso se observa en la Figura N° 12, y se realizara en el software ArcGis 10.3, haciendo uso de las Tablas de atributos de los Shapefiles (vectores), sus herramientas (ArcToolbox) y las formulas de la metodología del CENEPRED para el cálculo del riesgo.

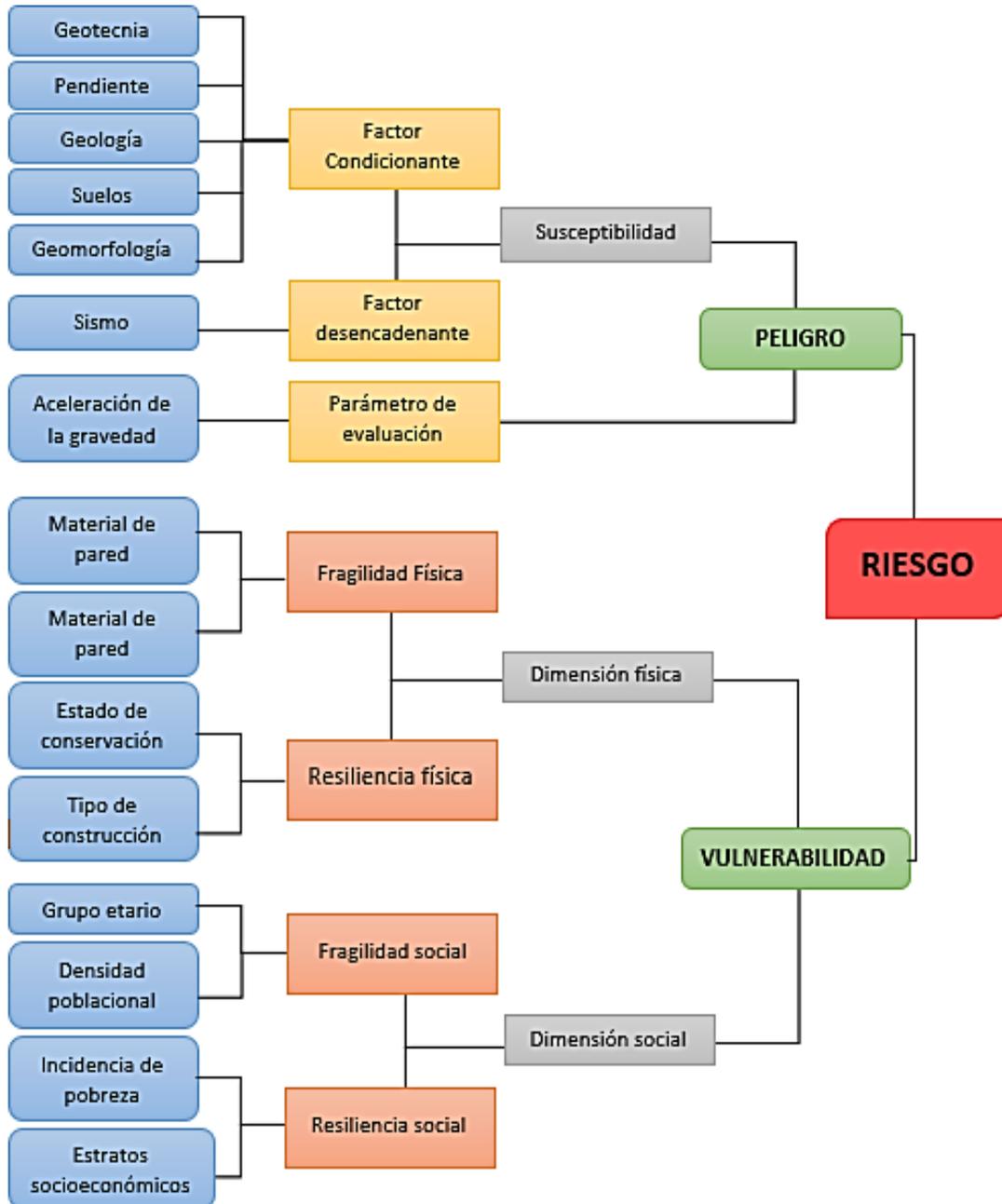


Figura N° 12. Modelo conceptual del cálculo de los niveles del riesgo (Fuente: Elaboración propia)

Proceso para el cálculo de los niveles del peligro.

Abrimos las Tablas de atributos de los parámetros del Factor condicionante y el Parámetro de evaluación, y creamos con la opción “Add Field”, dos campos (Double), uno para el peso del parámetro y otro para el peso de sus descriptores; con la opción “Field Calculator” ingresamos los pesos a los descriptores de cada parámetro, previa selección con la opción “Select By Attributes”. Para el factor condicionante entramos al ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Intersect, y seleccionamos los shapefiles de geotecnia, pendiente, geología, suelos y geomorfología; en la ruta de salida nombraremos al nuevo shapefile como “Susceptibilidad”, porque el shapefile del Factor desencadenante se encuentra en base a un solo escenario de magnitud mayor a 8°, por lo tanto no es necesario interceptar nuevamente, ya que está representado por un solo polígono. En el nuevo shapefile de susceptibilidad creamos cuatro campos (Double), dos para el desencadenante y los otros dos para colocar los valores de la susceptibilidad y el peso de la susceptibilidad, y con la formula N° 2 en “Field Calculator”, obtenemos los valores para la susceptibilidad.

Para hallar el peligro interceptamos nuevamente el shapefile Susceptibilidad y El shapefile Parámetro de Evaluación, en la ruta de salida lo guardaremos con el nombre de Peligro. En la Tabla de atributos con “Add Field” adherimos una campo (Double), para los valores del peligro y un campo (Text), para los niveles del peligro, y con la formula N° 3, calculamos los valores del peligro. Para colocar los niveles, ordenamos de manera ascendente los valores calculados, para colocar los niveles de acuerdo a los rangos de peligro obtenidos en el Excel 2013. Ver Figura N° 13 – 15.

TIPO	Ppargeotec	Pdesgeotec	Rango	pparpendi	pdespendi	Tipo_S	Ppargeolo	Pdesgeolo	Tipo	pparsuel	pdesuel	Uni_reli	Ppargeo	Pdesgeo	susceptibil	ppar_suce	aceler_g	ppar_ava	pdes_ava	peligro	Nivel
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.446533	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.343813	Muy alto
Releno	0.444	0.557	15° - 30°	0.262	0.151	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.457110	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.347847	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.446533	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.343813	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.432444	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.340297	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.446533	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.343813	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.432444	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.340297	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.446533	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.343813	Muy alto
Releno	0.444	0.557	5° - 15°	0.262	0.088	Roca	0.153	0.076	Roca	0.089	0.098	Laderas	0.053	0.656	0.409793	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.208317	Alto
Releno	0.444	0.557	5° - 15°	0.262	0.088	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.442226	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.341899	Muy alto
Releno	0.444	0.557	5° - 15°	0.262	0.088	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.450515	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.345206	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Roca	0.153	0.144	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.428704	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.335882	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Roca	0.153	0.144	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.428704	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.215082	Alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Roca	0.153	0.144	Roca	0.089	0.098	Laderas	0.053	0.656	0.409972	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.208389	Alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Roca	0.153	0.076	Roca	0.089	0.098	Monte al	0.053	0.265	0.420577	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.212631	Alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.446533	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.343813	Muy alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.4613	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.348552	Muy alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.4613	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.22382	Alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Suelo Re	0.153	0.468	Roca	0.089	0.098	Monte al	0.053	0.265	0.444568	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.222227	Alto
Releno	0.444	0.557	5° - 15°	0.262	0.088	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Monte al	0.053	0.265	0.442226	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.341899	Muy alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Roca	0.153	0.144	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.44976	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.344904	Muy alto
Releno	0.444	0.557	30° - 45°	0.262	0.27	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.469589	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.352836	Muy alto
Releno	0.444	0.557	15° - 30°	0.262	0.151	Suelo Re	0.153	0.468	Suelo R	0.089	0.568	Laderas	0.053	0.656	0.457110	0.4	0.36-0.47g	0.6	0.275	0.347847	Muy alto
Releno	0.444	0.557	0° - 5°	0.262	0.05	Suelo Re	0.153	0.468	Roca	0.089	0.088	Monte al	0.053	0.265	0.421617	0.4	0.14-0.31g	0.6	0.074	0.213005	Alto

Figura N° 13. Tabla de atributos del Peligro en ArcGis 10.3 (Fuente: Elaboración propia)

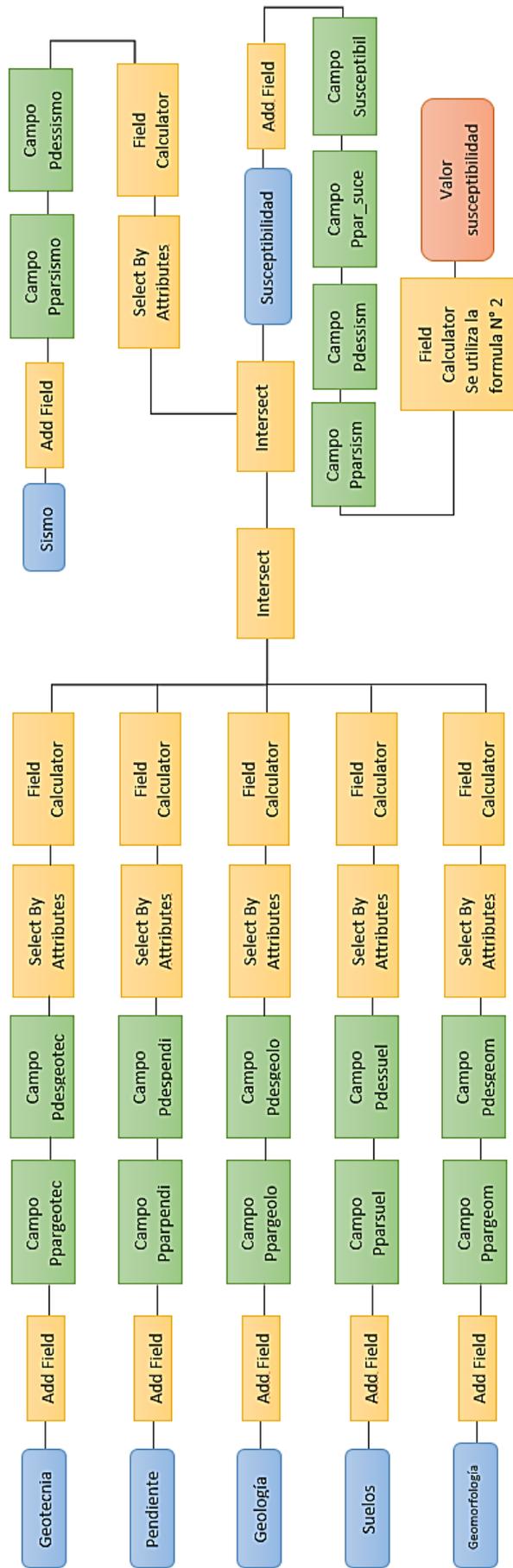


Figura N° 14. Modelo conceptual para la determinación de la susceptibilidad (Fuente: Elaboración propia)

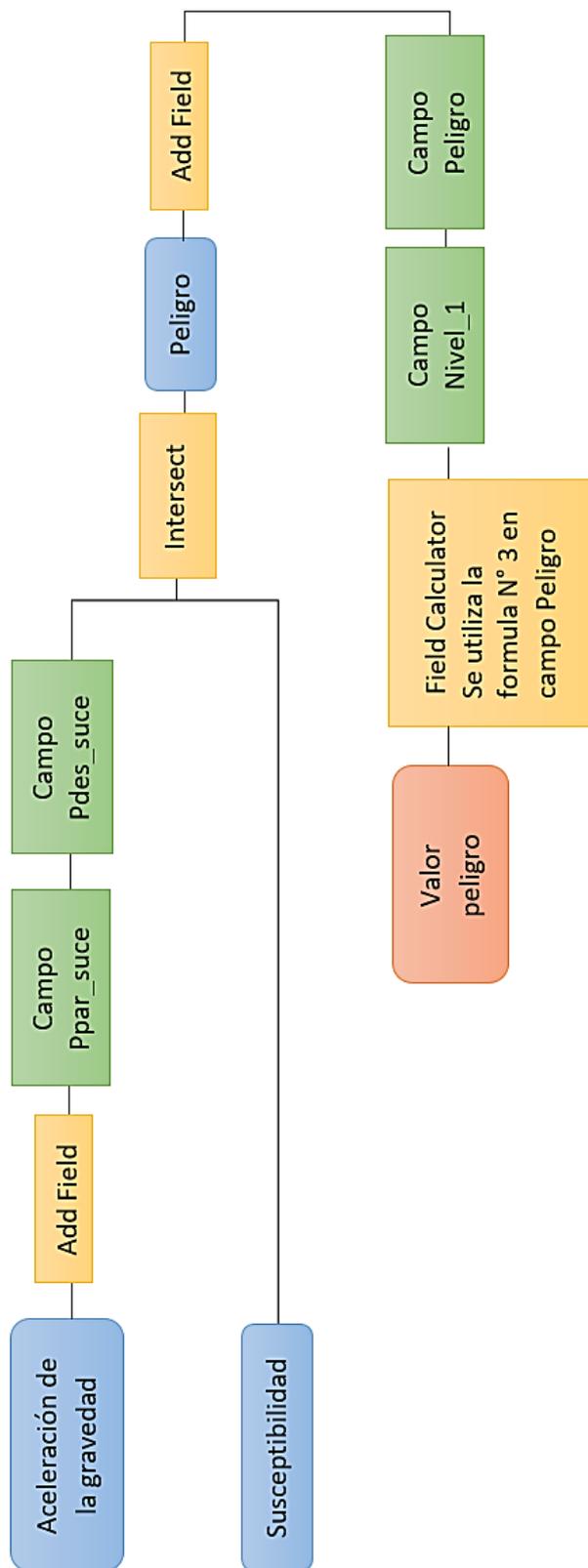


Figura N° 15. Modelo conceptual para la determinación del peligro (Fuente: Elaboración propia)

Proceso para el cálculo de los niveles de la vulnerabilidad.

A diferencia del peligro la vulnerabilidad se trabaja a nivel de manzanas y no de áreas poligonales, y cada una de las manzanas tiene sus características para la dimensión física y la dimensión social. Abriremos la Tabla de atributos del Shapefile Vulnerabilidad (Base grafica) y con la opción “Add Field”, creamos dos campos (double) para cada uno de los parámetros (uno para el peso del parámetro y el otro para el peso del descriptor), y llenaremos la Tabla con sus respectivos pesos, seleccionando cada descriptor con la con la opción “Select By Attributes” e ingresando los valores con “Field Calculator”.

Después nuevamente crearemos campos (Double) para los valores de las dimensiones y sus respectivos pesos, y calcularemos cada uno con la formula N° 6; en el ArcGis 10.3 podemos sintetizar las fórmulas que aplicamos en el Excel para acelerar el proceso. Finalmente, adherimos un campo (Double) para los valores de la vulnerabilidad y otro campo (Text) para los niveles, y con la formula N° 7 obtenemos los valores de la vulnerabilidad, a los cuales se les colocara sus niveles correspondientes de acuerdo a los rangos obtenidos en el Excel 2013. Ver Figura N° 16 – 17.

v_frag_fis	p_ffisica	v_resi_fis	p_rfisica	v_vul_fis	p_vfisica	v_frag_soc	p_faocial	v_resi_soc	p_raocial	v_vuln_soc	p_vsocial	vulnerabil	Nivel
0.0725	0.5	0.068	0.5	0.0725	0.5	0.1045	0.5	0.172	0.5	0.1045	0.5	0.08375	Baja
0.0725	0.5	0.068	0.5	0.0725	0.5	0.2287	0.5	0.4505	0.5	0.2287	0.5	0.150475	Media
0.169	0.5	0.1768	0.5	0.1876	0.5	0.0492	0.5	0.2495	0.5	0.14935	0.5	0.168475	Media
0.169	0.5	0.142	0.5	0.176	0.5	0.3012	0.5	0.172	0.5	0.2366	0.5	0.2063	Alto
0.0915	0.5	0.142	0.5	0.13725	0.5	0.0492	0.5	0.2495	0.5	0.14935	0.5	0.1433	Media
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0792	0.5	0.2495	0.5	0.16435	0.5	0.234625	Alto
0.169	0.5	0.1768	0.5	0.1876	0.5	0.2868	0.5	0.2495	0.5	0.26915	0.5	0.227675	Alto
0.0915	0.5	0.3332	0.5	0.28615	0.5	0.0492	0.5	0.172	0.5	0.1166	0.5	0.158375	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0792	0.5	0.4505	0.5	0.26485	0.5	0.284875	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.1056	0.5	0.6015	0.5	0.35355	0.5	0.329225	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.1728	0.5	0.2495	0.5	0.21115	0.5	0.258025	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0792	0.5	0.2495	0.5	0.16435	0.5	0.234625	Alto
0.169	0.5	0.1768	0.5	0.1876	0.5	0.0792	0.5	0.172	0.5	0.1256	0.5	0.1566	Media
0.169	0.5	0.1768	0.5	0.1876	0.5	0.1056	0.5	0.172	0.5	0.1388	0.5	0.1632	Media
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.1024	0.5	0.4505	0.5	0.27645	0.5	0.290675	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.1728	0.5	0.6015	0.5	0.38715	0.5	0.346025	Muy Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0792	0.5	0.4505	0.5	0.26485	0.5	0.284875	Alto
0.0915	0.5	0.3332	0.5	0.28615	0.5	0.0724	0.5	0.4505	0.5	0.26145	0.5	0.2638	Alto
0.0915	0.5	0.3332	0.5	0.28615	0.5	0.1024	0.5	0.4505	0.5	0.27645	0.5	0.2713	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.1024	0.5	0.4505	0.5	0.27645	0.5	0.290675	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0492	0.5	0.6015	0.5	0.32535	0.5	0.315125	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0492	0.5	0.6015	0.5	0.32535	0.5	0.315125	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0492	0.5	0.6015	0.5	0.32535	0.5	0.315125	Alto
0.169	0.5	0.3332	0.5	0.3049	0.5	0.0492	0.5	0.6015	0.5	0.32535	0.5	0.315125	Alto

Figura N° 16. Tabla de atributos de la Vulnerabilidad en ArcGis 10.3 (Fuente: Elaboración propia)

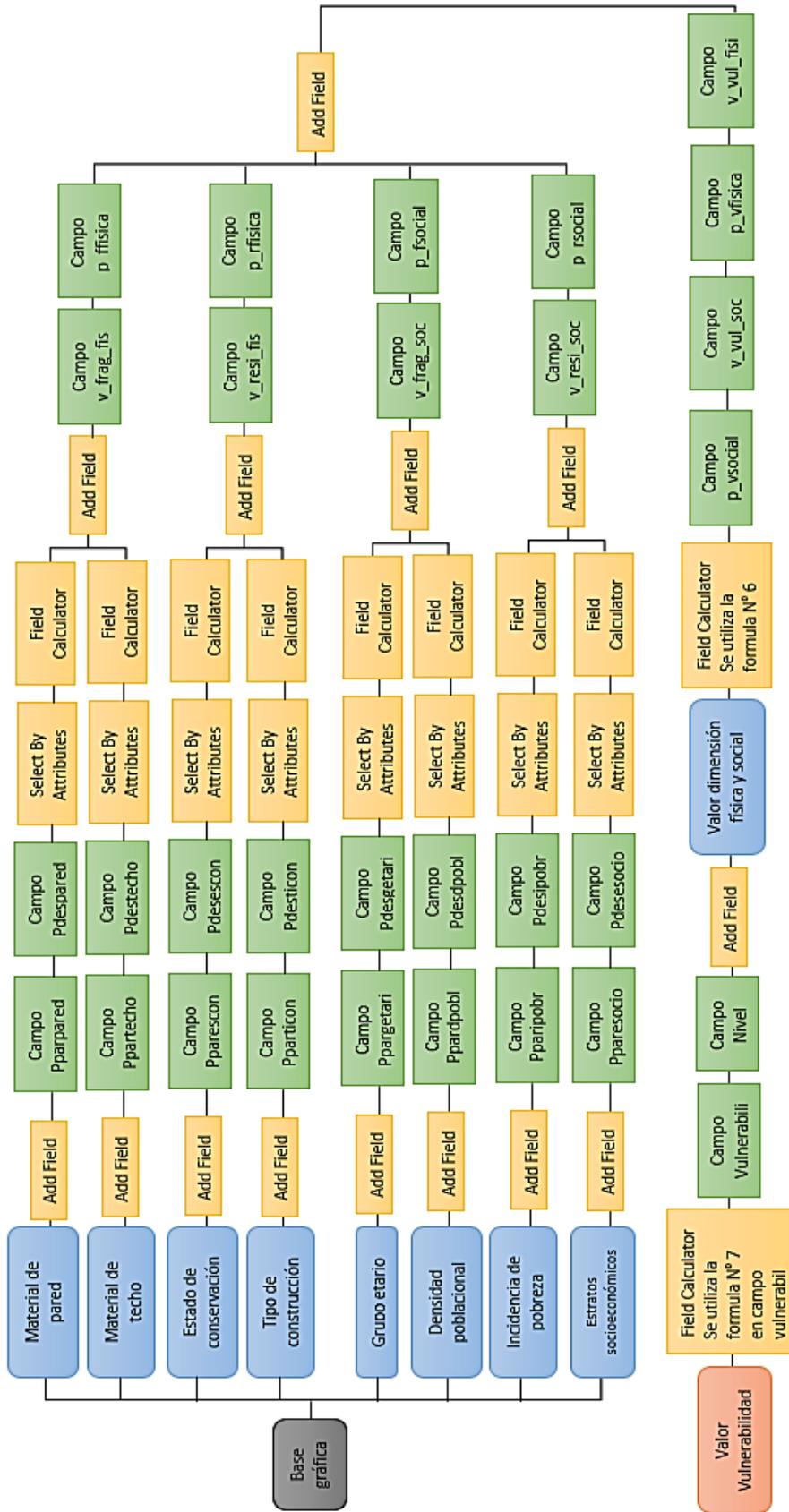


Figura N° 17. Modelo conceptual para la determinación de la vulnerabilidad (Fuente: Elaboración propia)

Proceso para el cálculo del riesgo.

Realizamos una intersección con los shapefiles de Peligro y Vulnerabilidad, utilizando la caja de herramientas Arc toolbox > Analysis Tools > Overlay > Intersect; en la ruta de salida guardaremos el nuevo shapefile con el nombre “Riesgo”. Al Shapefile Riesgo con la opción “Add Field”, le crearemos un campo (Double) para los valores del riesgo y otro campo (Text) para los niveles.

Con la opción “Field Calculator”, obtenemos el valor del riesgo como resultado de la multiplicación de los valores del peligro y la vulnerabilidad, y con los rangos obtenidos en el Excel 2013, colocaremos los respectivos niveles. Ver Figura N° 18 – 19.

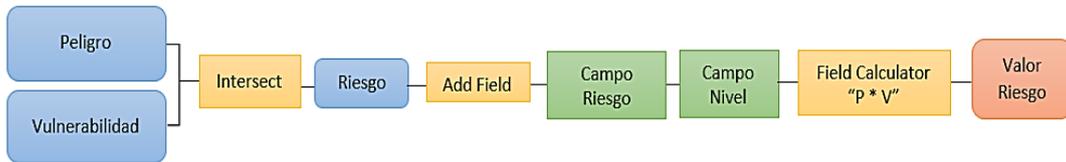


Figura N° 18. Modelo conceptual para la determinación del riesgo (Fuente: Elaboración propia)

	vulnerabil	Nivel	peligro	Nivel_1_13	Riesgo	nivel_1_14
	0.088375	Baja	0.2483	Alto	0.021944	Medio
	0.088375	Baja	0.2483	Alto	0.021944	Medio
	0.088375	Baja	0.249893	Alto	0.022084	Medio
	0.088375	Baja	0.253196	Alto	0.022376	Medio
	0.088375	Baja	0.254789	Alto	0.022517	Medio
	0.105975	Baja	0.253196	Alto	0.026832	Alto
	0.107675	Baja	0.253196	Alto	0.027263	Alto
	0.107675	Baja	0.254789	Alto	0.027434	Alto
	0.110925	Baja	0.253196	Alto	0.028086	Alto
	0.110925	Baja	0.253196	Alto	0.028086	Alto
	0.110925	Baja	0.253196	Alto	0.028086	Alto
	0.110925	Baja	0.253196	Alto	0.028086	Alto
	0.113475	Media	0.2483	Alto	0.028176	Alto
	0.110925	Baja	0.254789	Alto	0.028263	Alto
	0.110925	Baja	0.254789	Alto	0.028263	Alto
	0.110925	Baja	0.254789	Alto	0.028263	Alto
	0.110925	Baja	0.256529	Alto	0.028455	Alto
	0.113475	Media	0.253196	Alto	0.028731	Alto
	0.113475	Media	0.253196	Alto	0.028731	Alto
	0.113475	Media	0.253196	Alto	0.028731	Alto
	0.113475	Media	0.253196	Alto	0.028731	Alto
	0.113475	Media	0.254789	Alto	0.028912	Alto
	0.113475	Media	0.254789	Alto	0.028912	Alto
	0.116725	Media	0.2483	Alto	0.028983	Alto

Figura N° 19. Tabla de atributos del Riesgo en ArcGIS 10.3 (Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Identificación y determinación del Peligro

Para el siguiente estudio, se identificó al sismo como el principal peligro de origen natural, del sector debido a que en Lima se espera un sismo mayor de 8° en la escala Richter, el cual se tomó como el factor desencadenante del estudio, pues la ocurrencia de un evento sísmico, podría desencadenar deslizamientos, desprendimiento de rocas, hundimientos y demás procesos geodinámicos sobre el terreno materia de estudio. En base a los factores condicionantes del terreno, el desencadenante y el parámetro de evaluación, se calculan los rangos del peligro y determinan los niveles predominantes en el sector.

4.1.1 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad, se consideraron los parámetros que se observan en la Tabla N° 35.

Tabla N° 35

Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Condicionante	Factor Desencadenante
Geotecnia Pendiente Geología Suelos Geomorfología	Sismo

Fuente: Elaboración Propia.

a) Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico en el programa Excel 2013, los resultados son los siguientes:

- **Parámetro: Geotecnia**

Tabla N° 36

Matriz de comparación de pares del parámetro geotecnia

SUELOS	Relleno y Arena	Suelo arenoso	Roca
Relleno y Arena	1.00	2.00	4.00
Suelo arenoso	0.50	1.00	3.00
Roca	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 37

Matriz de normalización de pares del parámetro geotecnia

SUELOS	Relleno y Arena	Suelo arenoso	Roca	Vector Priorización
Relleno y Arena	0.571	0.600	0.500	0.557
Suelo arenoso	0.286	0.300	0.375	0.320
Roca	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 38

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geotecnia

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro: Pendiente**

Tabla N° 39

Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

PENDIENTE	>45	30-45	15-30	5-15	0 a 5
>45	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
30-45	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
15-30	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
5-15	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
0 a 5	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.00	6.83	11.50	19.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 40

Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

PENDIENTE	>45	30-45	15-30	5-15	0 a 5	Vector Priorización
>45	0.460	0.500	0.439	0.435	0.368	0.440
30-45	0.230	0.250	0.293	0.261	0.316	0.270
15-30	0.153	0.125	0.146	0.174	0.158	0.151
5-15	0.092	0.083	0.073	0.087	0.105	0.088
0 a 5	0.066	0.042	0.049	0.043	0.053	0.050

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 41

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente

IC	0.008
RC	0.007

Fuente: Elaboración Propia

- Parámetro: Geología

Tabla N° 42

Matriz de comparación de pares del parámetro geología

GEOLOGIA	Suelos residuales	Cuaternario eólico	Gabrodiorita	Monzogranito - adamelita	Granodiorita y lutitas
Suelos residuales	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Cuaternario eólico	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Gabrodiorita	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Monzogranito - adamelita	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Granodiorita y lutitas	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 43

Matriz de normalización de pares del parámetro geología

GEOLOGIA	Suelos residuales	Cuaternario eólico	Gabrodiorita	Monzogranito - adamelita	Granodiorita y lutitas	Vector Priorización
Suelos residuales	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Cuaternario eólico	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Gabrodiorita	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Monzogranito - adamelita	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Granodiorita y lutitas	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 44

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro: Suelos**

Tabla N° 45

Matriz de comparación de pares del parámetro suelos

SUELOS	Suelo residual	Arena fina	Roca
Suelo residual	1.00	2.00	5.00
Arena fina	0.50	1.00	4.00
Roca	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.70	3.25	10.00
1/SUMA	0.59	0.31	0.10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 46

Matriz de normalización de pares del parámetro suelos

SUELOS	Suelo residual	Arena fina	Roca	Vector Priorización
Suelo residual	0.588	0.615	0.500	0.568
Arena fina	0.294	0.308	0.400	0.334
Roca	0.118	0.077	0.100	0.098

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 47

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos

IC	0.012
RC	0.023

Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro: Geomorfología**

Tabla N° 48

Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

SUELOS	Laderas Disectadas	Monte Isla o Cerro Testigo	Pie de monte
Laderas Disectadas	1.00	3.00	7.00
Monte Isla o Cerro Testigo	0.33	1.00	4.00
Pie de monte	0.14	0.25	1.00
SUMA	1.48	4.25	12.00
1/SUMA	0.68	0.24	0.08

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 49

Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

SUELOS	Laderas Disectadas	Monte Isla o Cerro Testigo	Pie de monte	Vector Priorización
Laderas Disectadas	0.677	0.706	0.583	0.656
Monte Isla o Cerro Testigo	0.226	0.235	0.333	0.265
Pie de monte	0.097	0.059	0.083	0.080

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología

IC	0.016
RC	0.031

Fuente: Elaboración Propia

- Análisis de los parámetros del factor condicionante

Tabla N° 51

Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante

PARÁMETROS	Geotecnia	Pendiente	geología	Suelos	Geomorfología
Geotecnia	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Pendiente	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Geología	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Suelos	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Geomorfología	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 52

Matriz de normalización de pares de los parámetros del factor condicionante

PARÁMETROS	Geotecnia	Pendiente	geología	Suelos	Geomorfología	Vector Priorización
Geotecnia	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Pendiente	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
geología	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Suelos	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Geomorfología	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 53

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros del factor condicionante

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis de los factores desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico en el programa Excel 2013, los resultados son los siguientes:

- **Parámetro: Sismo**

Tabla N° 54

Matriz de comparación de pares del parámetro sismo

SISMO	> 8	7-8	5-6.9	3-4.9	< 3
> 8	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
7-8	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
5-6.9	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
3-4.9	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
< 3	0.13	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.08	4.03	7.83	11.33	20.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.05

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 55

Matriz de normalización de pares del parámetro sismo

SISMO	> 8	7-8	5-6.9	3-4.9	< 3	Vector Priorización
> 8	0.482	0.496	0.511	0.441	0.400	0.466
7-8	0.241	0.248	0.255	0.265	0.250	0.252
5-6.9	0.120	0.124	0.128	0.176	0.150	0.140
3-4.9	0.096	0.083	0.064	0.088	0.150	0.096
< 3	0.060	0.050	0.043	0.029	0.050	0.046

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 56

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro sismo

IC	0.018
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Parámetros de Evaluación

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico en el programa Excel 2013, los resultados son los siguientes:

- **Parámetro: Aceleración de gravedad**

Tabla N° 57

Matriz de comparación de pares del parámetro Aceleración de gravedad

ACELERACION (g)	> 0.47	0.36 - 0.47	0.31 - 0.36	0.14 - 0.31
> 0.47	1.00	2.00	4.00	6.00
0.36 - 0.47	0.50	1.00	2.00	4.00
0.31 - 0.36	0.25	0.50	1.00	2.00
0.14 - 0.31	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.92	3.75	7.50	13.00
1/SUMA	0.52	0.27	0.13	0.08

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 58

Matriz de normalización de pares del parámetro Aceleración de gravedad

ACELERACION (g)	> 0.47	0.36 - 0.47	0.31 - 0.36	0.14 - 0.31	Vector Priorización
> 0.47	0.522	0.533	0.533	0.462	0.512
0.36 - 0.47	0.261	0.267	0.267	0.308	0.275
0.31 - 0.36	0.130	0.133	0.133	0.154	0.138
0.14 - 0.31	0.087	0.067	0.067	0.077	0.074

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 59

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Aceleración de gravedad

IC	0.003
RC	0.004

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Ponderación de los parámetros del peligro

Una vez calculado los pesos para cada una de las variables y sus descriptores, se aplica la teoría explicada en el capítulo 3 de este estudio. Como algunas variables cuentan con solo 3 descriptores, para que existiera un balance en los valores del peligro, se colocaron los pesos obtenidos de manera intercalada en la Tabla 60 y se calcularon los valores faltantes con el promedio de la suma de los valores más cercanos, esto se realizó para no alterar los valores calculados del peligro.

Tabla N° 60

Calculo del factor condicionante

Geotecnia		Pendiente		Geología		Suelos		Geomorfología		Valor F. C
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.557	0.444	0.440	0.262	0.468	0.153	0.568	0.089	0.656	0.053	0.519
0.439	0.444	0.270	0.262	0.268	0.153	0.451	0.089	0.460	0.053	0.371
0.320	0.444	0.151	0.262	0.144	0.153	0.334	0.089	0.265	0.053	0.247
0.221	0.444	0.088	0.262	0.076	0.153	0.216	0.089	0.172	0.053	0.161
0.123	0.444	0.050	0.262	0.044	0.153	0.098	0.089	0.080	0.053	0.087

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 61, se observa que para el cálculo de la susceptibilidad se ponderaron los pesos del factor condicionante y el factor desencadenante, debido a que el método de análisis jerárquico solamente se aplica a partir de tres variables, ya que una matriz de dos variables siempre será consistente. Se dio mayor peso al factor desencadenante debido, a que el estudio se realiza en base a un sismo mayor de 8° en la escala de Richter, calificado como “catastrófico”, por lo que se le agrego un valor de 0.6, mientras que al factor condicionante se le asignó un valor de 0.4, influyo sobre esta ponderación, las características observadas en campo, en donde se observaron zonas que deberían corresponder a niveles de peligro bajo, pero actualmente cuentan con formaciones de arenas residuales y laderas erosionadas con suelos inestables.

Tabla N° 61

Ponderación de los factores de la susceptibilidad

Factor condicionante		Factor desencadenante		Valor de la susceptibilidad
Valore	Peso	Valores	Peso	
0.519	0.400	0.466	0.600	0.487
0.371	0.400	0.252	0.600	0.299
0.247	0.400	0.140	0.600	0.183
0.161	0.400	0.096	0.600	0.122
0.087	0.400	0.046	0.600	0.063

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo final del peligro, que se encuentra sujeto a la susceptibilidad y el parámetro de evaluación, al igual que en los factores de la susceptibilidad se ponderaron los valores para cada uno de estos. Se dio mayor peso al parámetro de evaluación, debido que se utilizó a la aceleración de la gravedad, el cual se obtuvo a través del mapa de Microzonificación Geotectónica Sísmica del distrito de Villa María del Triunfo, que fue elaborado por PREDES, y que sirve para entender el comportamiento de las ondas sísmicas en el área materia de estudio; además que se puede saber las zonas donde se sentirá más el evento, aunque la diferencia sobre la susceptibilidad no sea mucha pues difieren de un valor de 0.1. Ver Tabla N° 62.

Y finalmente con se calculan los valores del peligro, que serán posteriormente ordenados en rangos y se les asignara sus niveles correspondientes.

Tabla N° 62

Ponderación de los factores del peligro

Susceptibilidad		Parámetro de evaluación		Rangos
Valores	Peso	Valores	Peso	
0.487	0.400	0.512	0.600	0.502
0.299	0.400	0.275	0.600	0.285
0.183	0.400	0.138	0.600	0.156
0.122	0.400	0.106	0.600	0.112
0.063	0.400	0.074	0.600	0.070

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Definición de escenario

En el mapa de peligro para el sector 4 de Nueva Esperanza, se han observado dos escenarios predominantes, el Alto al Muy alto, los cuales tienen la siguiente definición:

“Ante la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor de 8°, con pendientes que van de los 0° a 45° y con unidades de relieve de pie de monte, montes islas y laderas disectadas, con formaciones geológicas de suelos residuales, rellenos y arena fina, y formaciones rocosas en las partes altas, se producirán deslizamientos y derrumbes de las partes altas hacia las bajas (pie de monte) en el sector 4 de Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo, ocasionando daños sobre los pobladores, y sus medios de vida.”

4.1.5 Niveles de peligro

En la Tabla N° 63, se observan los valores de la peligrosidad obtenidos a través del Proceso de Análisis Jerárquico, los cuales se agruparon en rangos y se les asignaron los niveles de acuerdo a la metodología vigente del CENEPRED.

Tabla N° 63

Niveles de Peligro para el Sector 4 de Nueva Esperanza

NIVEL DE PELIGRO	
$0.285 \leq P \leq 0.502$	MUY ALTO
$0.156 \leq P < 0.285$	ALTO
$0.112 \leq P < 0.156$	MEDIO
$0.070 \leq P < 0.112$	BAJO

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6 Estratificación del peligro

En la Tabla N° 64, se muestran las descripciones de los rangos obtenidos a través del cálculo de los valores del peligro en Excel 2013.

Tabla N° 64

Estratificación de Peligro del Sector 4 de Nueva Esperanza

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de pie de monte, laderas disectadas y cerros testigos; pendientes 0° a 30°; situados geológicamente sobre suelos residuales con características de rellenos y arena, y con una aceleración de la gravedad de nivel medio.	$0.285 \leq P \leq 0.502$
Peligro Alto	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de laderas disectadas y cerros testigos; pendientes de 30° a 45° y zonas bajas de formaciones geomorfológicas de pie de monte con pendientes de 0° a 15°; situados geológicamente sobre lutitas, gabrodiorita y formaciones del cuaternario eólico; suelos de arena fina y arenosos, y con una aceleración de la gravedad de nivel bajo a medio.	$0.156 \leq P < 0.285$
Peligro Medio	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de monte isla o cerros testigos; pendientes de 15° a 30°, situados geológicamente sobre gabrodiorita, monzongranito – adamelita; suelos rocosos, y con una aceleración de la gravedad de nivel bajo.	$0.112 \leq P < 0.156$
Peligro Bajo	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de laderas disectadas; pendientes 5° a 30°; situados geológicamente sobre gabrodiorita; suelos rocoso, y con una aceleración de la gravedad de nivel muy bajo.	$0.070 \leq P < 0.112$

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7 Resultados del Peligro

Los niveles predominantes de peligro en el sector 4 de Nueva Esperanza, son el alto y muy alto, porque se consideró en el análisis, que el factor desencadenante, era más influyente que las variables del condicionante, debido a que el evento sobre el cual se está analizando, es un sismo mayor de 8° en la escala de Richter, que tiene clasificación de catastrófico; también respecto al parámetro de evaluación, frente a la susceptibilidad, se

consideró de suma importancia el comportamiento gravitatorio de las ondas sísmicas en el área materia de estudio, pues respecto a esta variable se puede saber en qué lugares se desencadenaría con mayor fuerza e intensidad el evento.

Para el nivel de peligro muy alto, dentro de su área de influencia se encuentran 1325 manzanas del sector 4, que vendrían hacer el 69% de manzanas analizadas para este estudio; se observa que el nivel responde a formaciones de relleno y arenas, suelos residuales y laderas disectadas, que son muy susceptibles frente a un evento de gran magnitud, pues los depósitos de arenas y relleno pueden provocar un proceso de remoción de tierras por no ser compactas, y en las laderas disectadas con formación de suelos residuales que podrían originar desprendimientos de rocas o deslizamientos. El nivel de peligro alto, se ubica en la partes de pie de monte de baja pendiente y altas del sector, que se encuentran conformadas por zonas rocosas y en menor proporción por suelos de arenas finas, estas partes altas se encuentran con formaciones de suelos residuales debido a la acción antrópica para el asentamiento humano, que frente a un evento adverso podrían desencadenar deslizamientos y desprendimientos de rocas de las partes altas a las bajas, agravando aún más los niveles de peligro de las partes bajas del sector 4; dentro de su área de influencia se encuentran 587 manzanas que equivalen al 31% de manzanas analizadas para el estudio. Ver Figura 18 - 20 y Mapa N° 17.



Fotografía N° 18. Viviendas en zona de Alto peligro de la Asociación Zona Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 19. Viviendas sobre pircas de piedras en zona de Muy alto peligro en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 20. Vivienda sobre área erosionada en zona de Muy alto peligro en el Sector 38 del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)

287800

289800

291800

8655900

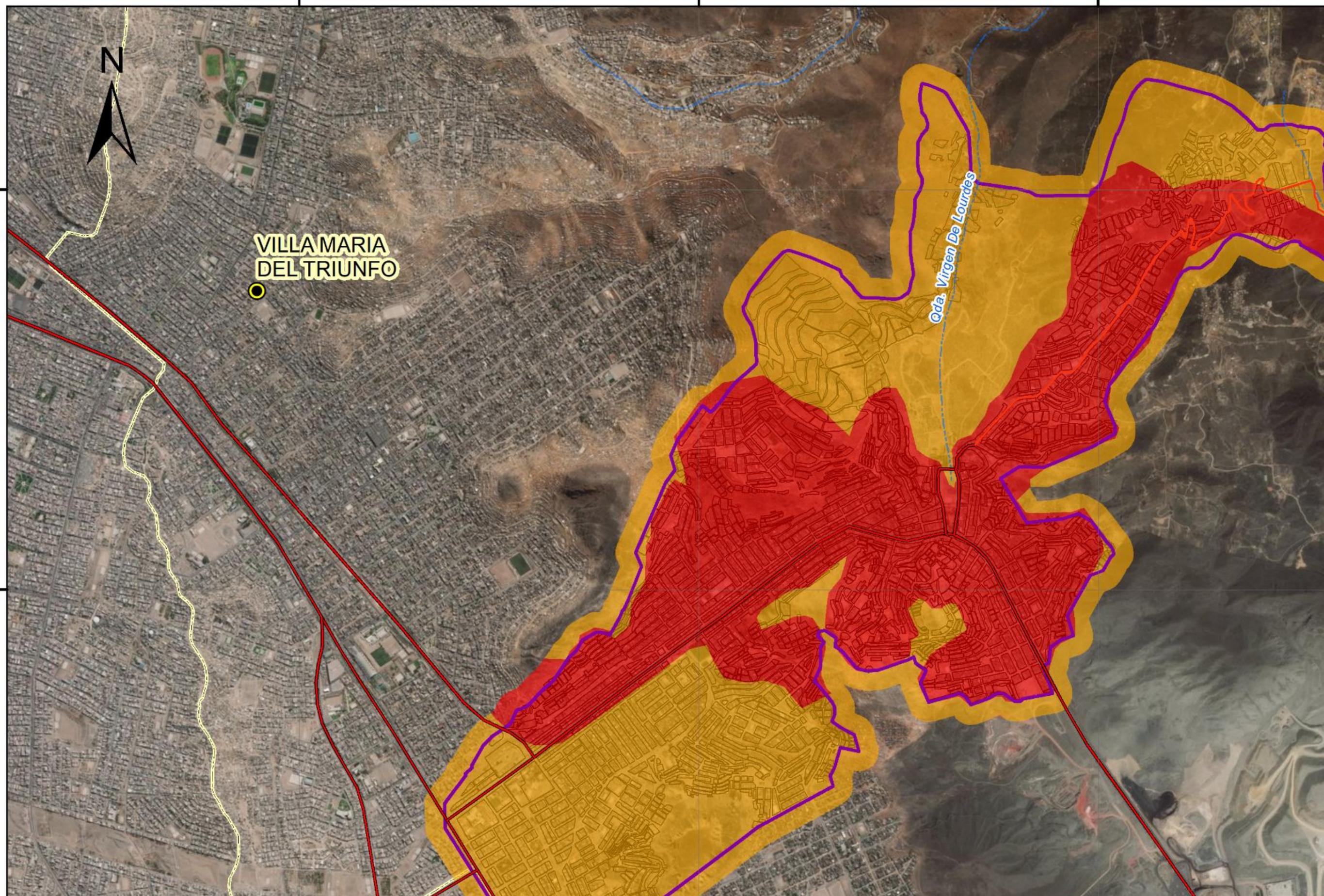
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Oda. Virgen De Lourdes



4.2 Análisis y determinación de la Vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad se tomaron en cuenta dos dimensiones la social y la física, para el cálculo de los valores de vulnerabilidad, se tomó en cuenta cuál de estas dos dimensiones influiría más sobre la población y sus medios de vida, ante un evento sísmico, en base a sus variables de fragilidad y resiliencia.

4.2.1 Análisis de la dimensión física

En la Tabla N° 65 se observan los parámetros que se consideraron para el análisis de la dimensión física.

Tabla N° 65

Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Física

Dimensión Física	
Fragilidad	Resiliencia
Material de Pared	Estado de Conservación
Material de Techo	Tipo de Construcción

Fuente: Elaboración Propia

a) Análisis de la fragilidad en la Dimensión Física

Para la obtención de los pesos se utilizó el Método de Análisis Jerárquico en el Excel 2013, y se obtuvo los siguientes resultados:

– Parámetro: Material de Pared

Tabla N° 66

Matriz de comparación de pares del parámetro Material de Pared

MP_PARED	Otro material	Adobe/tapia/piedra con barro	Madera / estera	Ladrillo y cemento	Concreto
Otro material	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Adobe/tapia/ piedra con barro	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Madera / estera	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Ladrillo y cemento	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Concreto	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.83	11.50	20.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 67

Matriz de normalización de pares del parámetro Material de Pared

MP_PARED	Otro material	Adobe/tapia/ piedra con barro	Madera / estera	Ladrillo y cemento	Concreto	Vector Priorización
Otro material	0.466	0.496	0.439	0.435	0.450	0.457
Adobe/tapia/ piedra con barro	0.233	0.248	0.293	0.261	0.250	0.257
Madera / estera	0.155	0.124	0.146	0.174	0.150	0.150
Ladrillo y cemento	0.093	0.083	0.073	0.087	0.100	0.087
Concreto	0.052	0.050	0.049	0.043	0.050	0.049

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 68

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Material de Pared

IC	0.004
RC	0.004

Fuente: Elaboración Propia

- Parámetro: Material de Techo

Tabla N° 69

Matriz de comparación de pares del parámetro Material de Techo

MP_TECHEO	Otro material	Plancha de calamina	Concreto armado
Otro material	1.00	3.00	6.00
Plancha de calamina	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.50	4.33	10.00
1/SUMA	0.67	0.23	0.10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 70

Matriz de normalización de pares del parámetro Material de Techo

MP_TECHEO	Otro material	Plancha de calamina	Concreto armado	Vector Priorización
Otro material	0.667	0.692	0.600	0.653
Plancha de calamina	0.222	0.231	0.300	0.251
Concreto armado	0.111	0.077	0.100	0.096

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 71

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Material de Techo

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis de la resiliencia en la Dimensión Física

- Parámetro: Estado de Conservación

Tabla N° 72

Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de Conservación

EST_CONSER	Deteriorado	Densificado	En consolidación	Consolidado
Deteriorado	1.00	3.00	5.00	6.00
Densificado	0.33	1.00	4.00	5.00
En consolidación	0.20	0.25	1.00	3.00
Consolidado	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	4.45	10.33	15.00
1/SUMA	0.59	0.22	0.10	0.07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 73

Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de Conservación

EST_CONSER	Deteriorado	Densificado	En consolidación	Consolidado	Vector Priorización
Deteriorado	0.588	0.674	0.484	0.400	0.537
Densificado	0.196	0.225	0.387	0.333	0.285
En consolidación	0.118	0.056	0.097	0.200	0.118
Consolidado	0.098	0.045	0.032	0.067	0.060

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 74

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Estado de Conservación

IC	0.070
RC	0.079

Fuente: Elaboración Propia

- **Parámetro: Tipo de Construcción**

Tabla N° 75

Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Construcción

T_CONSTR	Improvisada	casa vivienda	otros
Improvisada	1.00	3.00	7.00
casa vivienda	0.33	1.00	4.00
otros	0.14	0.25	1.00
SUMA	1.48	4.25	12.00
1/SUMA	0.68	0.24	0.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 76

Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Construcción

T_CONSTR	Improvisada	casa vivienda	otros	Vector Priorización
Improvisada	0.677	0.706	0.583	0.656
casa vivienda	0.226	0.235	0.333	0.265
otros	0.097	0.059	0.083	0.080

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 77

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Tipo de Construcción

IC	0.019
RC	0.031

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Análisis de la dimensión social

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

Tabla N° 78

Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Social

Dimensión Social	
Fragilidad	Resiliencia
Grupo Etario Densidad poblacional	Incidencia de pobreza Estratos socioeconómicos

Fuente: Elaboración Propia

a) Análisis de la fragilidad en la Dimensión Social

- **Parámetro: Grupo Etario**

Tabla N° 79

Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario

G_ETAREO	0 a 5 y mayores a 65	de 6 a 12 y de 60 - 65	de 13 - 15 y de 50 - 59	15 a 30	31 a 49
0 a 5 y mayores a 65	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
de 6 a 12 y de 60 - 65	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
de 13 - 15 y de 50 - 59	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
15 a 30	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
31 a 49	0.13	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.08	4.03	7.83	11.33	20.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 80

Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario

G_ETAREO	0 a 5 y mayores a 65	de 6 a 12 y de 60 - 65	de 13 - 15 y de 50 - 59	15 a 30	31 a 49	Vector Priorización
0 a 5 y mayores a 65	0.482	0.496	0.511	0.441	0.400	0.466
de 6 a 12 y de 60 - 65	0.241	0.248	0.255	0.265	0.250	0.252
de 13 - 15 y de 50 - 59	0.120	0.124	0.128	0.176	0.150	0.140
15 a 30	0.096	0.083	0.064	0.088	0.150	0.096
31 a 49	0.060	0.050	0.043	0.029	0.050	0.046

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 81

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Grupo Etario

IC	0.018
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

– **Parámetro: Densidad Poblacional**

Tabla N° 82

Matriz de comparación de pares del parámetro Densidad Poblacional

D_POBLA	Alta	Media Alta	Media	Baja
Alta	1.00	3.00	5.00	8.00
Media Alta	0.33	1.00	3.00	5.00
Media	0.20	0.20	1.00	3.00
Baja	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.66	4.40	9.33	17.00
1/SUMA	0.60	0.23	0.11	0.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 83

Matriz de normalización de pares del parámetro Densidad Poblacional

D_POBLA	Alta	Media Alta	Media	Baja	Vector Priorización
Alta	0.603	0.682	0.536	0.471	0.573
Media Alta	0.201	0.227	0.321	0.294	0.261
Media	0.121	0.045	0.107	0.176	0.112
Baja	0.075	0.045	0.036	0.059	0.054

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 84

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Densidad Poblacional

IC	0.006
RC	0.007

Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis de la resiliencia en la Dimensión Física

– **Parámetro: Incidencia de Pobreza**

Tabla N° 85

Matriz de comparación de pares del parámetro Incidencia de Pobreza

IND_POBR	31,2-38,8	15,2-22,6	9,0-14,6
31,2-38,8	1.00	3.00	6.00
15,2-22,6	0.33	1.00	3.00
9,0-14,6	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.50	4.33	10.00
1/SUMA	0.67	0.23	0.10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 86

Matriz de normalización de pares del parámetro Incidencia de Pobreza

IND_POBR	31,2-38,8	15,2-22,6	9,0-14,6	Vector Priorización
31,2-38,8	0.667	0.692	0.600	0.653
15,2-22,6	0.222	0.231	0.300	0.251
9,0-14,6	0.111	0.077	0.100	0.096

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 87

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Incidencia de Pobreza

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

- Parámetro: Estratos Socioeconómicos

Tabla N° 88

Matriz de comparación de pares del parámetro Estratos Socioeconómicos

EST_SOC_EC	Menor de 575,69	575,70 - 898,99	899 - 1330,09	1330,10 - 2192,99
Menor de 575,69	1.00	3.00	4.00	7.00
575,70 - 898,99	0.33	1.00	2.00	5.00
899 - 1330,09	0.25	0.50	1.00	3.00
1330,10 - 2192,99	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.73	4.70	7.33	16.00
1/SUMA	0.58	0.21	0.14	0.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 89

Matriz de normalización de pares del parámetro Estratos Socioeconómicos

EST_SOC_EC	Menor de 575,69	575,70 - 898,99	899 - 1330,09	1330,10 - 2192,99	Vector Priorización
Menor de 575,69	0.579	0.638	0.545	0.438	0.550
575,70 - 898,99	0.193	0.213	0.273	0.313	0.248
899 - 1330,09	0.145	0.106	0.136	0.188	0.144
1330,10 - 2192,99	0.083	0.043	0.045	0.063	0.058

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 90

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Estratos Socioeconómicos

IC	0.023
RC	0.026

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Ponderación de los parámetros de la vulnerabilidad

Una vez calculados los pesos de las variables de la vulnerabilidad, se procede a ponderar sus dimensiones, apoyándonos en la metodología explicada en el capítulo 3 de este estudio. En la Tabla N° 91, se observa que a la fragilidad física se designaron a sus variables con un mismo nivel de importancia de 0.5, porque ambas variables son de tipo de material de construcción, en cambio en la resiliencia física se tomó a tipo de construcción como más importante sobre el estado de conservación, porque de acuerdo al uso al sea destinada la construcción, se determinara la cimentación y estructuras de las edificaciones.

Respecto a estos criterios se calcularon los valores de la dimensión física, ponderando a la fragilidad física y la resiliencia física con los mismos niveles de importancia, ya que las variables de ambas influyen del mismo modo sobre la vulnerabilidad física, al encontrarse en los datos obtenidos en campo, que para cada variable existe cierta similitud de acuerdo a zonas donde se encuentren ubicadas.

Tabla N° 91

Ponderación de la dimensión física

Material pared		Material techo		Fragilidad Física		Estado de conservación		Tipo de construcción		Resiliencia Física		DF
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.457	0.5	0.653	0.5	0.555	0.5	0.537	0.4	0.656	0.6	0.608	0.5	0.582
0.257	0.5	0.452	0.5	0.354	0.5	0.285	0.4	0.460	0.6	0.390	0.5	0.372
0.150	0.5	0.251	0.5	0.200	0.5	0.118	0.4	0.265	0.6	0.150	0.5	0.175
0.087	0.5	0.174	0.5	0.130	0.5	0.060	0.4	0.172	0.6	0.128	0.5	0.129
0.049	0.5	0.096	0.5	0.072	0.5	0.030	0.4	0.080	0.6	0.060	0.5	0.066

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 92 se observa que para el caso de la dimensión social, se ponderaron para la fragilidad social y la resiliencia social en un mismo nivel de importancia, debido a que se observó al igual que en la dimensión física que las variables de esta dimensión tiene un comportamiento tendencioso, respecto a las zonas donde se esté evaluando. Para incidencia de pobreza y estratos socioeconómicos, se determinó que ambos eran de igual importancia, pues los ingresos económicos, están relacionados a los grupos de pobreza de acuerdo al estudio y respecto al grupo etario y densidad poblacional, se dio mayor ponderación al grupo etario, tomando en cuenta, las dificultades de evacuación durante un sismo de los adultos mayores y niños.

Tabla N° 92
Ponderación de la dimensión social

Grupo etario		Densidad poblacional		Fragilidad Social		Incidencia de pobreza		Estrato socioeconomi.		Resiliencia Social		DS
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.457	0.6	0.653	0.4	0.509	0.5	0.537	0.5	0.656	0.5	0.602	0.5	0.555
0.257	0.6	0.452	0.4	0.255	0.5	0.285	0.5	0.460	0.5	0.350	0.5	0.303
0.150	0.6	0.251	0.4	0.129	0.5	0.118	0.5	0.265	0.5	0.197	0.5	0.163
0.087	0.6	0.174	0.4	0.079	0.5	0.060	0.5	0.172	0.5	0.116	0.5	0.098
0.049	0.6	0.096	0.4	0.039	0.5	0.030	0.5	0.080	0.5	0.063	0.5	0.051

Fuente: Elaboración Propia

Los criterios que se tomaron para la asignación de pesos, al igual que en el cálculo de sus dimensiones, fueron las observaciones realizadas en las salidas campo y gabinete, de donde se pudieron observar que las variables escogidas para este estudio se encuentran muy relacionadas entre sí, respecto a sus características físicas y sociales, se pudo observar que en la zonas donde existen viviendas de material de madera u otros, los ingresos y grupos de pobreza son similares, y que en su mayoría pertenecen a los asentamientos humanos más recientes del sector 4, mientras que los lugares que pertenecían a los primeros asentamientos del sector , se encuentran en su mayoría viviendas de material de concreto ya consolidadas, y que cuentan con los ingresos más altos del sector. Por lo cual se puede deducir que ambas dimensiones influyen de la misma manera en la vulnerabilidad, uno de manera estructural y el otro en su capacidad de respuesta frente a un sismo. Ver Tabla N° 93.

Tabla N° 93
Ponderación la vulnerabilidad

Dimensión Física		Dimensión Social		Rangos (Df*Ds)
Valores	Peso	Valores	Peso	
0.582	0.5	0.555	0.5	0.568
0.372	0.5	0.303	0.5	0.338
0.175	0.5	0.163	0.5	0.169
0.129	0.5	0.098	0.5	0.113
0.066	0.5	0.051	0.5	0.058

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Niveles de Vulnerabilidad

En la Tabla N° 94, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla N° 94
Niveles de Vulnerabilidad para el Sector 4 de Nueva Esperanza

NIVEL DE VULNERABILIDAD	
$0.338 \leq V \leq 0.568$	MUY ALTO
$0.169 \leq V < 0.338$	ALTO
$0.113 \leq V < 0.169$	MEDIO
$0.058 \leq V < 0.113$	BAJO

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5 Estratificación de la Vulnerabilidad

En la Tabla N° 95, se muestran las descripciones de los rangos obtenidos a través del cálculo de los valores de la vulnerabilidad en Excel 2013.

Tabla N° 95
Estratificación de Vulnerabilidad del Sector 4 de Nueva Esperanza

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 y mayores a 65 años; con densidad poblacional alta; con un ingreso per cápita menor de 575.69 soles; con una incidencia de pobreza de nivel alto. El material predominante de las paredes y techos, es otro material (cartón, plástico, entre otros similares); son viviendas improvisadas, con estado de conservación deteriorado.	$0.338 \leq V \leq 0.568$

...//

//...

Vulnerabilidad Alta	Grupo Etario predominantemente de 6 a 12 años y 60 a 65 años; con densidad poblacional media alta; con un ingreso per cápita de 575,70 - 898,99 soles; con una incidencia de pobreza de nivel medio. El material predominante de las paredes adobe y piedra con barro y los techos de calamina; son viviendas unifamiliares, con un estado de conservación densificado.	$0.169 \leq V < 0.338$
Vulnerabilidad Media	Grupo Etario predominantemente de 13 a 15 años y 50 a 59 años; con densidad poblacional media; con un ingreso per cápita de 899 - 1330,09 soles; con una incidencia de pobreza de medio a alto. El material predominante de las paredes es de estera y madera, y techos de calaminas; son viviendas destinadas a otros usos, que recién se están consolidando.	$0.113 \leq V < 0.169$
Vulnerabilidad Baja	Grupo Etario predominantemente de 15 a 49; con densidad poblacional baja; con un ingreso per cápita de 1330,10 - 2192,99 soles; con una incidencia de pobreza de nivel bajo. El material predominante de las paredes es ladrillo y concreto, y los techos son de concreto armado; son viviendas consolidadas unifamiliares y para otros usos.	$0.058 \leq V < 0.113$

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6 Resultados de la Vulnerabilidad

Los niveles de vulnerabilidad en el sector 4, son el nivel bajo, medio, alto y muy alto, y predominan los niveles medio y alto; obteniendo de un total de 1911 manzanas analizadas, 18 (1%) manzanas de nivel Bajo, 329 (17%) manzanas de nivel medio, 1456 (76 %) manzanas de nivel alto y 109 (6%) manzanas de nivel muy alto distribuidas en el sector.

Respecto al análisis de las variables se consideraron que la dimensión física y social, tienen igual importancia pues, el material de pared y techo, el estado de conservación y el tipo de construcción son muy importantes frente a la ocurrencia de un sismo, ya que suponen la parte de resistencia estructural de las familias, que en algunos casos, son sus medios de vida; mientras que las variables de incidencia de pobreza, estratos

socioeconómicos, grupo etario y densidad poblacional, responden al comportamiento durante y después del evento, pues la respuesta de la población frente a un evento adverso está ligado al grado de resiliencia, la cual está sujeta al grado de instrucción e ingresos de la población. Por lo tanto estas dos dimensiones, tienen una participación equitativa en el cálculo de los niveles de vulnerabilidad.

Respecto a la distribución de los niveles de vulnerabilidad que se observa en el mapa, se procedió a sectorizar el sector 4, pues se observó que presentan una tendencia, ya que los niveles de vulnerabilidad alto y muy alto se encuentran principalmente sobre las zonas altas del sector, donde se han dado los últimos asentamientos humanos, y en donde predominan viviendas improvisadas de madera con ingresos económicos bajos, asentadas sobre suelos residuales y que en algunos casos no cuentan en su mayoría con los servicios básicos de luz, agua y desagüe; mientras que los niveles de vulnerabilidad bajo y medio, se encuentran en la partes bajas y casi llanas del sector, son donde predominan las viviendas consolidadas de material noble con techos de concreto para uso familiar, que cuentan con los ingresos más altos del sector de acuerdo al INEI y pertenecen a los primeros asentamientos humanos. Ver Figura N° 21 - 23.

La sectorización del Sector 4, respecto a la vulnerabilidad y su descripción son las siguientes:

- Sector 1: Tiene un área aprox. De 2.697 km². Se observa vulnerabilidad baja media y alta. Material de pared predominante de ladrillo y cemento con techo de concreto para uso familiar y con estado de conservación consolidado, el índice de pobreza va de bajo a medio con ingresos desde 899 hasta 2192.19 soles y con una densidad media a media alta con el grupo etario predominante de 30 a 50.
- Sector 2: Tiene un área aproximada de 0.914 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante de ladrillo y madera con techos de calamina, casas en proceso de consolidación en su mayoría improvisadas, el índice de pobreza es alto con ingresos de 570 a 899 soles, la densidad va de baja a media con un grupo etario predominante de 15 a 50.

- Sector 3: Tiene un área de 1.625 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante es ladrillo y madera con techos de calamina y predomina el tipo de construcción improvisada. Presenta un índice de pobreza alto, con ingresos por debajo del mínimo y con una densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 30 a 50 años.
- Sector 4: Tiene un área de 1.692 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante de madera con techos de calamina en consolidación y tipo de construcción improvisada. Cuanta con índice de pobreza alto con ingresos con ingresos por debajo del mínimo y con una densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 15 a 50 años. Ver Mapa N° 18.



Fotografía N° 21. Zona de vulnerabilidad Alta en la Asociación Minas de Agua - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 22. Viviendas de vulnerabilidad Alta en la calle Industrial de la Asociación Zona Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 23. Vista lateral izquierda A.H Villa el Pedregal, zona de Alta vulnerabilidad - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)

287800

289800

291800

8655900

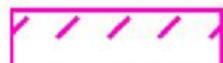
8653900



VILLAMARIA
DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

SIMBOLOGÍA	SECTOR
	1
	2
	3

4.3 Calculo del Riesgo

En la Figura N° 20, se muestra que los niveles del Riesgo se hallan con la intercepción del Peligro y la Vulnerabilidad.

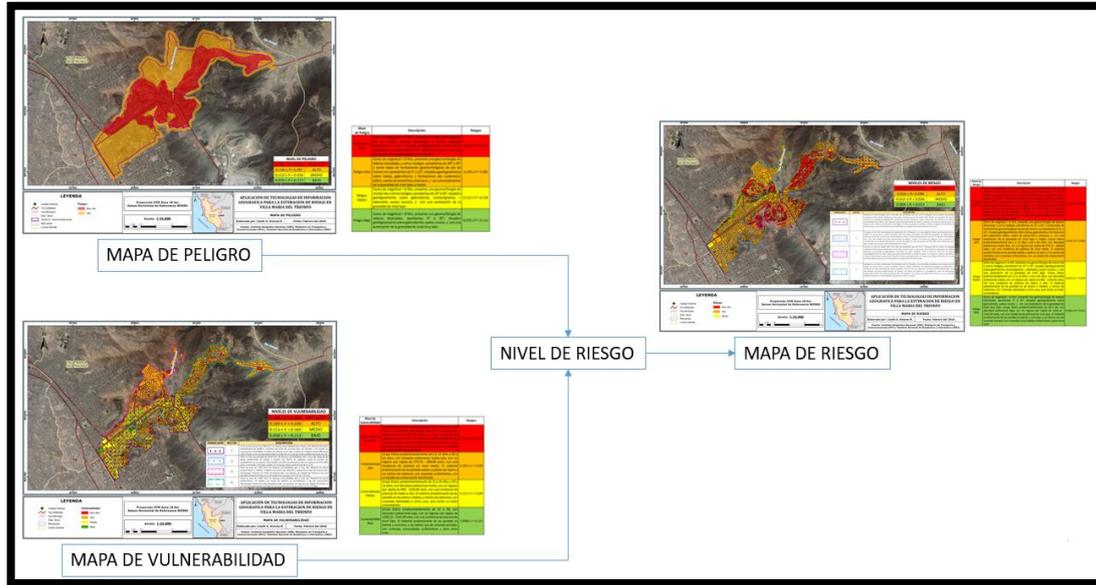


Figura N° 20. Flujograma para obtener los niveles del riesgo (Fuente: Elaboración propia)

4.3.1 Matriz de riesgo

En la Tabla N° 96, se observa el comportamiento del riesgo frente a los valores del Peligro y la Vulnerabilidad.

Tabla N° 96

Matriz del Riesgo para el Sector 4 de Nueva Esperanza

PMA	0.502	0.057	0.085	0.170	0.286
PA	0.285	0.032	0.048	0.096	0.162
PM	0.156	0.018	0.026	0.053	0.089
PB	0.112	0.013	0.019	0.038	0.064
		0.113	0.169	0.338	0.568
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo ante la ocurrencia de un evento sísmico en el Sector 4 de Nueva Esperanza, en el distrito de Villa María del Triunfo, se detallan en la Tabla N° 97.

Tabla N° 97

Niveles del Riesgo para el Sector 4 de Nueva Esperanza

NIVELES DE RIESGO	
$0.096 \leq R \leq 0.286$	MUY ALTO
$0.026 \leq R < 0.096$	ALTO
$0.013 \leq R < 0.026$	MEDIO
$0.004 \leq R < 0.013$	BAJO

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3 Estratificación del riesgo

Tabla N° 98

Estratificación de Riesgo del Sector 4 de Nueva Esperanza

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de pie de monte, laderas disectadas y cerros testigos; pendientes 0° a 30°; situados geológicamente sobre suelos residuales con características de rellenos y arena, y con una aceleración de la gravedad de nivel medio. Grupo Etario predominantemente de 0 a 5 y mayores a 65 años; con densidad poblacional alta; con un ingreso per cápita menor de 575.69 soles; con una incidencia de pobreza de nivel alto. El material predominante de las paredes y techos, es otro material (cartón, plástico, entre otros similares); son viviendas improvisadas, con estado de conservación deteriorado.	$0.096 \leq R \leq 0.286$
Riesgo Alto	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de laderas disectadas y cerros testigos; pendientes de 30° a 45° y zonas bajas de formaciones geomorfológicas de pie de monte con pendientes de 0° a 15°; situados geológicamente sobre lutitas, gabrodiorita y formaciones del cuaternario eólico; suelos de arena fina y arenosos, y con una aceleración de la gravedad de nivel bajo a medio. Grupo Etario predominantemente de 6 a 12 años y 60 a 65 años; con densidad poblacional media alta; con un ingreso per cápita de 575,70 - 898,99 soles; con una incidencia de pobreza de nivel medio. El material predominante de	$0.026 \leq R < 0.096$

...//

//...

	las paredes adobe y piedra con barro y los techos de calamina; son viviendas unifamiliares, con un estado de conservación densificado.	
Riesgo Medio	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de monte isla o cerros testigos; pendientes de 15° a 30°, situados geológicamente sobre gabrodiorita, monzongranito – adamelita; suelos rocosos, y con una aceleración de la gravedad de nivel bajo. Grupo Etario predominantemente de 13 a 15 años y 50 a 59 años; con densidad poblacional media; con un ingreso per cápita de 899 - 1330,09 soles; con una incidencia de pobreza de medio a alto. El material predominante de las paredes es de estera y madera, y techos de calaminas; son viviendas destinadas a otros usos, que recién se están consolidando.	$0.013 \leq R < 0.026$
Riesgo Bajo	Sismo de magnitud > 8; presenta una geomorfología de laderas disectadas; pendientes 5° a 30°; situados geológicamente sobre gabrodiorita; suelos rocoso, y con una aceleración de la gravedad de nivel muy bajo. Grupo Etario predominantemente de 15 a 49; con densidad poblacional baja; con un ingreso per cápita de 1330,10 - 2192,99 soles; con una incidencia de pobreza de nivel bajo. El material predominante de las paredes es ladrillo y concreto, y los techos son de concreto armado; son viviendas consolidadas unifamiliares y para otros usos.	$0.004 \leq R < 0.013$

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 Resultados del riesgo

Los niveles de riesgo del sector 4 se calcularon en base a los niveles del peligro y la vulnerabilidad, obteniendo como resultados, niveles riesgo medio, alto y muy alto. El comportamiento de los niveles de riesgo se observan en la matriz del riesgo, siendo el nivel alto el que predomina en el sector 4 de Villa María del Triunfo con 1270 manzanas, equivalente a un poco más del 66% del total de manzanas, en menor proporción el nivel muy alto con 640 manzanas, que equivale a un poco más del 33% y el nivel medio con 1 manzana que equivale a menos del 1%.

Al igual que en la vulnerabilidad, se observa que el nivel de riesgo muy alto se encuentra en las partes altas del sector, las cuales están conformadas por altas pendientes, formación de suelos residuales y viviendas precarias, mientras que para el nivel de riesgo alto se observan que se encuentran sobre formaciones de arenas finas y rellenos de arena, pero

predominan edificaciones de material noble ya consolidadas, por lo que podemos observar que las manzanas con niveles bajos de vulnerabilidad, frente a un peligro muy alto condicionado por su tipo de suelo, geología, geomorfología y demás elementos del terreno, pueden resistir un evento de gran magnitud. La descripción de los sectores de acuerdo al riesgo es la siguiente:

- Sector 1: Presenta un nivel de peligro alto a muy alto con pendientes que van de 0 a 30 grados pie de monte con geología cuaternaria eólica donde predominan áreas finas, mientras que en las partes altas donde se encuentran las laderas disectadas con geología de gabrodiorita y formación de suelos residuales. Tiene un área aprox. De 2.697 km². Se observa vulnerabilidad baja media y alta. Material de pared predominante de ladrillo y cemento con techo de concreto para uso familiar y con estado de conservación consolidado, el índice de pobreza va de bajo a medio con ingresos desde 899 hasta 2192.19 soles y con una densidad media a media alta con el grupo etario predominante de 30 a 50.
- Sector 2: El peligro es muy alto y predominan las pendientes de 0 a 30 grados, con una unidad de relieve que va desde el pie de monte con arenas finas y suelos residuales hasta las laderas disectadas con formación geológica de gabrodiorita y formación de suelos residuales por acción antrópica. Tiene un área aproximada de 0.914 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante de ladrillo y madera con techos de calamina, casas en proceso de consolidación en su mayoría improvisadas, el índice de pobreza es alto con ingresos de 570 a 899 soles, la densidad va de baja a media con un grupo etario predominante de 15 a 50.
- Sector 3: Presenta un nivel de peligro alto a muy alto con pendientes que van de 0 a 30 grados pie de monte con geología cuaternaria eólica donde predominan áreas finas, mientras que en las partes altas donde se encuentran las laderas disectadas con geología de gabrodiorita y formación de suelos residuales. Tiene un área de 1.625 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante es ladrillo y madera con techos de calamina y predomina el tipo de construcción improvisada. Presenta un índice de pobreza alto, con ingresos por

debajo del mínimo y con una densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 30 a 50 años.

- Sector 4: El peligro es muy alto y predominan las pendientes de 0 a 30 grados, con una unidad de relieve que va desde el pie de monte con arenas finas y suelos residuales hasta las laderas disectadas con formación geológica de gabrodiorita y formación de suelos residuales por acción antrópica. Tiene un área de 1.692 km². Se observa vulnerabilidad alta a muy alta. Material de pared predominante de madera con techos de calamina en consolidación y tipo de construcción improvisada. Cuanta con índice de pobreza alto con ingresos con ingresos por debajo del mínimo y con una densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 15 a 50 años. Ver Figura 24 - 26 y Mapa N° 19.

La relación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo de los sectores, se pueden observar en la Tabla N° 99.



Fotografía N° 24. Zona de Alto riesgo en la Asociación Minas de Agua - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 25. Viviendas sobre suelo residual en zona de Muy alto riesgo del pasaje Laderas de la Asociación Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T. - 06/05/2018
(Fuente: Propia)



Fotografía N° 26. A.H. Laderas de Villa Jesús de Nazaret, zona de Alto a Muy alto riesgo - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)

Tabla N° 99
Matriz de niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo

	Niveles de Peligro	Niveles de Vulnerabilidad	Niveles de Riesgo	Descripción	Consecuencias y daños	Medidas de prevención y reducción
Sector 1 	Muy Alto y Alto (para los cuatro sectores)	Alto	Alto	Pendientes que van de 0 a 30 grados, pie de monte con geología cuaternaria eólica, donde predominan la gabrodiorita y formación de suelos residuales. En las viviendas predomina el ladrillo y cemento, con techo de concreto, son de uso familiar, y en su mayoría se encuentran consolidadas, tiene un índice de pobreza que va de bajo a medio, una densidad de media a alta y el grupo etario predominante es de 30 a 50 años.	✓ Desprendimiento de rocas de las partes altas. ✓ Destrucción de viviendas de con mala cimentación. ✓ Pérdidas de vidas humanas y medios de vida. ✓ Daños en estructuras de servicios básicos (Agua, luz y desagüe).	✓ Reforzamiento de laderas. ✓ Construcción de viviendas sobre estructuras sísmo- resistentes. ✓ Mantenimiento a estructuras del municipio sobre gestión de riesgos de desastre. ✓ Informar, concientizar y preparar a la población. ✓ Realizar simulacros. ✓ Mantenimiento de las vías o rutas de escape.
		Medio	Medio			
		Bajo				
Sector 2 	Muy Alto y Alto	Muy Alto	Pendientes que van de 0 a 30 grados, con unidad de relieve que va desde el pie de monte con arenas finas y suelos residuales, hasta laderas disectadas con formación geológica de gabrodiorita y formación de suelos residuales por formación autrópica. Sus viviendas son de ladrillo y madera, con techos de calamina y en proceso de consolidación en su mayoría improvisadas, índice de pobreza alto, con densidad de baja a media y el grupo etario predominante de 15 a 50 años.	✓ Desprendimiento de rocas de las partes altas y laderas de cerros. ✓ Deslizamiento de laderas y suelos inestables con altas pendientes. ✓ Destrucción de viviendas de madera, cimentadas sobre pilas de piedras. ✓ Pérdidas de vidas humanas y medios de vida. ✓ Daños en estructuras de servicios básicos (Agua, luz y desagüe).	✓ Reforzamiento de laderas. ✓ Construcción de viviendas sobre estructuras sísmo- resistentes. ✓ Orientación técnica para la edificación de viviendas Fortalecer las capacidades del municipio sobre gestión de riesgos de desastre. ✓ Informar, concientizar y preparar a la población. ✓ Realizar simulacros. ✓ Mantenimiento de las vías o rutas de escape. ✓ Evitar el asentamiento de nuevas viviendas en el sector.	
		Alto				Alto
Sector 3 	Muy Alto y Alto	Muy Alto	Pendientes que van de 0 a 30 grados pie de monte con geología cuaternaria eólica donde predominan áreas finas, mientras que en las partes altas donde se encuentran las laderas disectadas con geología de gabrodiorita y formación de suelos residuales. Material de pared predominante es ladrillo y madera con techos de calamina, de construcción improvisada, índice de pobreza alto, con ingresos por debajo del mínimo, densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 30 a 50 años.	✓ Desprendimiento de rocas de las partes altas y laderas de cerros. ✓ Deslizamiento de laderas y suelos inestables con altas pendientes. ✓ Destrucción de viviendas de madera, cimentadas sobre pilas de piedras. ✓ Pérdidas de vidas humanas y medios de vida. ✓ Daños en estructuras de servicios básicos (Agua, luz y desagüe).	✓ Reforzamiento de laderas. ✓ Construcción de viviendas sobre estructuras sísmo- resistentes. ✓ Orientación técnica para la edificación de viviendas Fortalecer las capacidades del municipio sobre gestión de riesgos de desastre. ✓ Informar, concientizar y preparar a la población. ✓ Realizar simulacros. ✓ Mantenimiento de las vías o rutas de escape. ✓ Evitar el asentamiento de nuevas viviendas en el sector.	
		Alto				Alto
Sector 4 	Muy Alto y Alto	Muy Alto	Pendientes de 0 a 30 grados, con una unidad de relieve que va desde el pie de monte con arenas finas y suelos residuales hasta las laderas disectadas con formación geológica de gabrodiorita y formación de suelos residuales por acción autrópica. Material de pared predominante de madera con techos de calamina en consolidación y tipo de construcción improvisada, índice de pobreza alto con ingresos por debajo del mínimo y con una densidad poblacional baja en la cual predomina el grupo etario de 15 a 50 años.	✓ Desprendimiento de rocas de las partes altas y laderas de cerros. ✓ Deslizamiento de laderas y suelos inestables con altas pendientes. ✓ Destrucción de viviendas de madera, cimentadas sobre pilas de piedras. ✓ Pérdidas de vidas humanas y medios de vida. ✓ Daños en estructuras de servicios básicos (Agua, luz y desagüe).	✓ Reforzamiento de laderas. ✓ Construcción de viviendas sobre estructuras sísmo- resistentes. ✓ Orientación técnica para la edificación de viviendas Fortalecer las capacidades del municipio sobre gestión de riesgos de desastre. ✓ Informar, concientizar y preparar a la población. ✓ Realizar simulacros. ✓ Mantenimiento de las vías o rutas de escape. ✓ Evitar el asentamiento de nuevas viviendas en el sector.	
		Alto				Alto

Fuente: Elaboración Propia

287800

289800

291800

293800

8655900

8653900

8651900

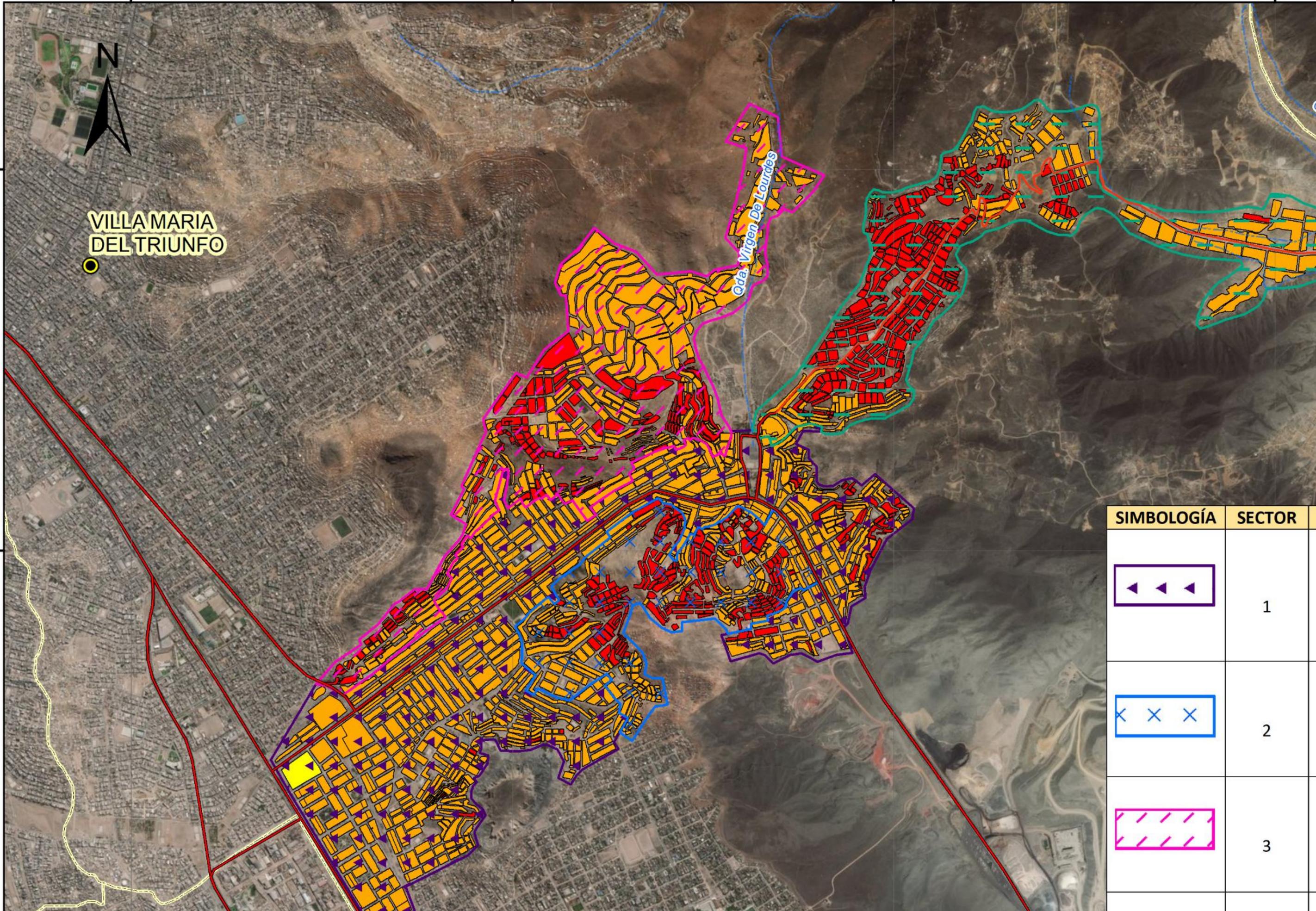


VILLA MARIA DEL TRIUNFO



Cda. Virgen De Lourdes

SIMBOLOGÍA	SECTOR
	1
	2
	3



4.4 Discusión de resultados

Existen a nivel mundial diversas metodologías para la determinación del peligro, vulnerabilidad y riesgo, las cuales se encuentran sujetas al relativamente nuevo Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, el cual tiene como principal meta la reducción y la prevención de riesgos de desastres en salvaguarda de las poblaciones y sus medios de vida. La metodología vigente para estimación de los niveles del riesgo en nuestro país, ha sido desarrollada por el CENEPRED, y en su Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, se agrupan en una sola metodología estándar, los parámetros o variables para el entendimiento de los fenómenos naturales, las cuales son calculadas mediante el Proceso de Análisis Jerárquico - AHP; que al igual que la metodología aplicada por el PNUD en Cuba, en la publicación “Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial – parte 1”(2014), donde se aplica el análisis multicriterio y se calculan los valores mediante el álgebra de mapas, se dan alcances de las variables que se deberían de tomar para cada evento de origen natural, pero el método del AHP, también hace uso del análisis multicriterio y ordena las variables de acuerdo a orden de importancia, dando como resultados la jerarquización del peligro, vulnerabilidad y riesgo, y es más aceptable pues se apoya en un método matemático y consistente.

Conforme se establece en el Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, los parámetros: geotecnia, pendiente, suelo, geología y geomorfología fueron nuestros parámetros para el peligro y los valores o características de cada uno de estos, nuestros descriptores. Dichos parámetros se determinaron en consideración a las características del área de estudio, la cual se configura por un conjunto de quebradas secas, en casi toda su extensión. Así mismo, se encuentra formada en la parte baja por depósitos eólicos del cuaternario, además de rellenos de arena, dándonos dos niveles de peligro predominantes en el distrito, el nivel alto y muy alto; en el estudio “Escenario de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de Villa María del Triunfo”, elaborado por PREDES (2011), se observa que los niveles de peligro que predominan en el sector 4 de Nueva Esperanza, son el medio y el alto, los cuales difieren un poco de los resultados del peligro de este estudio, esto debido que para este estudio se tomaron variables distintas y más a detalle, ya que se centró solamente en un sector; además de acuerdo a la metodología del CENEPRED, el cálculo de los valores del peligro

se encuentra en función al condicionante, desencadenante y parámetro de evaluación, esto quiere decir también está en función a un sismo mayor de 8° en la escala de Richter y a la aceleración de la gravedad de sus ondas sísmicas sobre el terreno de estudio, por lo que los niveles resultantes se encuentran más apegados a la realidad ante un evento sísmico.

De los dos niveles predominantes del peligro para este estudio, los factores condicionantes suponen valores de importancia casi similares respecto al análisis, sin embargo dentro de ellos, también se analizan a cada uno de sus descriptores, y por otro lado, la parte del nivel muy alto, que en el mapa se encuentra conformada por relleno y arenas, suelos residuales, laderas disectadas de pendientes moderadas a altas. En cambio, el área de nivel muy alto está conformada por laderas de altas pendientes y suelos residuales que se forman como parte de la erosión antrópica de la zona. Además que se evaluó en función al mapa de microzonificación geotectónica sísmica del distrito de Villa María del Triunfo, que se realizó para el proyecto Preparación ante Desastres sísmico y/o Tsunami y recuperación Temprana en Lima y Callao, el cual nos muestra que en el sector hay tres niveles de microzonificación sísmica: Medio, Bajo y Roca, este último se tomaría como un nivel muy bajo, pues tiene valores mínimos de aceleración de la gravedad (g), los cuales muestran la intensidad de las ondas sísmicas durante el evento sísmico, lo cual quiere decir que está ligada a la capacidad destructiva del sismo.

Respecto a las variables para vulnerabilidad ante sismo, se realizó en base a la metodología del CENEPRED, tomando la dimensión física y social, en base a su fragilidad y resiliencia, pues para la exposición se toma a las manzanas de todo el sector 4 de Nueva Esperanza y sus pobladores, ya que son los factores expuestos en este estudio; y en base a esto, es que se analizan las dos dimensiones; que difieren sobre otras investigaciones, que utilizan el método de análisis jerárquico, como la de Ángel Cuya (2017) en su tesis “Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica” y José Campoverde (2017) en su tesis “Escenario de riesgo sísmico en el distrito de San Isidro”, en donde analizan, la vulnerabilidad sísmica en base a la fragilidad (estado de conservación, material de construcción, número de pisos, configuración geométrica, etc.), realizando en el caso de Cuya, un análisis de resiliencia a los pobladores del distrito de Chosica frente a un evento adverso, y calculando los valores con el método de análisis jerárquico, realizando un análisis separado por cada resultado, pero no introduce dentro de su análisis de vulnerabilidad sísmica a la resiliencia, además que toma al estado de

conservación y tipo de edificación como parte de la fragilidad, al contrario de este estudio donde se consideran como parte de la resiliencia física a estas variables, y para el caso de Campoverde no la toma en su análisis debido a no lo considera necesario ya que el 53% población del distrito de San Isidro cuenta con instrucción superior universitaria completa, por lo que se estimó que tienen conocimientos básicos en prevención de riesgo de desastres; sin embargo este análisis, no supone una diferencia drástica para estos estudios, debido a que se encuentra sujeta al análisis y criterio del investigador en donde pueden influir muchos elementos, ya que para cada lugar que sea motivo de estudio la casuística será distinta.

Respecto al estudio para “Determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud” elaborado por INDECI (2010), que se realizó para todo el distrito y sus sectores, se elaboró en base a sus características físicas con la metodología del Manual básico para la estimación del riesgo del INDECI (2006), a diferencia de este estudio que se elaboró con la metodología del CENEPRED y se agregaron para su análisis la parte física y social, respecto a los resultados, en el estudio previo solo se da una respuesta a nivel estructural de las viviendas, sin embargo la vulnerabilidad no está sujeta solamente a la parte estructural, sino también a la parte social, pues la respuesta durante un sismo es sumamente importante, ya que esto determina la cantidad de vidas humanas que pueden perderse, en el Marco de Sendai, se coloca como principal objetivo la reducción de pérdidas humanas y sus medios de vida, es por ello que dentro de la ley 29664, se consideran a la exposición, fragilidad y resiliencia, como parte de la evaluación de la vulnerabilidad, para tener un análisis más apegado a la realidad.

Podemos observar en el estudio para “Determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud”, que en el sector 4 de Nueva Esperanza, predominan los niveles altos y muy alto de vulnerabilidad, y en menor proporción medio y bajo, que al igual que nuestro estudio se ubican en las partes alta del sector donde predominan las viviendas de material menos resistente, pero a diferencia de este estudio en la parte baja donde se observa el nivel medio de vulnerabilidad, en el estudio previo se observan niveles muy altos, esto debido a que solo se evaluó en función de sus características físicas, además que la información con la que se elaboró se

encuentra desfasada pues se tomaron los datos del Censo del INEI (2007), a diferencia de este estudio en el cual se recopilieron las características físicas en campo.

Para el cálculo de la vulnerabilidad del estudio, en la dimensión física, se tomaron como parámetros al tipo de material de techo y paredes, toda vez que estas corren riesgo de colapsar o presentar daños en sus estructuras ante la ocurrencia de un sismo, por lo tanto se encuentran expuestos a posibles daños significativos, sin embargo estos pueden volverse más resistentes si tienen buena cimentación, estructuras en estado óptimo para ser habitados, o si se encuentran en suelos estables, esto suma a la resiliencia de las viviendas, por ello como parte de su resiliencia física se tomó al tipo de construcción y estado de conservación; en la dimensión social se consideró al grupo etario como parte de su fragilidad, debido a que frente a un sismo son los niños y ancianos los más vulnerables, por otro lado, tener el dato de la densidad, nos ayuda a analizar la tendencia de la evacuación la cual suma aún más a la fragilidad por los inconvenientes que esto supone frente a un sismo.

Respecto a la resiliencia social, el análisis fue aún más minucioso debido a que las variables pudieron ser parte de la dimensión económica, pero se estimó pertinente trabajar solamente con dos dimensiones, y agregar esta variable al campo de la dimensión social por dos razones: la primera porque la variable incidencia de pobreza nos muestra los grupos de pobreza, que coincidentemente concuerdan con la dinámica de la dimensión física, colocando a estos sobre las partes altas, que evidencian asentamientos recientes, en donde no se han desarrollado medidas estructurales para su ocupación, denotando la falta de conocimiento sobre peligros de origen natural que puedan ocurrir y sobre todo la actitud que puedan tomar estas personas frente a un evento adverso, en este caso, frente a un sismo; además que la disminución de la vulnerabilidad se trabaja en base a la resiliencia, entonces al saber dónde se encuentran los grupos de pobreza y saber cuáles son sus principales carencias, se podría implementar medidas a corto plazo, que aumenten su resiliencia y por lo tanto disminuyan su vulnerabilidad; la variable de estratos socioeconómicos o ingresos mensuales es una parte fundamental, pues esta denota la capacidad monetaria de las familias para volver a surgir después de la ocurrencia de un evento adverso. Por otro lado, en el mapa se observa un patrón de ubicación, que permite inferir, que las familias con mayores ingresos se ubican en las partes bajas del sector

materia de estudio, teniendo éstas un mejor nivel de educación y capacitación en temas de gestión de riesgos, aspectos que suman a la resiliencia de estas familias.

Con estos criterios se calcularon los valores de la vulnerabilidad y se sectorizaron en cuatro zonas al sector 4 de nueva esperanza, que engloban características similares respecto a la vulnerabilidad, para poder recomendar planes o programas de reducción de la vulnerabilidad. Es así que observamos que en el primer sector, se encierran las zonas con niveles predominantes de vulnerabilidad media a alta y también de vulnerabilidad baja, pero en menor proporción, esto es debido a que estos asentamientos cuentan en su gran mayoría con viviendas de material noble, las cuales han tenido mejoras en sus estructuras y sus ingresos económicos son los mejores del sector. Por otro lado, los sectores 2, 3 y 4 presentan niveles de vulnerabilidad Alta a Muy Alta, pero esta última con muy poca presencia, si analizamos bien el mapa esto obedece a las viviendas que se encuentran en las partes altas de los cerros y las quebradas, de las cuales algunos son asentamientos humanos informales que no cuentan con los servicios básicos de agua, luz y desagüe, en las que predominan las viviendas de maderas y techos de calamina, con un ingreso de medio a bajo.

Los resultados del riesgo se encuentran en función a los valores del peligro y la vulnerabilidad, y su comportamiento se observa en la matriz de riesgo; para el sector 4 de Nueva Esperanza, se hallaron los niveles de riesgo medio, Alto y Muy Alto, el cual presenta una tendencia, en las zonas bajas del sector se encuentran las viviendas con nivel alto, mientras que en las altas, las viviendas con niveles muy alto de riesgo, de acuerdo al estudio “Escenarios de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de villa maría del triunfo”, ya antes mencionado; se observan que predominan los niveles medio y alto de peligro, ubicándose los niveles más bajos en la parte baja del sector, mientras que los valores más altos se encuentran sobre las partes altas de mayor pendiente, al igual que en este estudio tiene una tendencia en la que se muestra a las partes altas como las zonas más propensas y expuesta, donde precisamente se encuentran los asentamientos humanos más recientes del sector. Obviamente los resultados no serán los mismos, debido a que este estudio se ha elaborado con datos actualizados en salidas de campo para los años 2017 y 2018, y las variables que se utilizaron para la determinación del peligro, se encontraban más a detalle, de las que se utilizaron para este estudio, y al

ser calculados con la metodología del CENEPRED, se consideraron también en la vulnerabilidad a la dimensión social.

Al igual que en la vulnerabilidad, para el riesgo se utilizó la misma sectorización que en el caso de vulnerabilidad para explicar los resultados y aplicar medidas estructurales y no estructurales que se requieran para la reducción del riesgo en el Sector 4. En el sector 1, el nivel que predomina es el Alto, y esto es debido a que el nivel de peligro en la zona es de Alto a Muy alto a pesar que los niveles de vulnerabilidad que se encuentran son Bajo, Medio y Alto, este comportamiento se puede observar en el cuadro de estratificación del peligro, además que nos muestra que a pesar que las viviendas puedan ser más resistentes en cuanto a sus estructuras, si estas se encuentran en suelos inestables de arenas y depósitos, es probable que las estructuras colapsen o tengan daños significativos, a esto, sumándole la aceleración de la gravedad de las ondas sísmicas y la capacidad portante de los suelos. En los sectores 2, 3 y 4 los niveles de riesgos son de Alto a Muy alto, a pesar de que estas zonas están conformadas geológicamente por rocas, la actividad erosiva humana que se da en el asentamiento de las viviendas, hacen que se formen suelos residuales, que considerando las inclemencias del tiempo, aumentan su capacidad erosiva, además que son laderas de altas pendientes, en la cuales incluso se observan viviendas al ras de los acantilados unas sobre otras y la única manera de poder transitar por ellas es mediante escaleras. En estas zonas predominan las viviendas de madera, las cuales en su mayoría están sobre pircas en suelos erosionados y no cuentan con servicios básicos completos, algunos incluso se abastecen con piletas instalados por SEDAPAL, mientras que otros asentamientos como Mina de Agua y Nueva Unión, aun se abastecen de camiones cisternas, frente a un evento de gran magnitud estas serían los principales sectores con problemas debido a que el agua llegaría primero a las zonas que paguen más por ella, sin contar que uno de los problemas principales serían la pérdidas de sus viviendas y las de sus medios de vida, como por ejemplo en el A.H Mina de Agua, los pobladores se dedican a la crianza de cerdos los cuales son su fuente principal de ingresos, y a esto, sumándole las pérdidas de vidas humanas, se podría deducir que los daños no solo demandarían de un gran costo por la pérdidas de los medios de vida y viviendas, sino que también demandaría una gran inversión al producirse enfermedades u epidemias por falta de agua y descomposición.

Además frente a un evento sísmico, se podrían originar desprendimientos de rocas de las partes altas, la cuales caerían sobre las viviendas y sus pobladores, y también podrían originarse deslizamientos por la alta pendiente y la erosión en los suelos que viene presentando el sector 4, por ejemplo las viviendas de las partes altas de los sectores 42 y 43 se encuentran debajo de uno de los cerros que hace años fue erosionado para obtener materiales de construcción, el cerro es netamente roca pero las viviendas asentadas sobre él, han convertido sus laderas en zonas de arenas residuales, propias de la erosión antrópica, por lo tanto esto supone también un gran riesgo. Este estudio puede servir también para entender la dinámica de todo el distrito de Villa María del triunfo, debido a que presenta en casi toda la extensión de sus sectores, las mismas características y se puede implementar a partir de aquí, para posibles planes y estrategias del municipio, así como de entidades interesadas en la materia.

Y finalmente, el criterio de elaboración del estudio a nivel de manzanas, se dio por dos motivos: El primero porque la extensión del área de estudio, que abarca todo el sector, no permitiría ver a detalle algunos lotes. En distritos más pequeños se podrían apreciar estudios a mayor detalle o también a nivel de asentamientos humanos, estos estudios demandan encuestas por familias, debido a que son específicos y la muestra es pequeña, por lo tanto, se pueden realizar a mayor detalle, pero esto no quiere decir que el estudio por manzanas no sea algo confiable, solamente que la extensión y muestra del estudio es más grande, por lo tanto, al predecir los valores por manzanas nos aproximamos a los valores reales debido a que existe una tendencia de características similares en los asentamientos y las familias de cada sector, asentamiento humano, etc, que se encuentran dentro del área de estudio. El segundo motivo, se da porque la información recopilada en la etapa previa a la de campo, como los mapas temáticos para la vulnerabilidad y los datos estadísticos del aplicativo del INEI, se encontraba a nivel de manzanas catastrales, por lo que en las salidas de campo se levantó información de material de pared y techo predominante en cada manzana, así como sus demás variables; y finalmente con los datos recopilados de estudios previos y la obtenida en campo de manera objetiva, se realizó el estudio.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se identificó el nivel de Peligro Alto y Muy Alto en el sector 4 de Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo; siendo el total de manzanas 1911 de la cuales 587 se encuentran dentro del nivel de peligro Alto y 1325, se encuentran dentro del nivel de peligro Muy alto; para el nivel Alto se observó que se desplaza en dos formaciones geomorfológicas distintas, la primera en la partes bajas del distrito que se encuentra conformado geomorfológicamente por pie de monte de suelos arenosos y arena fina, con pendientes bajas, y la segunda se observó en las partes altas del sector que son de laderas disectadas, que por acción antrópica se encuentra con formaciones de suelos residuales y tienen su pendiente que va de moderada a alta. Para el nivel muy Alto, se observó que se encuentra en la parte central de la red de drenaje de las quebradas que va desde el pie de monte hasta las laderas disectadas, y tiene pendientes que van desde las moderadas hasta las altas, con suelos residuales; convirtiéndose en áreas muy propensas a deslizamientos y derrumbes, frente a un sismo mayor a 8° en la escala de Richter.
- Se identificó para la Vulnerabilidad en el sector 4 de Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo, los niveles Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. Siendo los niveles Medio y Alto los que más se observan en el mapa, y van de acuerdo al análisis de los descriptores de la vulnerabilidad, pues en las partes ya consolidadas, en donde se encuentran los primeros asentamientos urbanos del sector, podemos observar que predominan los niveles Bajos (18 manzanas) a Medios (329 manzanas), y predominan las viviendas de ladrillo y material noble; mientras que los niveles Alto (1456 manzanas) y Muy alto (109 manzanas) se encuentran sobre las laderas y partes altas de los cerros, donde se encuentran los asentamiento urbanos más recientes del sector, de los cuales algunos cuentan con servicios básicos, y otros aún se abastecen de agua por cisternas, y luz con velas y alumbrado eléctrico a través otros asentamientos vecinos, predominan las viviendas de madera y calamina.

- Para el Riesgo se identificaron los niveles Medio, Alto y Muy Alto en el sector 4 de Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo, siendo el total de manzanas 1911, de las cuales 1 pertenece al nivel Medio, 1270 pertenecen al nivel Alto y 640 pertenecen al nivel Muy alto. Se observó que debido a los niveles del Peligro, predomina en el Mapa de Riesgos los niveles Alto y Muy Alto. Este comportamiento del peligro frente a la vulnerabilidad se puede observar en la tabla de estratificación del Riesgo; por lo que concluimos que en la partes bajas de pie de monte y de laderas bajas que pertenecen a la red drenaje de las quebradas predomina el Riesgo Alto, mientras que en las partes altas de los cerros y zonas en consolidación predomina el Riesgo muy alto; de igual manera en ambos escenarios frente a un sismo mayor de 8°, ocurrirían daños significativos en las viviendas y sobre el terreno en la cual se ha cimentado porque se originarían, deslizamientos y desprendimientos de rocas, además de la falta de preparación y conocimientos de la población.

5.2 Recomendaciones

Para la disminución de los posibles daños originados por el riesgo, se tiene que trabajar en base a la reducción de la vulnerabilidad, es de conocimiento que un evento sísmico puede ocurrir en cualquier momento, y la población debe estar prevenida, preparada e informada. Por lo que se recomienda medidas de prevención las cuales están sujetas a planes o programas de aplicación a largo plazo, y están orientadas a la planificación, para el sector 4 de Nuevas Esperanza, se recomienda lo siguiente:

1. Actualizar el plano de zonificación de usos de suelos del distrito de Villa María del Triunfo, en que se puedan consignar zonas de riesgo calificándolas de intangibles, y evitar el asentamiento de posesiones informales.
2. Implementar por parte de las autoridades, orientación técnica para las edificaciones de viviendas, para que estas cumplan con las normas de edificaciones establecidas.
3. Emitir una ordenanza sobre el número de pisos de las viviendas, para construir viviendas de 1 a 3 pisos máximo, para aminorar la carga sobre el suelo.

Respecto a las medidas de reducción, las cuales se aplican en un corto plazo, y pueden ser estructurales y no estructurales, en el mapa de vulnerabilidad del sector 4, se sectorizo en cuatro áreas que mantienen dentro de sí, características similares de niveles de vulnerabilidad, para poder aplicar planes y estrategias más específicos para cada tipo de caso, y que tiene como objetivo el aumento de la resiliencia del sector frente a un evento de origen natural. Para el sector 1, se recomienda las siguientes medidas estructurales:

1. Reforzamiento de laderas con muros de contención y anclajes.
2. Construcción de pircas asentadas y reforzadas en concreto.
3. Construcción de escaleras con descansos y barandas.
4. Construcción de viviendas sobre cimentaciones de estructuras sismo- resistentes, de acuerdo a su capacidad de carga.
5. Realizar un correcto sistema de drenaje en el sector para evitar la saturación y erosión de los suelos.
6. Realizar el mantenimiento de las zonas comunes y seguras, como por ejemplo las escaleras sobre los cerros.
7. Promover las reuniones vecinales, para el mantenimiento de laderas y suelo inestables, promoviendo actividades de limpieza y remoción de escombros y rocas.
8. Realizar mantenimiento a las viviendas con más de 15 años de antigüedad.
9. Mantenimiento de las vías o rutas de escape.

Estas son una de las muchas medidas que se recomiendan y se pueden poner en aplicación, debido a que las viviendas ya se encuentran construidas sobre estas zonas, por lo tanto la mejor opción estos casos es el reforzamiento de sus laderas y suelos, además de restricciones sobre la construcción de las mismas. Para el sector 1 también se recomiendan las siguientes medidas no estructurales:

1. Fortalecer las capacidades del municipio sobre gestión de riesgos de desastre.
2. Campañas educativas en los centros educativos sobre la gestión de riesgo de desastres.
3. Reuniones municipales para informar y concientizar a la población sobre los posibles daños que puedan suceder por fenómenos de origen natural.

4. Brindar charlas, señalar las zonas seguras y rutas de evacuación en casos de sismo u otro evento de origen natural.
5. Realizar simulacros y simulaciones para brindar conocimientos y preparar a la población.

Para el caso de los sectores 2, 3 y 4, se consideran las medidas estructurales y no estructurales antes mencionadas y se le agregan las siguientes recomendaciones:

1. Emplear materiales resistentes que cumplan con los estándares de calidad.
2. Asistencia técnica continúa.
3. Evitar construcciones informales sobre las partes altas de los cerros

Las medidas de reducción de los sectores 2, 3 y 4 son similares porque los tres sectores se encuentran sobre las partes altas de los cerros, presentando las mismas características físicas y sociales, además de presentar los mismos niveles de vulnerabilidad Alto y Muy alto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2011). Gestión del riesgo de desastres ante terremotos en Villa María del Triunfo. Lima – Perú. 20 pp.
2. Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2011). Escenarios de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de Villa María del Triunfo. Lima – Perú. 82 pp.
3. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2015). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da Versión. Lima: NEVA STUDIO SAC. 246 pp.
4. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2017). Manual para la evaluación del riesgo por sismos. Lima – Perú. 106 pp.
5. Campoverde, J. (2017). Escenarios de riesgo sísmico en el distrito de San Isidro. Lima – Perú. 296 pp.
6. Cuya, A. (2017). Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica. Lima – Perú. 291 pp.
7. Guzmán, G. (2011). Como se clasifican los sismos según su magnitud e intensidad [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.biobiochile.cl/noticias/2011/03/29/como-se-clasifican-los-sismos-segun-su-magnitud-e-intensidad.shtml>
8. Hernández, M. (2012). Metodología de la investigación. Tipos y niveles de investigación. Recuperado de: <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
9. Hernández, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación – 6ta Edición. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 600 pp.
10. Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2011). Mapas de Microzonificación Sísmica en el centro histórico de Lima (Cercado de Lima y Rímac), Villa María del Triunfo y Callao. Lima – Perú. 5 pp. Recuperado de: https://www.indeci.gob.pe/atlas_10/atlas/27-PNUD_%20419_423.pdf

11. Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2011). Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un gran sismo de gran magnitud: distrito de Villa María del Triunfo. Lima – Perú. 57 pp.
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2016). Planos estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana. Lima: GRAFICA BURGOS SAC. 99 pp.
13. Kuroiwa, J. (2016). Gestión del riesgo de desastres en las ciudades del Perú en el Seminario Internacional Gestión del Riesgo de Desastres y Desarrollo Urbano Sostenible en el Perú, 7 – 8 de Julio, - Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 77 pp. Recuperado de: <http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/GestionRD/3.-%20Julio%20Kuroiwa.pdf>
14. Olaya, V. (2011). Sistema de Información Geográfica. 877 pp. Recuperado de: ftp://ftp.asturias.es/iaap/formacion/cursos/cartografia_digital_II/documentos/Libro%20GIS.pdf
15. Osorio, J., Orejuela, J. (2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y La toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de Aplicación. Scientia Et Technica, 39, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. 248-249.
16. Presidencia del Consejo de Ministros (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014 – 2021. Lima: Publimagen ABC sac. 64 pp.
17. Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2014). Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial – Parte 1. Cuba. 110 pp.
18. Tavera, H. (2017). Actualización del Escenario por Sismo, Tsunami y Exposición en la región central del Perú. Lima – Perú. 24 pp.
19. Toscano Hurtado, G. (2005). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) Como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. (Monografía para optar por el Título de Licenciado en Investigación Operativa) Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 100 pp.
20. Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica – Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Lima: Editorial San Marcos. 495 pp.
21. Yaclinzol (2012), Prontuario características técnicas de los terrenos y cimentaciones adecuadas a los mismos. 24 pp. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/yaclinzol/capacidad-portante-13760210>

ANEXOS

ANEXO 1:
PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS SALIDAS DE CAMPO



Fotografía N° 1. Vista desde la parte baja de la calle Los Robles de la Asociación Zona Agropecuaria Casa Huerta Granja - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 2. Viviendas sobre laderas de altas pendientes en la parte derecha de la calle 7 de Junio en el A.H. Nueva Esperanza - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 3. Vivienda sobre laderas de suelos residuales en el A.H Villa el Pedregal - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 4. Viviendas sobre suelos residuales en el A.H Villa el Pedregal - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 5. Vivienda sobre suelo inestable en el A.H Villa el Pedregal - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 6. Vista lateral derecha Junta de Posesionarios del Parque Industrial - anexo 2 - Manchay - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 7. Viviendas en zonas de alta pendiente en la Junta de Posesionarios del Parque Industrial - anexo 2 - Manchay - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 8. Viviendas en las partes altas de la Asociación de vivienda Nueva Unión - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 9. Vista de la Asociación de vivienda Nueva Unión - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 10. Viviendas sobre ladera inestable en el Jr. El Corregidor en el sector 38 del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 11. Vivienda sobre área erosionada en el Jr. El Corregidor en el sector 38 del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 12. Viviendas sobre pircas de piedra en el C.V. 11- 12 Sur - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 13. Vista del margen derecho de la parte alta en el pasaje 5 del C.V. 11-12 Sur - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 14. Vista de la parte alta de formación de suelos residuales e inestables en el C.V. 11-12 Sur - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 15. Viviendas en zona de desprendimiento de rocas en el Psje. Buena Vista del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 16. Vista del comité 15 norte A - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 17. Pircas sobre suelos de formación residual en el comité 15 norte A - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 18. Vista de viviendas en laderas erosionadas en el Sector 37 - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 19. Vista de la parte frontal alta del Sector 37 - V.M.T. - 17/02/2018
(Fuente: Propia)



Fotografía N° 20. Vista del Sector 37 desde la parte alta del sector - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 21. Vista de la parte alta izquierda del A. H. Santa María Virgen de Lourdes y A.V. Nueva Unión - V.M.T. - 21/10/2017 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 22. Viviendas sobre laderas con pendientes moderadas en la Av. Unión en el A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 23. Viviendas sobre pircas de piedra en ladera de alta pendiente Psje. Perú del P.J Virgen de Lourdes - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 24. Viviendas de triplay con base de costales terreros sobre suelos residuales en el C.V. 11- 12 Sur - V.M.T. - 17/02/2018 (Fuente: Propia)



Fotografía N° 25. Viviendas sobre ladera erosionada de pendiente alta en el A. H. Santa María Virgen de Lourdes - V.M.T. - 06/05/2018 (Fuente: Propia)

ANEXO 2:
**MAPAS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA
INTERPOLACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN
DE PARÁMETROS (Fuente: Programa de Modernización
Municipal – V.M.T.**



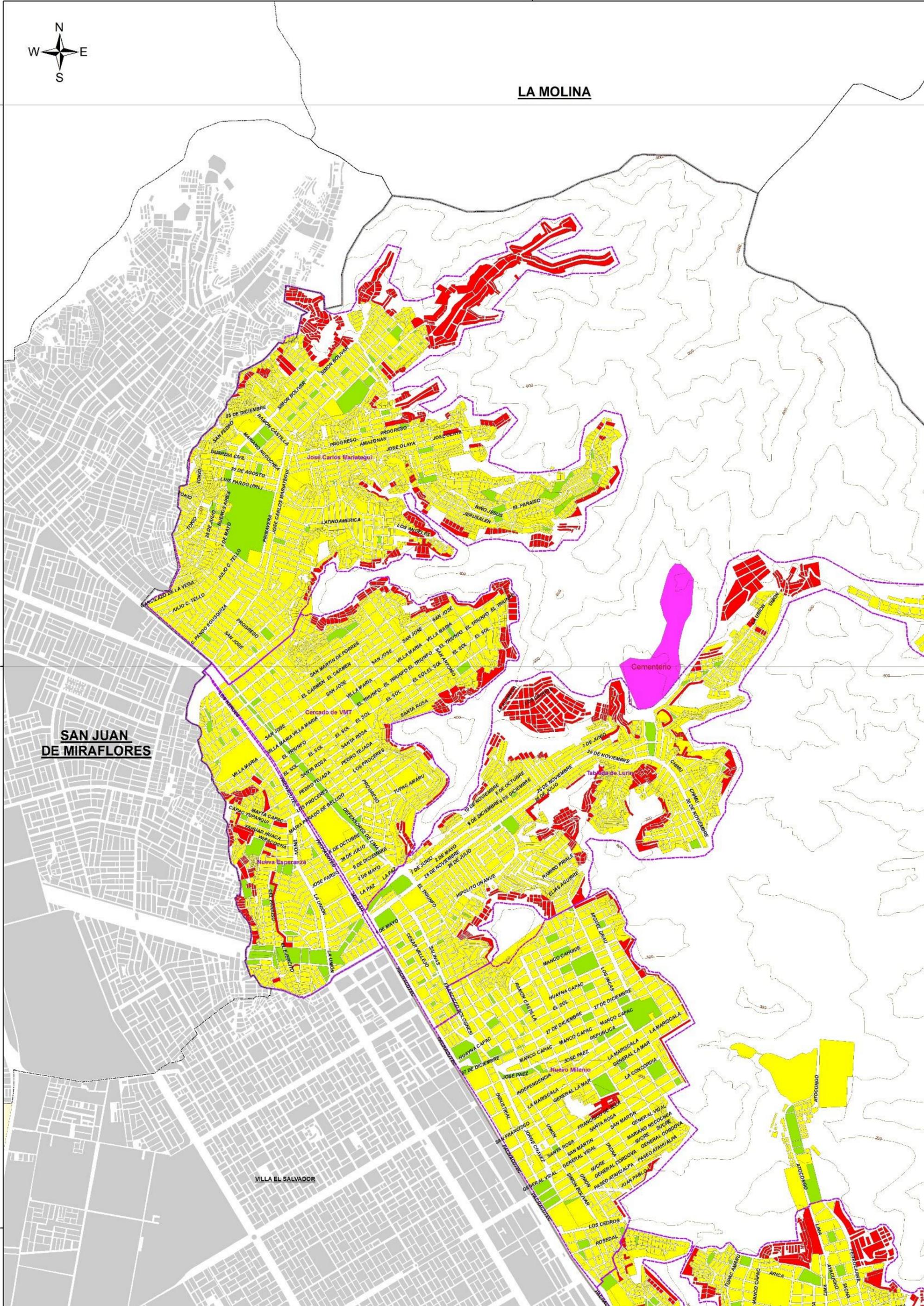
8660000

LA MOLINA

8655000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR





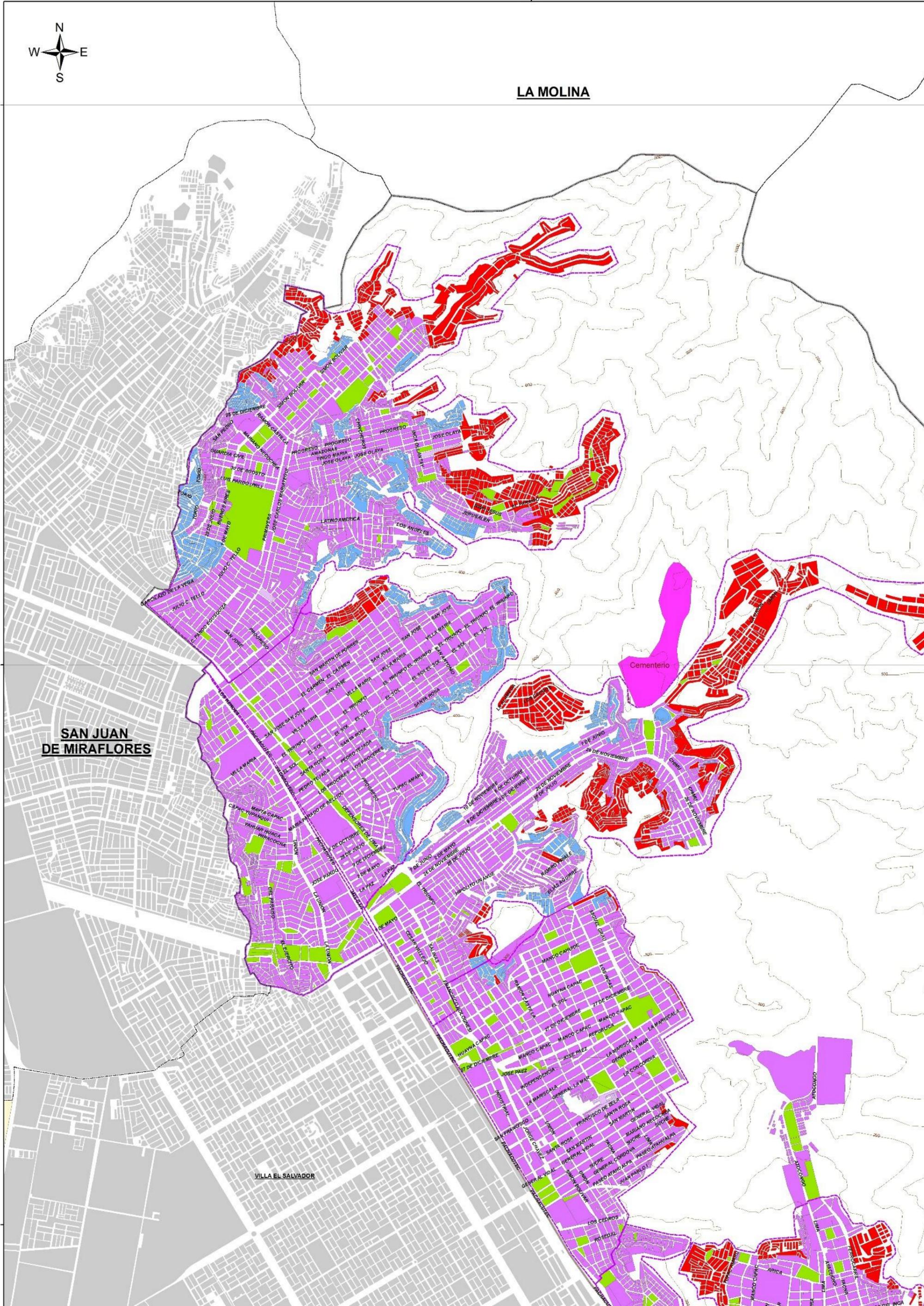
8660000

LA MOLINA

8655000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR





LA MOLINA

8660000

8655000

8650000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR

Cementerio

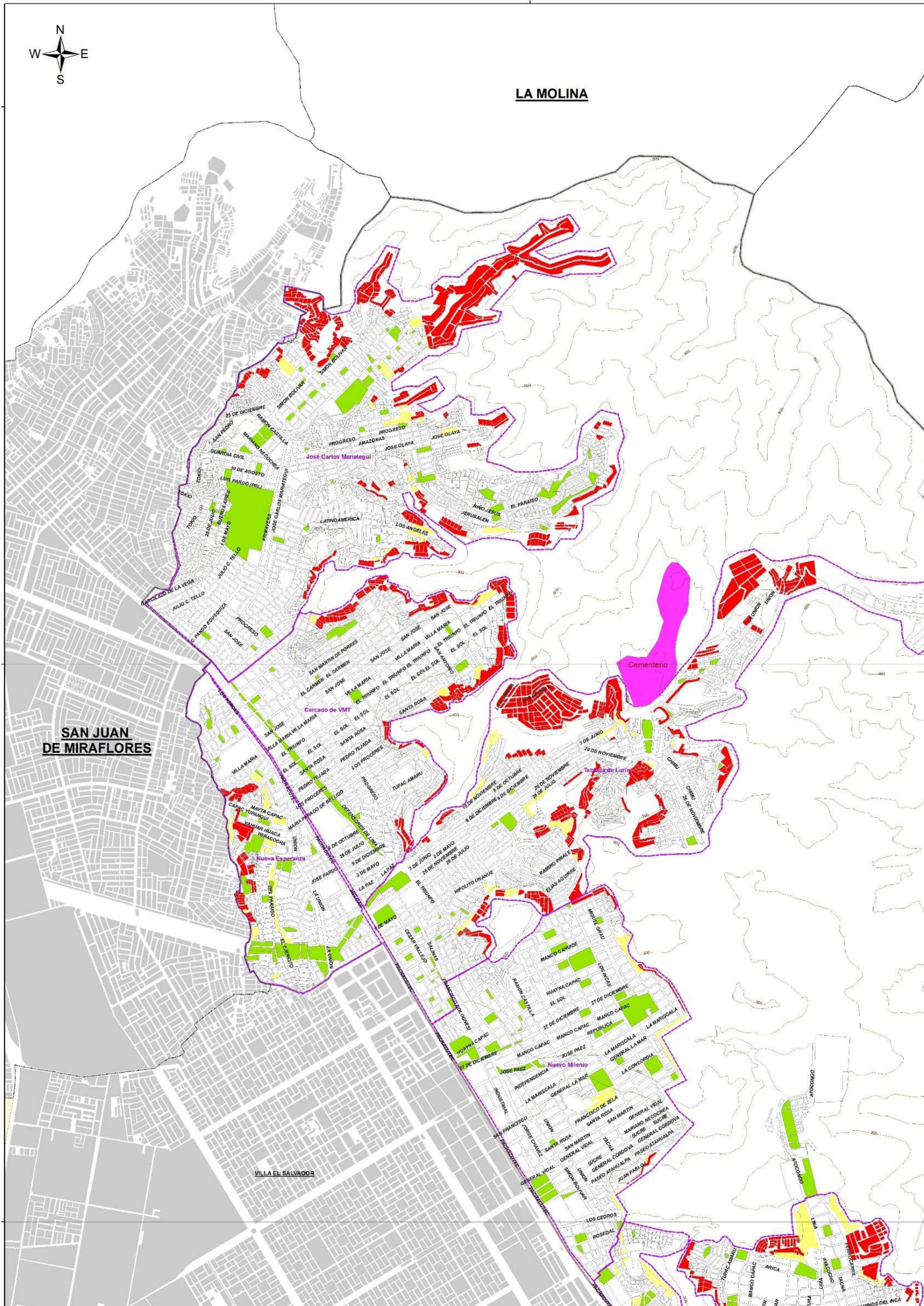
Tablón de Lurín

Nuevo Milenio

José Carlos Mariátegui

Cercado de VMT

Nueva Esperanza



290000

LA MOLINA

8660000

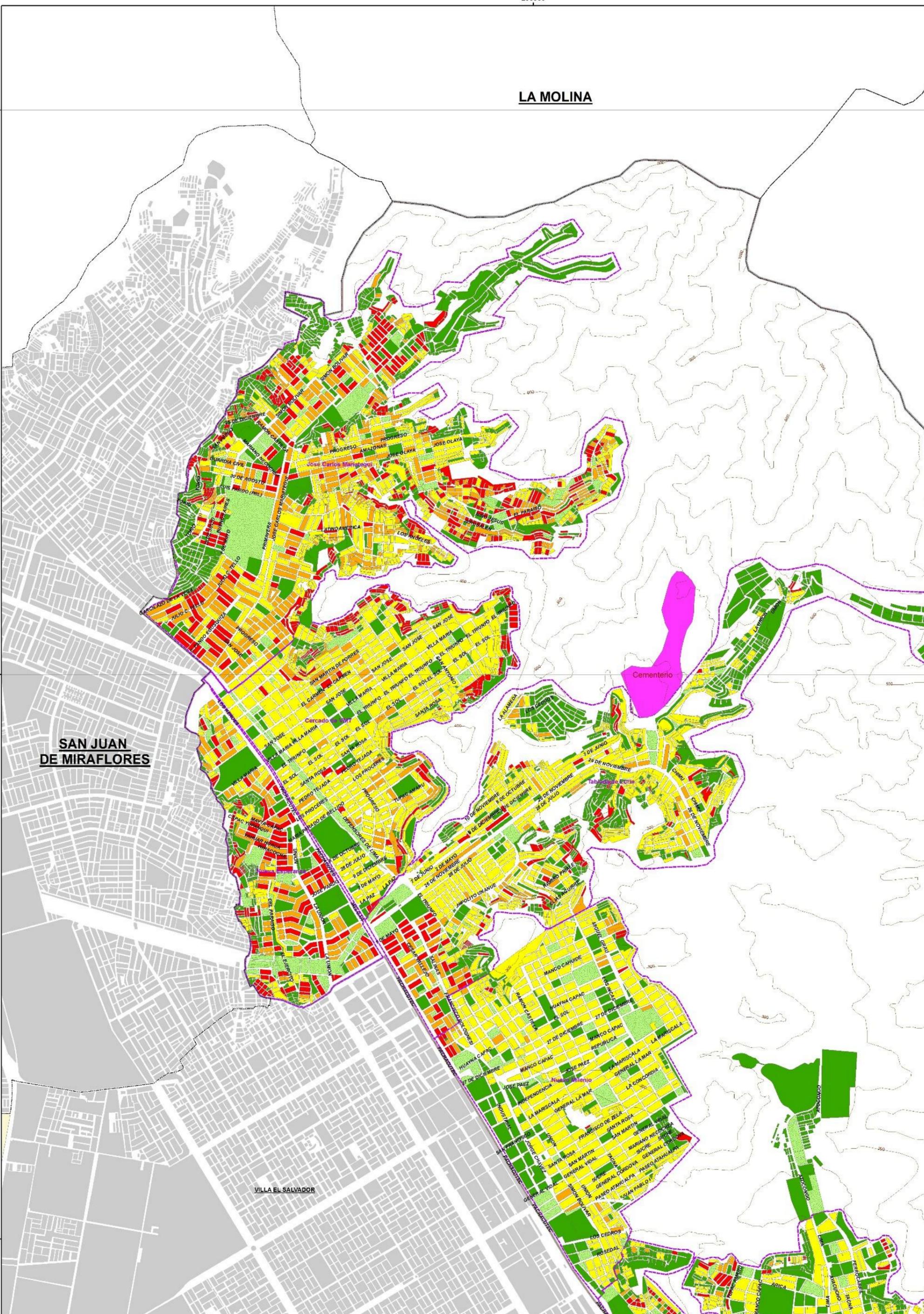
8655000

8650000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR

Cementerio



290000



LA MOLINA

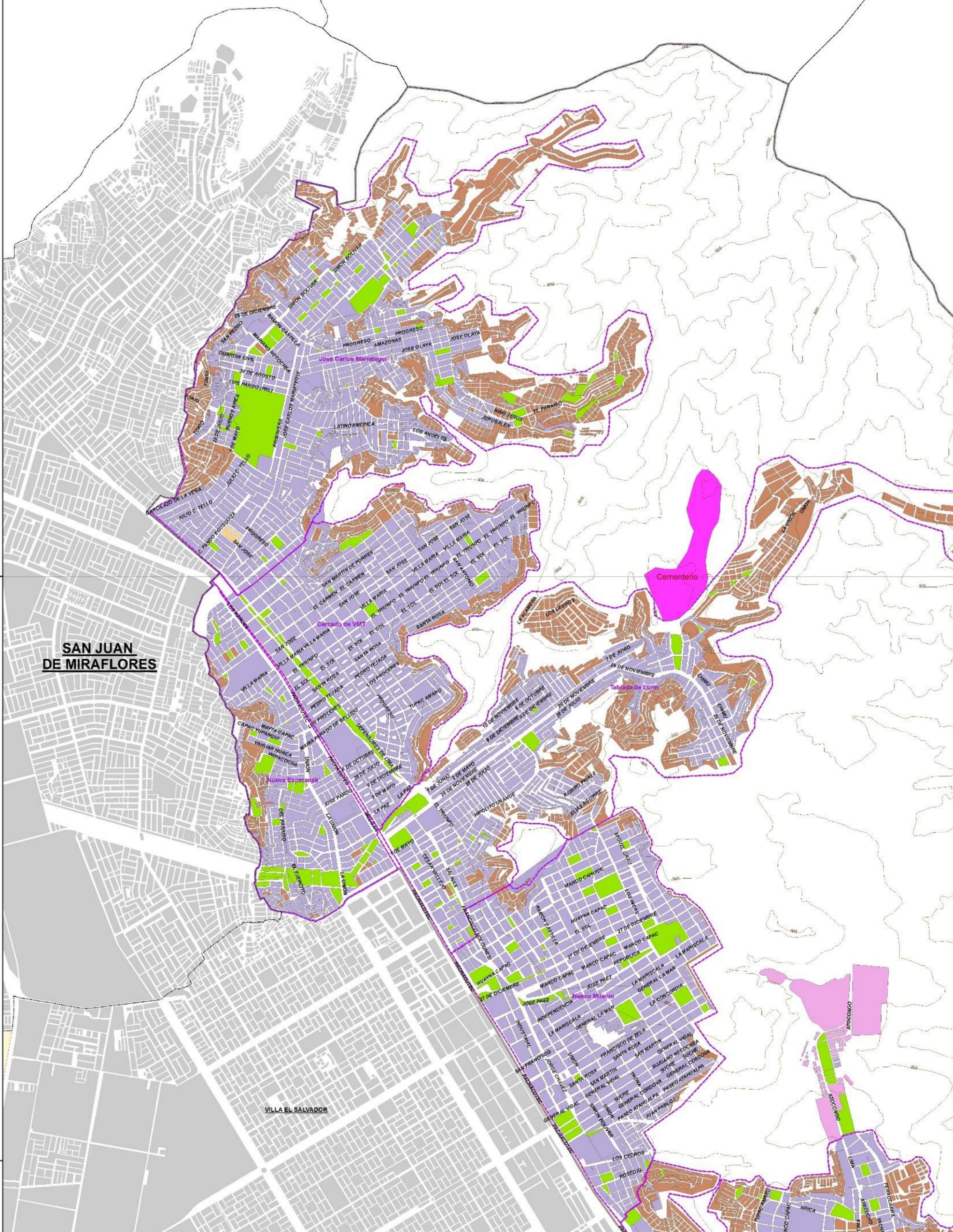
8660000

8655000

8650000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR





8660000

LA MOLINA

8655000

SAN JUAN DE MIRAFLORES

VILLA EL SALVADOR

ATOCONGO

ATOCONGO

8650000

