

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica



**"Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el
área urbana de Chosica"**

Presentado por el bachiller:

ANGEL ADEMIR CUYA CRISPIN

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO GEÓGRAFO**

LIMA - PERÚ

2017

DEDICATORIA:

A mis amados padres, que siempre me apoyaron y me guiaron en el camino de la vida.

A mis hermanos, que sin ellos, que sería de mi vida.

A mi novia Mirtha, por su apoyo incondicional y amor en estos 9 años de unión.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida, por su bendición y su ayuda en una infinidad de cosas.

Al Dr. Hernando Tavera, Presidente Ejecutivo del Instituto Geofísico del Perú, que me brindó su asesoría y toda la información en el proceso de esta tesis. Espero devolver toda su ayuda brindada y gracias por su amistad.

Al Dr. Cesar Arguedas, asesor de esta tesis, por su apoyo y recomendaciones.

A los docentes informantes Dr. Gómez, Dr. Galarza, Dr. Zamora y Mg. Ventura por sus observaciones y recomendaciones.

Al Lic. Octavio Fashé, funcionario del CENEPRED, por las capacitaciones en la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

A mis padres que me apoyaron con la movilidad en la toma de fotografías.

A mi amigo Ricardo Félix, que me acompañó y apoyó en el recorrido de las quebradas.

A José María Campoverde por sus recomendaciones en la tesis.

A mis compañeros y amigos Estela Torres, Julio Martínez, Eduardo Zúñiga, Vilma Nina, Patricia Guardia, Jesús Huarachi, Wilfredo Sulla, Lizbeth Velarde, Martha Añazco, Silvia Vázquez, Roberth Yupanqui, Gabriela Pérez, Javier Oyola, Kelly Pari, José Guzmán, Cristóbal Condori, Estela Centeno, Sonia Ramos y Antoanella Condorena, por su apoyo logístico y científico.

RESUMEN

El área urbana de Chosica se encuentra expuesta a sismos debido a su ubicación en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Pacífico. También es afectado por flujos e inundaciones a causa de las lluvias intensas. Por ello, el objetivo principal de esta investigación es realizar escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas, identificando el peligro y evaluando la vulnerabilidad del área urbana de Chosica; y como objetivos específicos, identificar y estratificar la peligrosidad por sismos y lluvias intensas, identificar las características físicas de las edificaciones que sirven para la evaluación de la vulnerabilidad y realizar una encuesta para determinar el nivel de resiliencia, evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones mediante el proceso analítico jerárquico (AHP) y el nivel de resiliencia, y por último obtener cartografía específica que ayudarán a la toma de decisiones para la prevención y mitigación de los daños que generan estos peligros.

Para tales objetivos se utilizaron métodos estadístico, matemático (Proceso Analítico Jerárquico) y cartográfico. A través de estos métodos, se obtuvo como resultado que un 10% de las edificaciones presentan un riesgo sísmico bajo (edificaciones más seguras), un 83% con riesgo sísmico medio (edificaciones tendrían daños considerables sin llegar al colapso) y un 7% con riesgo sísmico alto (edificaciones tendrían graves daños o colapsos parciales). Con respecto a las lluvias intensas, un 23% se encuentra con riesgo medio (daños materiales principalmente en el primer piso), un 66% presenta riesgo alto (pérdidas económicas considerables) y un 11% presenta un riesgo muy alto (posible destrucción de vivienda y pérdidas económicas muy altas).

Las autoridades y la población deben trabajar en conjunto para que los niveles de riesgo sean menores, y de esta manera evitar pérdidas económicas y humanas, generando una mejor calidad de vida para todos.

Palabras clave: Escenarios de riesgo, peligro, vulnerabilidad, resiliencia, proceso analítico jerárquico

ABSTRACT

The urban area of Chosica is exposed to earthquakes due to its location on the oriental edge of the Pacific Fire Belt. It is also affected by flows and inundations due to hard rains. Thus, the main objective of this investigation is to generate seismic risk and hard rains scenarios, by identifying the hazard and by evaluating the vulnerability of the urban area of Chosica; as specific objectives, identify and stratify the seismic and hard rains hazard, identify the buildings physical characteristics which allows the evaluation of the vulnerability and to realize a quest to determine the resilience level, evaluate the buildings vulnerability by the Analytic Hierarchy Process (AHP) and resilience, finally to obtain the specific cartography that will help us in the decision making to prevent and mitigate the damage that generates these hazards.

For such objectives, the statistical, mathematic (Analytic Hierarchy Process) and cartographic methods were used. By applying this methods, we obtained as a result that 10% of the buildings presents a low seismic risk (safe buildings), 83% with middle seismic risk (buildings will receive considerable damage without collapsing) and a 7% with high seismic risk (buildings will receive bad damages and partial collapses). With regard to the hard rains, 23% is located with middle risk (material damage principally on the first floor), 66% represents high risk (considerable economic loss) and 11% represents very high risk (possible dwelling total destruction and very high economic loss).

The authorities and the population must work together to reduce risk levels. Thus, economic and human losses are prevented by creating a better quality of life for all.

Keywords: *risk scenarios, hazard, vulnerability, resilience, Analytic Hierarchy Process*

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I: GENERALIDADES	 3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2.1 Descripción del problema	12
1.2.2 Formulación del problema	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivo específico	14
1.4 HIPÓTESIS	15
1.4.1 Hipótesis general	15
1.4.2 Hipótesis específica	15
1.5 VARIABLES	16
1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	17
1.6.1 Justificación	17
1.6.2 Importancia	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 MARCO TEÓRICO	19
2.1.1 Riesgo	19
2.1.2 Peligro	20
2.1.2.1 Clasificación del peligro	20
2.1.3 Vulnerabilidad	21
2.1.4 Desastre	22
2.1.5 Escenario de riesgo	23
2.1.6 Gestión de riesgo de desastres	24
2.1.6.1 Componentes de la Gestión de Riesgo de Desastres	24
2.1.6.2 Procesos de la Gestión de Riesgo de Desastres	25
2.1.7 Sismos	27
2.1.7.1 Ondas sísmicas y tipos de ondas	28
2.1.7.2 Parámetros de evaluación para sismos	29
2.1.7.3 Escalas de medición para sismos	30
2.1.8 Sismicidad en el Perú	32
2.1.8.1 Historia sísmica de la región Lima	35
2.1.9 Precipitación	38
2.1.9.1 Lluvias	38
2.1.9.2 Tormenta	39
2.1.9.2.1 Elementos fundamentales del análisis de las tormentas	40
2.1.9.2.2 Hietograma	40
2.1.9.2.3 Curva masa de precipitación	41
2.1.9.3 Fenómeno del Niño	41
2.1.10 Flujos	42
2.1.11 Inundaciones	43

2.1.12 Sistemas de información geográfica	44
2.1.12.1 Características de un SIG	45
2.1.12.2 Componentes de un SIG	46
2.1.12.3 Los SIG en el análisis y gestión de riesgos	47
2.1.13 Proceso Analítico Jerárquico	48
2.1.13.1 Definición	49
2.1.13.2 Metodología del Proceso Analítico Jerárquico	50
2.1.13.3 Pasos para realizar la ponderación	55
2.2 MARCO LEGAL	59
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	65
3.1 MATERIALES	65
3.2 EQUIPOS	66
3.3 SOFTWARE	67
3.4 MÉTODOS	69
3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN	70
3.6 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	70
3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA	71
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	75
4.1 LOCALIZACIÓN	75
4.1.1 Situación y límites	75
4.1.2 Posición	75
4.1.3 Accesibilidad	75
4.2 ASPECTOS FÍSICOS	77
4.2.1 Clima	77

4.2.2 Hidrografía	77
4.2.3 Geología	79
4.2.4 Geomorfología	82
A. Quebradas	84
B. Terraza	90
C. Colinas	90
D. Laderas de pendiente media y empinada	90
4.2.5 Geodinámica	91
4.2.6 Suelos	93
4.3 ASPECTOS SOCIALES	96
4.3.1 Demografía	96
4.3.2 Zonas Urbanas	97
4.3.3 Vivienda	100
4.3.4 Educación	101
4.3.5 Salud	102
4.3.6 Actividades Económicas	103
4.3.7 Servicios Básicos	103
 CAPÍTULO V: RESULTADOS	 104
5.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	104
5.1.1 Peligro por sismos	104
5.1.1.1 Escenario sísmico para la región Lima	104
5.1.1.2 Zonificación sísmica geotécnica del área urbana de Chosica	110
5.1.2 Peligro por lluvias intensas	116
5.1.2.1 Estudios realizados por INDECI	117

5.1.2.2 Estudios realizados por CENEPRED	126
5.1.2.3 Estudios realizados por INGEMMET	127
5.1.2.4 Estudios realizados por el IGP	129
5.1.2.5 Otros estudios y fuentes	130
5.1.2.6 Diagnóstico actual de las quebradas	131
5.2 ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS	148
5.2.1 Estadística de las características físicas de las edificaciones	149
A. Estado de conservación	150
B. Material predominante	153
C. Número de pisos	156
D. Configuración geométrica en planta	158
E. Configuración geométrica en elevación	160
F. Material de techo	163
G. Pendiente	166
H. Volado	169
I. Tipo de edificación	171
5.2.2 Encuesta para la determinación del nivel de resiliencia de la población	175
5.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR SISMOS Y LLUVIAS INTENSAS	181
5.3.1 Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones	181
5.3.1.1 Determinación de la ponderación de los descriptores por sismos	190
A. Estado de conservación	190
B. Material de construcción	192
C. Número de pisos	195
D. Configuración geométrica en planta	197

E. Configuración geométrica en elevación	199
F. Material de techo	201
G. Pendiente	203
H. Volado	204
I. Tipo de edificación	206
5.3.1.2 Estratificación de rangos de la vulnerabilidad sísmica	207
5.3.2 Análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas de las edificaciones	210
5.3.2.1 Determinación de ponderación de los descriptores por lluvias intensas	215
A. Material de construcción	215
B. Material de techo	217
C. Número de pisos	219
D. Tipo de edificación	222
E. Estado de Conservación	223
5.3.2.2 Estratificación de rangos de la vulnerabilidad por lluvias intensas	227
5.3.3 Análisis de la resiliencia	227
5.3.3.1 Determinación de la ponderación de los descriptores de la vulnerabilidad por resiliencia	229
5.4 ESCENARIOS DE RIESGO	231
5.4.1 Vulnerabilidad, peligro y escenario de riesgo sísmico	231
A. Peligro por sismos	232
B. Vulnerabilidad sísmica	234
C. Escenario de riesgo sísmico	237
5.4.2 Vulnerabilidad, peligro y riesgo por lluvias intensas	239
A. Peligro por lluvias intensas	239

B. Vulnerabilidad por lluvias intensas	242
C. Escenario de Riesgo por lluvias intensas	245
5.4.3 Nivel de resiliencia	247
 CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	 249
 CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 254
7.1 CONCLUSIONES	254
7.2 RECOMENDACIONES	258
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 263
 ANEXOS	 269

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Escala Modificada de Mercalli	30
2.	Escala de Richter y Magnitud Momento vs Frecuencia de sismos	31
3.	Escala de preferencias del Proceso Analítico Jerárquico	54
4.	Cuestionario para determinar el nivel de resiliencia	73
5.	Rangos de pendientes identificados en el área urbana de Chosica	82
6.	Población total del distrito Lurigancho - Chosica al 2007	96
7.	Parámetros del suelo según la Norma E-030	113
8.	Niveles de peligro según zonas sísmicas	113
9.	Precipitaciones totales mensuales de la estación pluviométrica de Santa Eulalia en la cuenca del Rímac	118
10.	Precipitaciones máximas de 24 horas (mm) de las estaciones en las estaciones en la cuenca del Rímac	119
11.	Resumen estadístico de precipitaciones máximas en 24 horas	122
12.	Cálculo de las curvas regionales de crecidas	123
13.	Caudales medios mensuales de las estaciones hidrométricas	124
14.	Encuesta realizada en el área urbana de Chosica	180
15.	Valores de ponderación de acuerdo al estado de conservación	192
16.	Valores de ponderación de acuerdo al material de construcción	195
17.	Valores de ponderación de acuerdo al número de pisos	197
18.	Valores de ponderación de acuerdo a la configuración en planta	198
19.	Valores de ponderación de acuerdo a la configuración en elevación	200
20.	Valores de ponderación de acuerdo al material de techo	202
21.	Valores de ponderación de acuerdo al nivel de pendiente	204

22. Valores de ponderación de acuerdo presencia de volado	206
23. Valores de ponderación de acuerdo al tipo de edificación	208
24. Valores de ponderación de acuerdo al material de construcción	217
25. Valores de ponderación de acuerdo al material de techo	219
26. Valores de ponderación de acuerdo al número de pisos	221
27. Valores de ponderación de acuerdo al tipo de edificación	223
28. Valores de ponderación de acuerdo al estado de conservación	225
29. Valores de ponderación de acuerdo a la respuesta de la población	230
30. Determinación de rangos de la resiliencia	230
31. Matriz de riesgo	231
32. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de peligro (sismos)	232
33. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de vulnerabilidad (sismos)	234
34. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de riesgo sísmico	237
35. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de peligro (lluvias)	239
36. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de vulnerabilidad (lluvias)	242
37. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de riesgo por lluvias intensas	245
38. Nivel de resiliencia de la población de Chosica	247

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
1.	Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad	184
2.	Matriz normalizada de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad y el vector suma ponderada	187
3.	Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación	191

4.	Matriz de comparaciones pareadas del material de construcción	192
5.	Matriz de comparaciones pareadas del número de pisos	196
6.	Matriz de comparaciones pareadas de la configuración en planta	198
7.	Matriz de comparaciones pareadas de la configuración en elevación	200
8.	Matriz de comparaciones pareadas del material de techo	202
9.	Matriz de comparaciones pareadas del nivel de pendiente	203
10.	Matriz de comparaciones pareadas de la presencia de volado	205
11.	Matriz de comparaciones pareadas del tipo de edificación	207
12.	Determinación de rangos de la vulnerabilidad para sismos	209
13.	Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad	211
14.	Matriz normalizada de los parámetros de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad y el vector suma ponderada	212
15.	Matriz de comparaciones pareadas del material de construcción	216
16.	Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación	219
17.	Matriz de comparaciones pareadas del número de pisos	221
18.	Matriz de comparaciones pareadas del tipo de edificación	223
19.	Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación	225
20.	Determinación de rangos de la vulnerabilidad por lluvias intensas	226
21.	Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la resiliencia	228
22.	Matriz de comparaciones pareadas de los descriptores de la resiliencia	229

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Pág.
1.	Número de lotes contruidos, no contruidos y en construcción	149
2.	Número de lotes según su estado de conservación	152
3.	Número de lotes según su material predominante	155
4.	Número de lotes según número de pisos	156
5.	Número de lotes según su configuración geométrica en planta	160
6.	Número de lotes según su configuración geométrica en elevación	163
7.	Número de lotes según su material de techo	165
8.	Número de lotes según su nivel de pendiente	168
9.	Número de lotes según tenencia de volado	169
10.	Número de lotes según su tipo de edificación	172
11.	Cantidad de personas que cuentan con mochila de emergencia	172
12.	Cantidad de personas que participaron en simulacros	176
13.	Cantidad de personas que pueden vivir en otra vivienda	177
14.	Cantidad de personas que pueden solventar sus gastos post desastre	178
15.	Cantidad de personas que conocen los números de emergencia	179
16.	Cantidad de personas que conocen los lugares seguros	180
17.	Pesos ponderados de los parámetros por sismos	189
18.	Tasas de daño promedio por material de construcción	193
19.	Pesos ponderados de los parámetros por lluvias intensas	214
20.	Pesos ponderados de los parámetros que influyen en la resiliencia	228

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Flujo de detritos en Chosica	42
2.	Quebrada Quirio	84
3.	Vista panorámica de la quebrada Pedregal	85
4.	Vista panorámica de la quebrada Libertad	86
5.	Vista panorámica de la quebrada Carossio	86
6.	Quebrada Corrales	87
7.	Cono de deyección de la quebrada La Cantuta	88
8.	Vista panorámica de la quebrada Santo Domingo	88
9.	Vista panorámica de la quebrada Mariscal Castilla	89
10.	Flujo de detritos en la quebrada Mariscal Castilla	92
11.	Viviendas afectadas en el cauce de la quebrada Carossio	93
12.	Fotografía de dron, días después del evento ocurrido el 23/03/15	127
13.	Flujo de detritos en la quebrada Mariscal Castilla ocurrido el año 2012 y el flujo de detritos en la quebrada Corrales ocurrido el año 2015	129
14.	Zonas propensas a erosión de riveras e inundaciones	130
15.	Desborde del río Rímac el 23/03/15 en el AA.HH. El Rímac y el flujo de detritos en el AA.HH. Virgen del Rosario el 05/04/12	131
16.	Trayectoria de la quebrada Quirio	133
17.	Trayectoria de la quebrada Pedregal	135
18.	Trayectoria de la quebrada Libertad	136
19.	Trayectoria de la quebrada Carossio	137
20.	Trayectoria de la quebrada Corrales	138
21.	Trayectoria de la quebrada Mariscal Castilla	139

22. Trayectoria de la quebrada Santo Domingo	140
23. Zona de peligro muy alto en el AA.HH. Santo Domingo	141
24. Grandes rocas sueltas en el AA.HH. Santo Domingo	141
25. Torrentes y cárcavas en el AA.HH. Nicolás de Piérola Parte Alta	142
26. Grandes rocas y material detrítico en el AA.HH. San Antonio de Pedregal	143
27. Viviendas bajo un cauce en el AA.HH. Comité Hogar Buenos Aires	143
28. Grandes bloques de rocas en un torrente en la Asoc. Buenos Aires Comité 1	144
29. Vivienda de adobe en pésimo estado de conservación	152
30. Vivienda de madera con un estado de conservación malo	153
31. Viviendas de ladrillo, adobe y madera	155
32. Construcciones de 5 y 6 pisos en la ciudad de Chosica	158
33. Vivienda con una configuración geométrica irregular en planta	160
34. Viviendas con una configuración geométrica irregular en elevación	161
35. Diferentes materiales de techo	165
36. Viviendas asentadas en las laderas de los cerros en el AA.HH. La Libertad	168
37. Presencia de volados en asentamientos humanos como en residenciales	171
38. Pequeña quinta en el AA.HH. Nicolás de Piérola	172
39. Viviendas multifamiliares verticales y mercados	174
40. Viviendas de adobe desplomadas en el sismo de Pisco del 2007	188
41. Vivienda de 8 pisos dañada por el sismo de Ecuador en el año 2016	190
42. Edificio desplomado después del sismo en Chile del 2010	193
43. Techos de calamina colapsados después del sismo de Ecuador en el 2016	195
44. Inclinamiento por la presencia de volado en el sismo en Ecuador del 2016	199
45. Vivienda de material ligero destruido por las lluvias intensas	210

46. La importancia del material del techo	218
47. Viviendas destruidas por flujo de detritos en Chosica el 2015	220

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Componentes del riesgo	19
2.	Peligros de origen natural y de origen humano	21
3.	Proceso de la gestión del riesgo de desastres	25
4.	Parámetros de evaluación de un sismo	29
5.	Componentes de un SIG	47
6.	Flujo del Proceso Analítico Jerárquico	53
7.	Entidades integrantes del SINAGERD	61
8.	Flujo metodológico para la generación de los escenarios de riesgo	74

ÍNDICE DE MAPAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Mapa sísmico del Perú para el período 1960 – 2016	33
2.	Ubicación del área urbana de Chosica	76
3.	Hidrografía de la cuenca del río Rímac	78
4.	Geología del área urbana de Chosica	81
5.	Geomorfología del área urbana de Chosica	83
6.	Suelos del área urbana de Chosica	95
7.	Habilitaciones urbanas del área urbana de Chosica	99

8. Borde occidental de Perú y Chile, y distribución de áreas de ruptura y lagunas sísmicas durante los siglos XIX, XX y XXI	105
9. Períodos de retorno local para las asperezas identificadas en la costa del Perú	108
10. Zonificación Sísmica-Geotécnica de Chosica	115
11. Peligros hidrológicos del área urbana de Chosica	125
12. Afectación por flujo de detritos del 2015 y 2012	128
13. Peligros generados por las lluvias intensas	145
14. Estado de conservación del área urbana de Chosica	151
15. Material de construcción del área urbana de Chosica	154
16. Número de pisos del área urbana de Chosica	157
17. Configuración geométrica en planta del área urbana de Chosica	159
18. Configuración geométrica en elevación del área urbana de Chosica	162
19. Material de techo del área urbana de Chosica	164
20. Niveles de pendiente del área urbana de Chosica	167
21. Tenencia de volado del área urbana de Chosica	170
22. Tipo de edificación del área urbana de Chosica	173
23. Peligro por sismos del área urbana de Chosica	233
24. Vulnerabilidad sísmica del área urbana de Chosica	236
25. Riesgo sísmico del área urbana de Chosica	238
26. Peligro por lluvias intensas del área urbana de Chosica	241
27. Vulnerabilidad ante lluvias intensas del área urbana de Chosica	244
28. Riesgo por lluvias intensas del área urbana de Chosica	246

INTRODUCCIÓN

El Perú a lo largo de su historia, ha sido devastado por diversos peligros como los sismos, lluvias intensas, deslizamientos, heladas, erupciones volcánicas, etc. y ellos han ocasionado grandes pérdidas humanas, económicas y ambientales. Estos peligros son cíclicos en el tiempo; por lo tanto, es necesario y de vital importancia realizar estudios de escenarios de riesgo para prevenir y reducir el desastre.

A menor escala, la ciudad de Chosica fundada el 13 de octubre de 1894 y ubicada en la región Lima, ha sido afectada por los movimientos sísmicos ocurridos en 1746, 1940, 1966 y 1974 produciendo daños y colapsos de edificaciones, así como daños y pérdidas de vidas humanas.

Los movimientos sísmicos generados en la costa peruana se deben al proceso subducción de la placa de Nazca con la placa Sudamericana, generando grandes daños a las ciudades costeras debido a las altas intensidades que produce el sismo y a las diferentes condiciones de sitio que presentan ciertas localidades. El sismo solo sacude el suelo con mayor o menor intensidad, y los daños dependen de la capacidad de las edificaciones para resistir el sacudimiento del suelo y que la población reaccione de una manera adecuada para su salvaguarda.

En los meses de verano y/o ante la presencia del Fenómeno del Niño, diversas ciudades del Perú son afectadas por movimientos de masa e inundaciones a causa de las lluvias intensas. La ciudad de Chosica no es ajena a esta situación, por lo que en muchas ocasiones, la población fue afectada por los peligros generados por las lluvias intensas. En los años 1926 y 1987 se activaron las quebradas en el área urbana de Chosica

provocando millones en pérdidas económicas y varias decenas de vidas humanas (principalmente en la quebrada Pedregal). Recientemente en los años 2012, 2015 y 2017 se activaron las quebradas, provocando flujos y el desborde del río Rímac, donde hubo pocas pérdidas humanas pero grandes pérdidas económicas. A pesar que los eventos se dan con regular frecuencia, no hay planes a largo plazo que ayuden a mitigar los daños.

Debido a la alta exposición del área urbana de Chosica a los sismos y los peligros generados por las lluvias intensas, es necesario realizar estudios para determinar la vulnerabilidad de las edificaciones a fin de estimar los niveles de riesgo. Para tal objetivo es necesario realizar un levantamiento catastral considerando los diversos tipos de vivienda, material de construcción, etc. y luego utilizando métodos de ponderación como el AHP (Analytic Hierarchy Process), lograr identificar las áreas de mayor o menor riesgo por exposición de las edificaciones.

En ambos casos, la información histórica es importante ya que estos peligros son cíclicos; además los procedimientos de análisis utilizados son de aplicación internacional y a la vez utilizados por INDECI, CENEPRED, etc. para otras ciudades, pero no siempre en el detalle que estos estudios requieren.

Esta investigación ha sido realizada a fin de que las autoridades y la población del área urbana de Chosica utilicen la información brindada, para que adopten las medidas necesarias para la prevención y mitigación para la reducción de los desastres que puedan ocasionar los peligros naturales como los sismos y los generados por las lluvias intensas.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

- **Zonificación sísmica – geotécnica del área urbana de Chosica (Comportamiento dinámico del suelo)**

Instituto Geofísico del Perú (Tavera, 2012)

El Instituto Geofísico del Perú (IGP), en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N°068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres ejecutó el proyecto “Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica”, el mismo que tuvo como una de sus actividades la “Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico” obteniéndose como resultado final la *Zonificación Sísmica - Geotécnica del Área Urbana del Distrito de Chosica*. El estudio permitió conocer el Comportamiento Dinámico del Suelo a partir de la aplicación métodos sísmicos, geofísicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.

Los resultados obtenidos para el área urbana de Chosica permitieron identificar, según el procedimiento establecido en la Norma E-030, la existencia de dos (2) zonas sísmicas-geotécnicas correspondientes a suelos Tipo S1 y S2.

El Mapa de Zonificación Sísmica-Geotécnica para el Área Urbana de Chosica se constituye como información primaria a ser utilizada por los ingenieros civiles y arquitectos en el diseño y construcción de estructuras apropiadas para cada uno de los tipos de suelos identificados en este estudio.

- **Escenarios de riesgo y medidas de mitigación del riesgo de desastre en el distrito de Villa María del Triunfo**

Proyecto INDECI-PNUD-ECHO: “Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao”

En el marco del proyecto, se elaboró los escenarios de riesgo a nivel distrital y vecinal, y la aplicación de medidas de mitigación y reducción de riesgos en Villa María del Triunfo. Para ello se identificó los peligros naturales generados por sismos y el análisis de vulnerabilidad a nivel de manzana en todo el ámbito distrital y a nivel de lote en tres ámbitos vecinales: Sector Santa Rosa, Sector El Paraíso y Sector Arenal Alto.

En este distrito, el peligro sísmico fue identificado en base a los estudios de geología, geomorfología, geofísica y zonificación sísmica geotécnica. El análisis de vulnerabilidad como factor gravitante en el estudio del riesgo, ha implicado conocer las características físicas de los componentes básicos del sistema local, así como las causas y consecuencias de la capacidad de respuesta de cada uno de estos componentes a fin de construir escenarios de riesgo y a la vez, establecer las medidas de reducción del riesgo de desastres.

En tal virtud, en un escenario de riesgo sísmico, la gravedad de los daños se situará en aquellos lugares donde la susceptibilidad de pérdidas a nivel estructural, ambiental y social sea mayor. Desde este punto de vista, los espacios precariamente consolidados (relacionados a grupos sociales de mayor concentración, de poca movilidad o con niveles de pobreza y donde la resiliencia es menor), estarán sujetos a factores claves que condicionarán la gravedad de escenarios de riesgo. Así el reconocimiento de la heterogeneidad socio-espacial en el área de estudio, implica el

análisis de las diferencias territoriales de espacios menor y mayormente vulnerables, cuyos daños podrían acarrear escenarios de riesgo de desastres mayores a las jurisdicciones locales pudiendo alcanzar consecuencias de repercusión en otras escalas del territorio.

- **Mapa de peligros y plan de usos de suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica**

Programa Ciudades Sostenibles (Instituto Nacional de Defensa Civil)

En el año 2005, el Instituto Nacional de Defensa Civil como órgano rector del Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI), era el encargado de la organización de la población, coordinación, planeamiento y control de las actividades de Defensa Civil.

Uno de los objetivos principales de este estudio fue realizar el mapa de peligros integral para la ciudad de Chosica, en base a la evaluación de los peligros naturales a los que se encuentra expuesta el área urbana y las zonas de probable expansión urbana. La finalidad era que la Municipalidad Distrital de Lurigancho promueva la ejecución de acciones y proyectos que puedan mitigar y revertir gradualmente los niveles de vulnerabilidad y riesgo en que se encuentra la población del área urbana de Chosica, como consecuencia de su desarrollo espontáneo que se hace evidente al observar la ocupación de los cauces de quebradas y cárcavas que rodean la ciudad así como de las terrazas inundables del río Rímac.

Además en este estudio también se propuso el Plan de Usos del Suelo y se determinó las áreas urbanizables y no urbanizables en base a sus condiciones de seguridad física, vulnerabilidad y riesgo ante la ocurrencia de peligros naturales. Por

último se diseñó una propuesta de mitigación con el fin de orientar las políticas y acciones de la Municipalidad Distrital de Lurigancho–Chosica y otras instituciones vinculadas al desarrollo urbano de la ciudad, en base a criterios de seguridad física ante peligros de origen natural y antrópico.

En este estudio se construyó el mapa de peligros hidrológicos, a fin de identificar los niveles de peligro cuando se presentan lluvias intensas. Este mapa será actualizado en base a los últimos acontecimientos de lluvias intensas que sucedieron en la zona en los años 2009, 2012, 2015 y 2017.

- **Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa**

UNMSM (Castro, 2014)

El objetivo principal de la investigación fue la evaluación del riesgo de desastre por peligros naturales y antrópicos del área urbana de Punta Hermosa; y para tal objetivo, identificó los peligros de origen natural y antrópico, así como la vulnerabilidad física del área urbana del distrito de Punta Hermosa.

Se hizo uso de la metodología de la EX – ONER que consiste en primer lugar el trabajo de gabinete para organizar el desarrollo de estudios de microzonificación sísmica. Luego el reconocimiento de campo, la elaboración de fichas catastrales para el levantamiento de información acorde con el tipo de infraestructura del área urbana del distrito. Se llena la ficha recogiendo información de tipo estructural, social, toma de fotografías de viviendas y puntos críticos. Luego se elabora la base de datos y con ello se obtuvo información temática con el fin de analizar las áreas con mayor vulnerabilidad y riesgo del área urbana del distrito de Punta Hermosa.

Los planos de vulnerabilidad y riesgo fueron elaborados mediante el plano catastral del área urbana del distrito de Punta Hermosa y la elaboración de cada plano según la ponderación de variables por la metodología AHP aplicada por INDECI.

- **Estimación del riesgo de huaicos activados por lluvias que afectan la infraestructura vial en la cuenca del río Rímac**

UNALM – UNAM (Ruiz, 2013)

El objetivo principal de la investigación fue medir el riesgo de la amenaza de huaicos que afectan la infraestructura vial a lo largo de la cuenca del río Rímac y a través de esta medición, comprender los principales componentes que intervienen en la estructura del riesgo y de la vulnerabilidad para que sirvan al desarrollo de una metodología de fácil aplicación para los gobiernos locales de esta cuenca.

La metodología se descompone en 4 pasos: la primera consiste en la caracterización de la zona de estudio (descripción de la zona de estudio, aspectos físicos, social, económico, nivel de institucionalidad y conocimiento de los indicadores de vulnerabilidad). La segunda permite realizar el análisis de las probabilidades de la amenaza de huaicos, es decir, el ejercicio de estimación del nivel de lluvias con mayor probabilidad que cause huaicos, y que además interrumpan la carretera. Luego en el tercer paso, se realiza el análisis de vulnerabilidades, a fin de medir el grado de vulnerabilidad física, ambiental, estructural, institucional, económica y social por cada tramo de la carretera. Finalmente el cuarto paso consiste en el análisis de riesgo, ya que teniendo la probabilidad de la amenaza y el nivel de vulnerabilidad, se halla el nivel del riesgo, como un solo indicador agregado que permite facilitar la toma de decisiones de gestión del riesgo de la cuenca.

Dentro de las principales conclusiones de la medición del riesgo, es confirmar que las condiciones de degradación ambiental, contribuyen a la activación de la amenaza, potenciando la vulnerabilidad de los asentamientos humanos más pobres, revelándose sus condiciones de vulnerabilidad social y económica.

Otra de las conclusiones importantes es que después que se dan los factores desencadenantes, estos revelan las condiciones de vulnerabilidad a manera de efectos cascadas; es decir, la amenaza activada por las lluvias revelan las condiciones de vulnerabilidad directa: física, estructural y ambiental, y ponen en evidencia las vulnerabilidades sociales, económicas e institucionales.

Finalmente, se menciona que la metodología en sí misma es un aporte importante para la comprensión y medición del riesgo, la cual permite identificar la necesidad de construir mapas de vulnerabilidad a nivel local a través del Google Earth. La metodología está dirigida a evaluar la infraestructura vial implementada en la cuenca del río Rímac, que es una de las más importantes en el Perú por ser corredor de intercambio de productos agroindustriales y mineros entre el centro del Perú y su capital Lima.

- **Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao**

Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

El objetivo de este estudio fue estimar, a nivel de distritos de Lima y el Callao, el posible impacto de un sismo de gran magnitud (terremoto de magnitud 8.0 Mw) y un tsunami, además de identificar según niveles, el grado de afectación.

Para este estudio, la estimación del riesgo sísmico de Lima Metropolitana y Callao engloba dos aspectos principales: el peligro sísmico y un tsunami asociado; y la estimación de la vulnerabilidad de la población y las estructuras. Lamentablemente, el conocimiento actual de estos dos aspectos en Lima Metropolitana y Callao es limitado por la escasa cantidad de estudios sobre la cuantificación de la fuerza del sismo de acuerdo al tipo de suelo; mientras que, para la estimación de la vulnerabilidad de las estructuras de las viviendas, se carece de información actual de detalle sobre las características de las edificaciones existentes, especialmente cualitativa, así como de densidad poblacional. Este estudio se limita a 41 distritos, evaluados por CISMID en el año 2005.

La evaluación de este estudio determinó la aplicación del modelo de riesgo desarrollado por CISMID para la APESEG, el mismo que toma en cuenta las condiciones de amenaza sísmica, la microzonificación geotécnica y la vulnerabilidad estructural mediante las características predominantes de las edificaciones (material de construcción, estado de conservación, altura de la edificación, tipología estructural y su ubicación geográfica). Este estudio es un insumo para el Plan de Contingencias al establecer el posible impacto directo en el momento del sismo.

- **Determinación del nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud en la ciudad de Chosica**

Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI

El Instituto Nacional de Defensa Civil, organismo normativo, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil – SINADECI solicitó al Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI información cartográfica y base de datos de los

Distritos de Lima y el Callao, conteniendo información referente a la cantidad de viviendas por manzana (de acuerdo al material predominante – adobe, quincha, mampostería, madera, entre otros), lo que sirvió de base para dar inicio al Plan de Prevención por Sismo 2010.

El Plan de Prevención por Sismo 2010 en el distrito de Lurigancho Chosica, tuvo como objetivo identificar, calificar y cuantificar las edificaciones que se encuentran con un alto nivel de vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de peligros sísmicos, realizándose el proceso de inspección de las viviendas de material precario a fin de determinar el nivel de vulnerabilidad, permitiendo identificar las rutas de evacuación y las zonas seguras, así como, dar las pautas necesarias a las familias para actuar ante una emergencia.

Este estudio constituye un aporte para el establecimiento de estrategias y acciones de Defensa Civil, así como, para el desarrollo de planes y programas de rehabilitación y desarrollo urbano. También, resulta de utilidad para quienes estén interesados en realizar estudios de investigación y presentar propuestas de solución a esta problemática.

- **Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao**

INDECI-PNUD-ECHO

Este proyecto fue desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Defensa Civil, con apoyo financiero de la Comisión Europea de Ayuda Humanitaria (ECHO) a fin de reducir los riesgos de desastre por sismo y/o tsunami en Lima y Callao, a través del fortalecimiento de

capacidades de preparación ante desastres y recuperación temprana a nivel regional. Se desarrolló entre octubre 2009 y febrero 2011, en las ciudades de Lima y Callao, que conforman un área metropolitana continua.

El objetivo principal del proyecto fue el fortalecimiento de capacidades en preparativos y recuperación temprana en Lima y Callao y la articulación de la intervención entre los niveles nacional y sub-nacional. A la vez este proyecto se ejecutó en dos escalas de intervención: una escala metropolitana comprendiendo a las provincias de Lima y Callao, tanto en sus zonas centrales como las áreas de expansión; y una escala distrital en tres ámbitos específicos, Cercado del Callao, Centro Histórico de Lima - Rímac y Villa María del Triunfo.

Las actividades del proyecto se dividieron en cuatro componentes que corresponden a momentos estratégicos:

- A. Conocimiento de los riesgos de sismo y tsunami y mejor manejo de la información en la relación a la preparación, respuesta y recuperación.
- B. Procesos de planificación de contingencia y organización de la preparación, respuesta y recuperación fortalecidos en Lima Metropolitana y el Callao y en los distritos priorizados.
- C. Educación y comunicación pública en preparativos ante emergencia a través de los comités de Defensa Civil, los funcionarios municipales y la población con conocimiento sobre preparación y respuestas a sismos y tsunamis.

- D. Capacitación de coordinación fortalecida entre los diferentes niveles de gobierno para la organización y planificación de la respuesta y recuperación post impacto por sismo y tsunami.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema

El Perú se encuentra en el borde oriental del denominado "Cinturón de Fuego del Pacífico", y es el proceso de subducción entre las placas Sudamericana y de Nazca, la fuente de origen de la gran cantidad de sismos que afectan principalmente al borde occidental del Perú.

De acuerdo a la historia sísmica del Perú, la región central ha sido afectada en varias oportunidades por eventos sísmicos de variada magnitud. Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que en el futuro, las áreas urbanas sean afectadas nuevamente por eventos con la misma o mayor intensidad que en el pasado.

El área urbana de Chosica, a lo largo de los años, no solamente es amenazado por los movimientos sísmicos que ocurrirán en algún momento, sino también por los flujos e inundaciones producto de las lluvias intensas, que se producen mayormente en las épocas de verano y en épocas de Fenómeno del Niño.

En el área urbana de Chosica, al igual que en otras zonas de nuestra capital, debido al crecimiento urbano sin un plan de ordenamiento territorial, a las inadecuadas construcciones de las viviendas, al tipo de suelo y a la falta de cultura ante la presencia de peligros, han hecho del área urbana de Chosica en una de las zonas más

vulnerables ante estos peligros. Por su exposición, el nivel de riesgo en Chosica es aún mayor; y por lo tanto, es necesario desarrollar medidas adecuadas para evitar daños y pérdidas, tanto humanas como económicas, realizando escenarios de riesgo a fin de que las autoridades dispongan de documentos que les ayude a prevenir y mitigar los daños.

1.2.2 Formulación del problema

Problema Principal

- ¿Qué grado de daño o pérdida se produciría en el área urbana de Chosica cuando se presente un sismo de gran magnitud o lluvias intensas?

Problema secundario

- ¿Cuál es el nivel de peligro por sismos y los generados por las lluvias intensas en el área urbana de Chosica?
- ¿Cuáles son las características físicas de las edificaciones que condicionan a la vulnerabilidad física y qué preguntas ayudan a determinar el nivel de resiliencia ante sismos o lluvias intensas?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos y lluvias intensas, y cuál es el nivel de resiliencia de la población del área urbana de Chosica?
- ¿De qué manera los escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas ayudarán con la gestión prospectiva, correctiva y reactiva del GRD en el área urbana de Chosica?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Generar escenarios de riesgo sísmico y por lluvias intensas, identificando el peligro y evaluando la vulnerabilidad del área urbana de Chosica, a fin de proponer medidas de prevención y mitigación para reducir su vulnerabilidad.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar y estratificar la peligrosidad por sismos y los generados por las lluvias intensas en el área urbana de Chosica.
- Elaborar la base de datos de las características físicas de las edificaciones como son el estado de conservación, material de construcción, número de pisos, etc. en el área urbana de Chosica, que son necesarias para la evaluación de la vulnerabilidad y realizar una encuesta para determinar el nivel de resiliencia de la población.
- Evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones tanto para sismos como para los peligros generados por las lluvias intensas, con los parámetros influyentes mediante el proceso analítico jerárquico (AHP). Además también evaluar el nivel de resiliencia de la población frente a estos peligros.
- Obtener cartografía específica que ayudarán a la toma de decisiones para la prevención y mitigación de los problemas que se generan ante la ocurrencia de movimientos sísmicos y lluvias intensas.

1.4 HIPÓTESIS

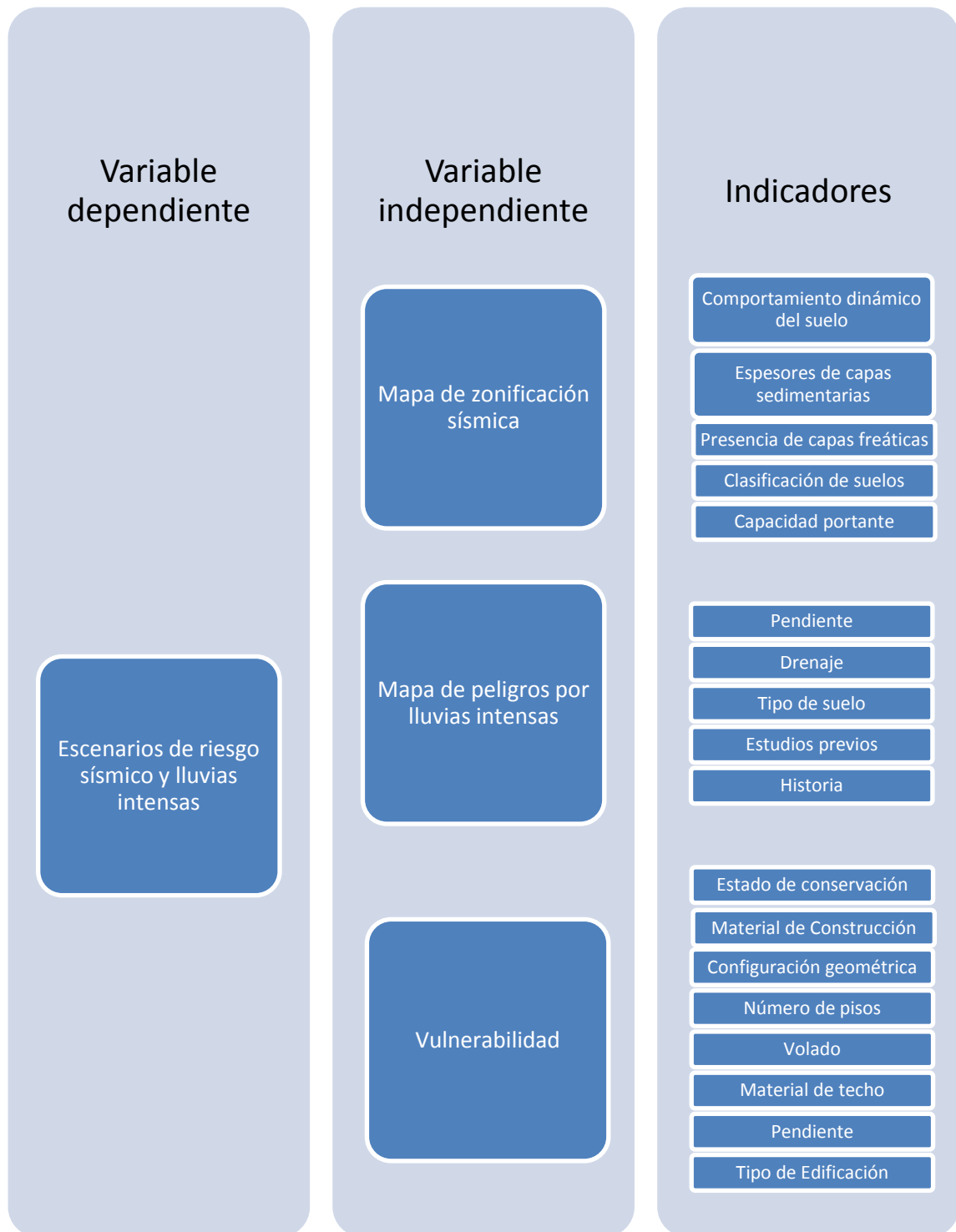
1.4.1 Hipótesis General

- La generación de escenarios de riesgo sísmico y de lluvias intensas, permitirá a las autoridades tomar decisiones para la correcta gestión de riesgo de desastres frente a sismos y lluvias en el área urbana de Chosica.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- La identificación de los peligros naturales permitirá su prevención y/o mitigación ante un movimiento sísmico o lluvias intensas.
- Las características físicas de las edificaciones (estado de conservación, material de construcción, número de pisos, etc.) permitirán determinar el grado de vulnerabilidad física en el área urbana de Chosica. Además la encuesta realizada permitirá determinar el nivel de resiliencia de la población.
- Mediante la aplicación del proceso analítico jerárquico (AHP) de los parámetros influyentes, se evaluará la vulnerabilidad de las edificaciones tanto para sismos como para los peligros generados por las lluvias intensas y la encuesta realizada a la población del área urbana de Chosica, permitirá conocer cuál es el nivel de resiliencia frente a estos peligros.
- Conociendo los niveles de vulnerabilidad y peligros, se realizarán los escenarios de riesgo sísmico y de lluvias intensas que ayudarán a tomar medidas específicas por cada edificación y de acuerdo al nivel de vulnerabilidad que tenga.

1.5 VARIABLES



1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.6.1 Justificación

La población siempre ha tenido la necesidad de prevenir y mitigar los riesgos ante los movimientos sísmicos y lluvias intensas; por lo tanto, es necesario contar con estudios de gestión de riesgo sísmico y de lluvias intensas para reducir el riesgo. En el caso de Lima, la población proveniente de las provincias del interior del país, han ocupado áreas de alto riesgo ante la ocurrencia de peligros como son los sismos y los generados por las lluvias intensas, situación que muestra la falta de una adecuada planificación urbana y de "acertadas" políticas de planeamiento para el crecimiento de la ciudad. A estos escenarios, se suma el hecho de que las viviendas son construidas de manera inadecuada, sin seguir criterios de ordenamiento territorial y mucho menos, respetando la norma de construcción vigente en Perú (Norma E-030). Asimismo, las viviendas se asientan en laderas de cerros y ríos, cauces de quebradas secas y zonas de terrazas inundables sin conocer su vulnerabilidad e incrementando, de este modo, el riesgo en dichas áreas. Es por lo tanto importante, realizar escenarios de riesgo sísmico y de lluvias intensas en el área urbana de Chosica, a fin de identificar cuáles son las viviendas y pobladores que se encuentran en mayor riesgo frente a estos peligros, lo cual permitirá tomar medidas necesarias y reducir el riesgo para que la población tenga una mejor calidad de vida.

1.6.2 Importancia

La importancia de este estudio radica en lo siguiente:

- Es necesario proteger a la población, así como al ambiente que lo rodea, frente a la ocurrencia de sismos y los peligros generados por las lluvias intensas, así como sus efectos secundarios.
- Permite el ahorro económico de la población: "Cada dólar invertido en prevención, representa 1,000 dólares de ahorro después de ocurrido el peligro y producido el desastre".
- Los resultados de esta investigación sirven a los planes de prevención y mitigación del peligro y no ocasione daños a las edificaciones y población.
- Se dispondrá de una base de datos, que será de utilidad después de desarrollada la investigación, para la toma de medidas preventivas y de mitigación para cada familia del área urbana de Chosica.
- Esta investigación puede ser aplicada en otras zonas del país y el mundo, en las que se cuente con información base adecuada.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Riesgo

Con referencia a los desastres, el “riesgo” se refiere a un contexto caracterizado por la posibilidad de pérdidas y daños en el futuro debido a la ocurrencia de un peligro, siendo del tipo físico y otros hasta las psicosociales y culturales. El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, vivienda etc.). El riesgo es, en consecuencia, una condición latente que capta una posibilidad de pérdidas en el futuro. Esa posibilidad está sujeta a análisis y medición en términos activos y pasivos, cualitativos y cuantitativos (*Lavell, 2001*).

Una reflexión del riesgo muestra que en muchas ocasiones no es posible actuar sobre el peligro o amenaza o es muy difícil hacerlo, y bajo este enfoque (ver diagrama N° 1) es factible comprender que para reducir el riesgo no habría otra alternativa que disminuir la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (CENEPRED – 2015)

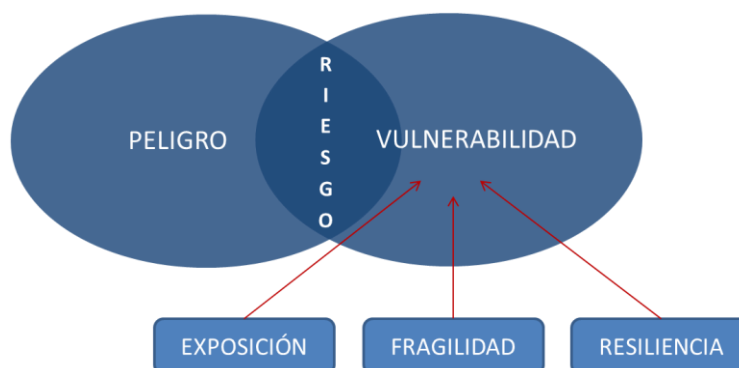


Diagrama N° 1: Componentes del riesgo (CENEPRED, 2015)

2.1.2 Peligro

El peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (*INDECI, 2006*).

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. En otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término amenaza, para referirse al peligro (*CENEPRED, 2015*).

2.1.2.1 Clasificación del peligro

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: de origen natural y de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre. Asimismo, los peligros de origen natural se pueden ordenar en tres grupos (ver diagrama N° 2):

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

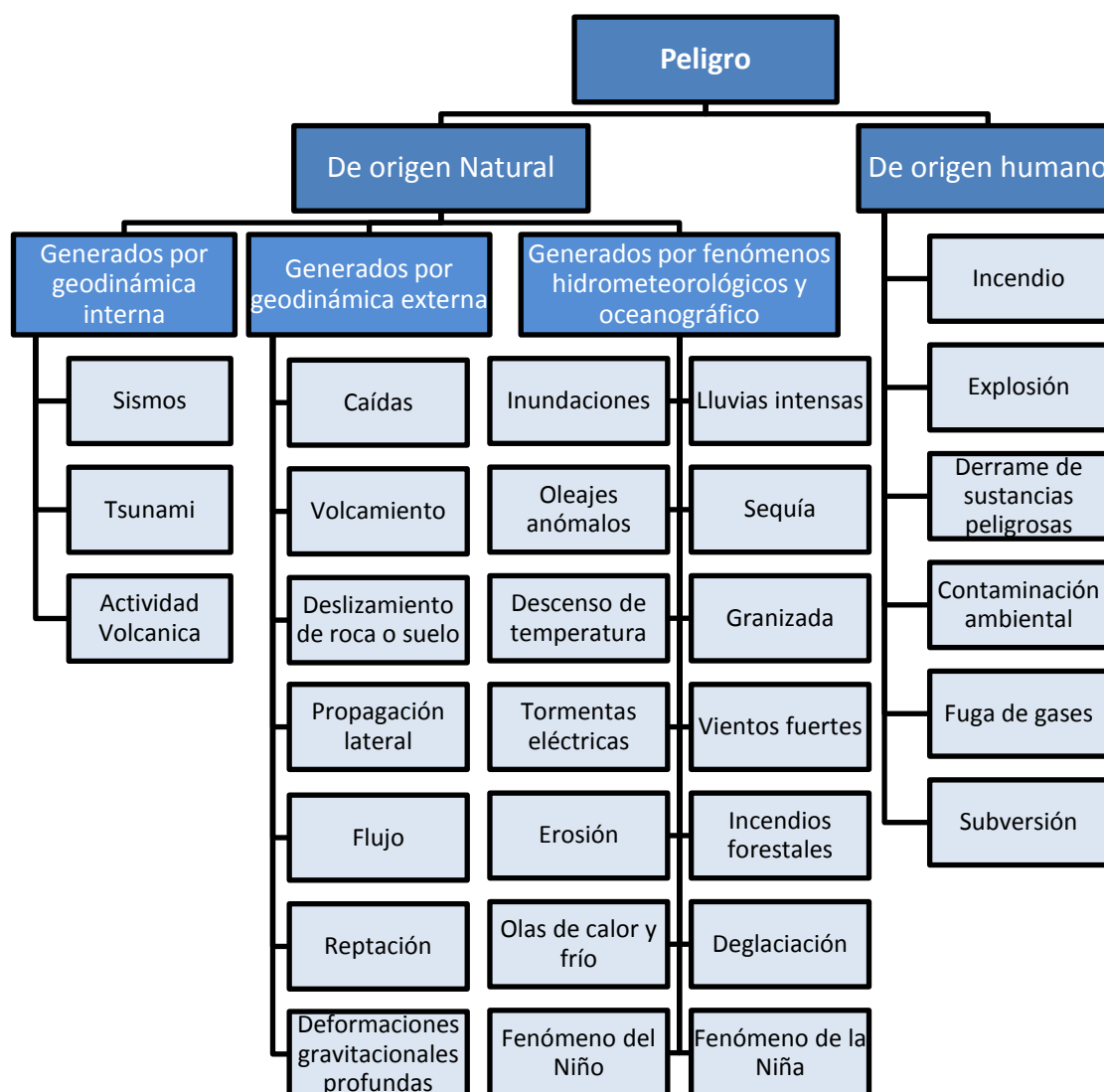


Diagrama N° 2: Peligros de origen natural (CENEPRED, 2015) y de origen humano (INDECI, 2006)

2.1.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional, entre otros) puede sufrir daños humanos y/o materiales (INDECI, 2006).

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

Es muy importante destacar que la vulnerabilidad disminuirá en la medida que las personas, las comunidades o las instituciones incrementen sus capacidades de respuesta, entiéndase como la combinación de todas las fortalezas, atributos, conocimientos y recursos que tiene una persona o grupo de personas dentro de una comunidad, sociedad u organización, para reducir su exposición al riesgo de desastre.

Las capacidades son esenciales para que las comunidades puedan incrementar sus niveles de organización y resistencia para enfrentar y recuperarse de los eventos adversos que causan desastres. Esta resistencia se conoce también con el nombre de resiliencia y conceptualmente se define como la capacidad que tiene una sociedad o un ecosistema de absorber el impacto negativo de un evento adverso y recuperarse del mismo. El concepto va ligado al de seguridad humana en el sentido que aquellas comunidades que se consideran más seguras son también las más resilientes (*Ulloa, 2011*).

2.1.4 Desastre

Por “desastre” se entiende una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos (*UNESCO, 2014*).

Los desastres no son naturales. La ocurrencia de desastres y por consecuencia, la existencia de condiciones de riesgo, no obedecen ni a los designios de un dios ni a un castigo de la naturaleza. Obedecen a la articulación de una serie de factores que resumidamente se definen como Amenaza y Vulnerabilidad. Estos factores en buena medida están mediados y son generados por el propio hombre.

No basta un evento (natural o antrópico) para que haya desastre. Se requiere de la existencia de unas condiciones que hagan frágiles a la sociedad frente a dicho evento, condiciones que son generadas por el propio hombre. Los desastres *no son naturales*, obedecen más bien a la existencia de desequilibrios entre la sociedad y el entorno natural, desequilibrios que se expresan en los factores de amenaza y en los factores de vulnerabilidad (*LA RED e ICF Consulting, 2001*).

2.1.5 Escenario de Riesgo

El escenario de riesgo se inicia conceptualmente elaborando un argumento sólido, sustentado en datos y/o registros históricos de la ocurrencia del fenómeno a estudiar, como magnitud, intensidad, recurrencia, etc. (caracterizar el peligro). Así como, la integración de información estadística de los daños y/o pérdidas de población damnificada, fallecida, infraestructura dañada, etc. (vulnerabilidad de los elementos expuestos), lo que ayudará a elaborar el escenario probable y sus posibles consecuencias (*CENEPRED, 2015*).

Los escenarios de riesgo es la representación de los resultados de la interacción de sus factores (peligro y vulnerabilidad) en un territorio y en un momento dado. El escenario de riesgo debe representar y permitir identificar el tipo de daños y pérdidas

que puedan presentarse en caso de presentarse un evento peligroso en unas condiciones dadas de vulnerabilidad.

Existen diferentes formas de representar dicho escenario: desde un *mapa de riesgos* hasta una matriz que relacione las diferentes variables consideradas y sus efectos (*LA RED e ICF Consulting, 2001*).

2.1.6 Gestión de Riesgo de Desastres

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

La GRD está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado (*SINAGERD, 2015*).

2.1.6.1 Componentes de la Gestión de Riesgo de Desastres

De acuerdo a la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres en el Plan nacional de gestión del riesgo de desastres (PLANAGERD 2014 – 2021), los componentes de la GRD son los siguientes:

a. 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.

b. Gestión Correctiva: Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

c. Gestión Reactiva: Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar las emergencias y los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

2.1.6.2 Procesos de la Gestión de Riesgo de Desastres

Los procesos de la Gestión de Riesgo de Desastres son 7, de los cuales 4 son del ámbito del CENEPRED y 3 por parte de INDECI (ver diagrama N° 3).

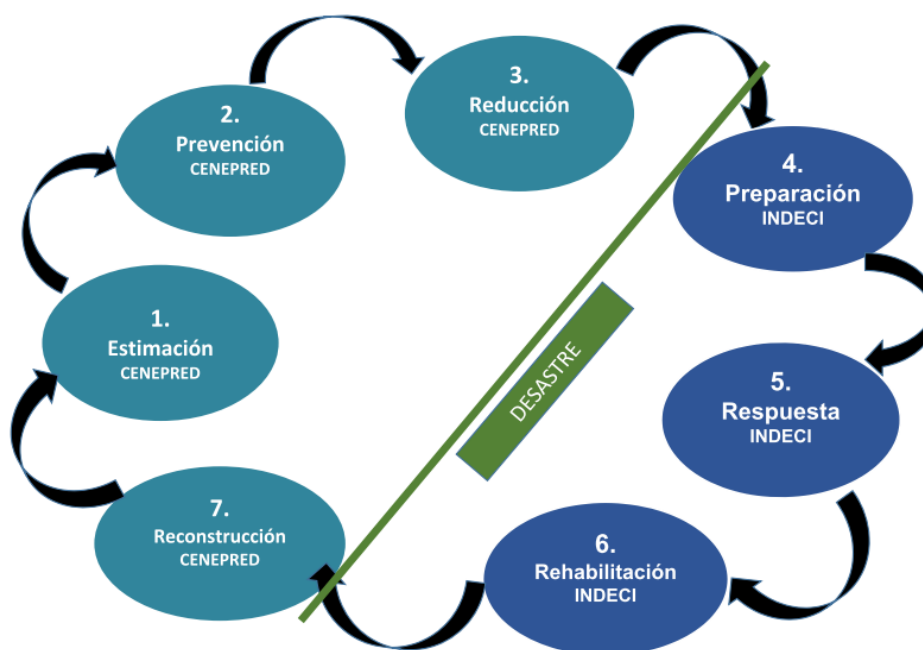


Diagrama N° 3: Procesos del GRD (CENEPRED, 2015)

a. 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. El presente estudio se encuentra abocado en este proceso.

b. Prevención del Riesgo

El proceso de prevención 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.

c. Reducción del Riesgo

El proceso de reducción comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

d. 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. Para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, es necesario tener respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad.

e. Respuesta

Está constituida por el conjunto de acciones y actividades que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente ocurrido este, así como ante la inminencia del mismo.

f. 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.

g. Reconstrucción

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, económica y social de las comunidades afectadas.

2.1.7 Sismos

Se define al proceso de generación y liberación de energía para posteriormente propagarse en forma de ondas por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras (Tavera, 2014). Por otro lado, el CENEPRED (2015) lo define como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica. Una parte de la energía se propaga en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor debido a la fricción en el plano de la falla.

2.1.7.1 Ondas sísmicas y tipos de ondas

De acuerdo a CENEPRED (2015), una onda sísmica es la perturbación efectuada sobre un medio material y se propaga con movimiento uniforme a través de este mismo medio. Las ondas que los sensores registran son de dos tipos:

- a. **Profundas o corpóreas**, se propagan de manera esférica por el interior de la tierra, se forman a partir del hipocentro.
 - **Primarias (P) o longitudinales**: Son las más rápidas en propagarse (6 – 10 km/s) y por lo tanto, las primeras en ser detectadas por los sensores. Se transmiten tanto en medios sólidos como fluidos. Su vibración es paralela al plano de propagación, de manera que actúan comprimiendo y dilatando el terreno.
 - **Secundarias (S) o transversales**: Son más lentas que las anteriores (4 – 7 Km/s) y solo se propagan en medios sólidos, por lo que no pueden atravesar el núcleo exterior terrestre. Vibran perpendicularmente a la dirección de propagación, cizallando los materiales.
- b. **Superficiales o largas**, se transmiten en forma circular a partir del epicentro. Son el resultado de la interacción de las ondas profundas con la superficie terrestre.
 - **Love (L)**: Su velocidad de propagación es de 2 – 6 Km/s, y se desplazan horizontalmente en la superficie, en forma perpendicular respecto a la dirección de propagación.

- **Rayleigh (R):** Son las más lentas en desplazarse (1 – 5 Km/s), aunque son las que más se dejan sentir por las personas. Se propagan de manera similar a como hacen las olas del mar. Las partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical.

2.1.7.2 Parámetros de evaluación para sismos

En el diagrama N° 4, se muestra los parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno natural. El número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar. Además, se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica.

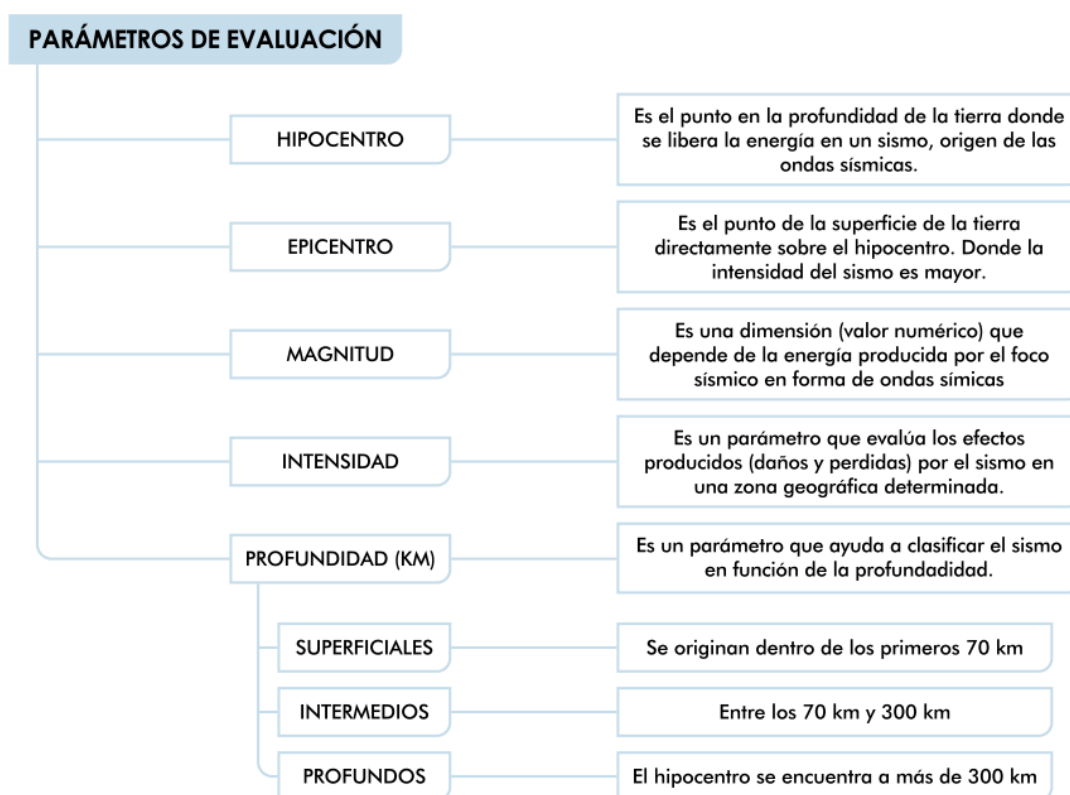


Diagrama N° 4: Parámetros de evaluación de un sismo (CENEPRED, 2015)

2.1.7.3 Escalas de medición para sismos

Las escalas de medición para sismos se determinan tanto por intensidad y magnitud. La intensidad se determina por los daños que causa un sismo y la magnitud es la cantidad de energía liberada de un sismo. La intensidad es determinada mediante la escala modificada de Mercalli (ver cuadro N° 1) y la magnitud con la escala de Richter (ML) para sismos de magnitud menor a 6.9 y la escala de magnitud momento (Mw) para sismos mayores (ver cuadro N° 2).

Cuadro N° 1: Escala Modificada de Mercalli (Ochoa, 2012)

Grado	Descripción
I	No sentido, sentido solo por personas en circunstancias especiales.
II	Sentido solo por muy pocas personas en reposo.
III	Sentido muy sensiblemente por las personas dentro de edificaciones.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daños leves en edificaciones.
VIII	Daños considerables en edificaciones. Daño leve en estructuras de diseño especial.
IX	Daños graves en edificaciones. Daño considerable en estructuras de diseño especial. Grietas visibles en el suelo.
X	Algunos edificios bien contruidos destruidos. Suelo muy agrietado.

XI	Pocas o ningunas obra de albañilería queda en pie. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo.

Cuadro N° 2: Escala de Richter y Magnitud Momento vs Frecuencia de sismos
(USGS, 2009)

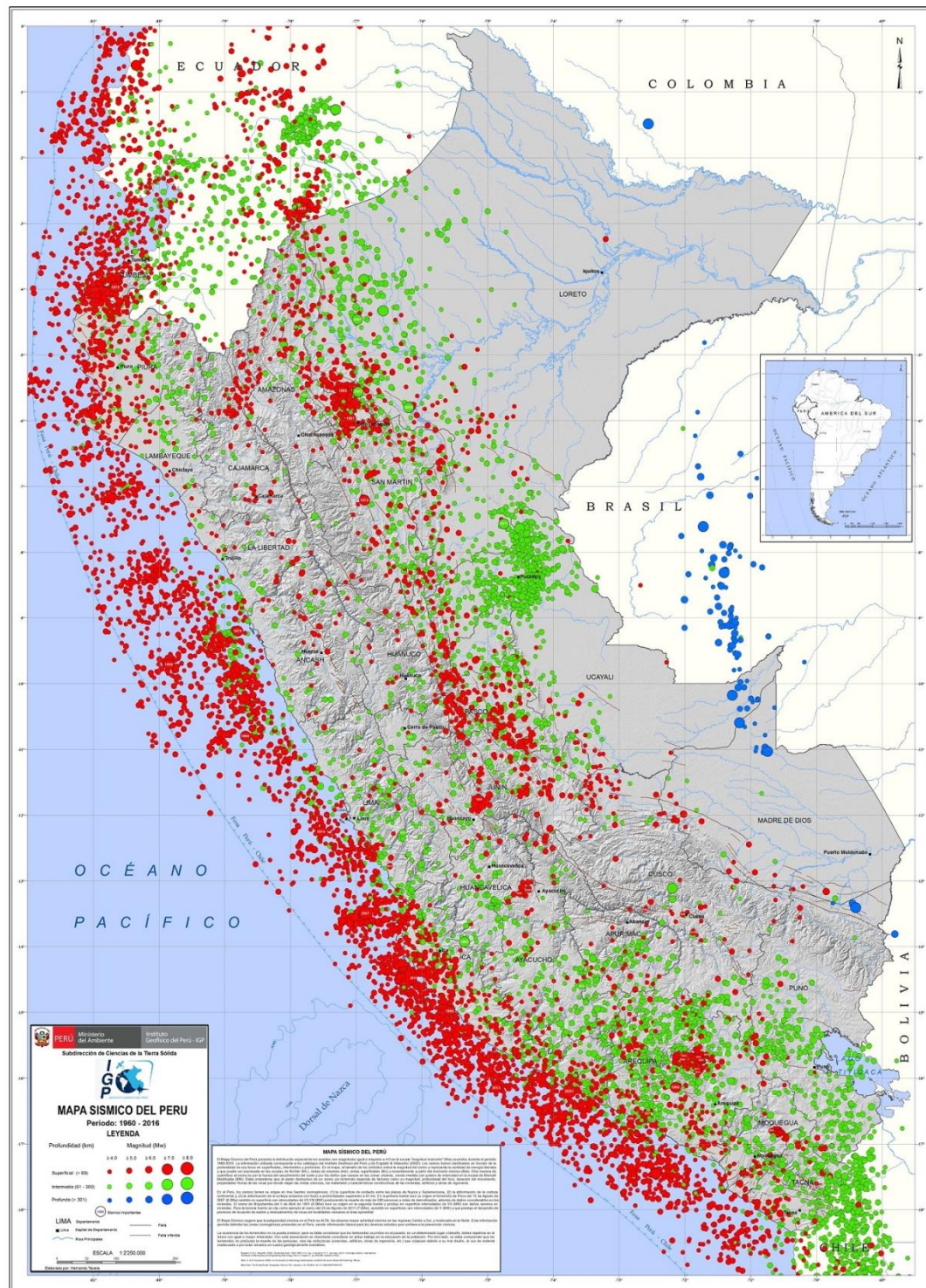
Magnitud (Mw = Mayores de 6,9 Ml = De 2,0 a 6,9)	Descripción	Frecuencia de ocurrencia
Menos de 2.0	Micro	Alrededor de 8000 por día
2.0 – 2.9	Menor	Alrededor de 1000 por día
3.0 – 3.9		49 000 por año
4.0 – 4.9	Ligero	6 200 por año
5.0 – 5.9	Moderado	800 por año
6.0 – 6.9	Fuerte	120 por año
7.0 – 7.9	Mayor	18 por año
8.0 – 8.9	Gran	1 – 3 por año
9.0 – 9.9		1 – 2 en 20 años
10.0 a más	Épico	En la historia de la humanidad (y desde que se tienen registros) nunca ha sucedido un terremoto de esta magnitud

2.1.8 Sismicidad en el Perú

En el borde occidental del Perú se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la placa Sudamericana (continental) con velocidades promedio del orden de 7-8 centímetros por año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso es el responsable de la actual geodinámica y geomorfología del territorio peruano, a la vez se constituye como la fuente que genera sismos de diversas magnitudes y focos (ver mapa N° 1), ubicados a diferentes profundidades, todos asociados a la fricción de ambas placas (oceánica y continental), a la deformación cortical a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera (Tavera y Buform, 2002).

De acuerdo al estudio “Escenario de Sismo y Tsunami en el Borde Occidental de la Región Central del Perú” (Tavera, 2014), en el Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año el Instituto Geofísico del Perú reporta en promedio entre 150 a 200 sismos percibidos por la población con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes $ML \geq 4,0$. La distribución espacial de esta sismicidad ha permitido definir la existencia de tres principales fuentes sismogénicas:

- La primera y más importante fuente, la constituye la superficie de fricción entre placas presente en el borde occidental del Perú (entre la fosa y la línea de costa). Esta fuente ha dado origen, en el pasado, a los más importantes sismos, en cuanto a su magnitud, intensidad y niveles de destrucción en superficie. Muchos de estos eventos fueron acompañados de tsunamis que incrementaron el daño, principalmente en zonas costeras.



Mapa N° 1: Mapa sísmico del Perú para el período 1960 – 2016 (Tavera, 2016)

- En este contexto, los sismos con magnitud mayor a 7,0 Mw, son menos frecuentes y cuando ocurren producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas costeras relativamente grandes, tal como sucedió en la región sur de Perú el 23 de junio de 2001 (8,2 Mw) y Pisco, el 15 de agosto de 2007 (8,0 Mw). Por lo tanto, es de interés de la sismología conocer los periodos de retorno de estos eventos o en el mejor los casos, conocer la ubicación espacial de las áreas que se encuentran en actual estado de acumulación de deformación y energía, ya que ellas serían las causantes de un nuevo sismo en el futuro.
- La segunda fuente, considera la deformación superficial de la corteza continental con la presencia de fallas geológicas de diversas geometrías y dimensiones. Esta fuente ha dado origen, en el pasado, a sismos con magnitudes de hasta 6,5 Mw, produciendo daños en áreas reducidas pero con importantes niveles de sacudimiento del suelo. Ejemplos de estos sismos son los ocurridos en 1991 (6,5 Mw) en la región del Alto Mayo (San Martín) y en el año 1969 (6,6 Mw) en la zona del Huaytapallana (Huancayo).
- La tercera fuente, corresponde a la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera de los Andes a niveles de profundidad del orden de 100 km a más. Esta fuente ha dado origen a sismos con magnitudes hasta de 7,0 Mw y en general, han producido en superficie niveles de sacudimiento que han dado origen a procesos de licuación de suelos en los valles de las zonas andinas y subandinas. Un ejemplo de estos sismos es el ocurrido en el año 2005 (7,0 Mw) en Yurimaguas (Loreto).

2.1.8.1 Historia sísmica de la región Lima

Toda la costa peruana está ubicada en una zona de alta actividad sísmica producida por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana. La historia ha mostrado que la región Lima ha sido constantemente afectado por grandes sismos, como los ocurridos en los años (Silgado, 1978):

- 1586: Sismo destruye Lima. Julio 9 a las 19 horas. Asoló gran parte de Lima, sus principales edificios colapsaron y otros se maltrataron. Murieron entre 14 a 22 personas. En el cerro San Cristóbal se produjeron derrumbes y en la parte alta del valle se observaron grietas. Al sismo le siguió un tsunami que inundo gran parte de la costa. El sismo tuvo un radio de percepción de 1,000 km aproximadamente. En la ciudad de Chosica la intensidad habría sido de VIII en la escala modificada de Mercalli (MM).
- 1687: Sismo ocurrido el 20 de Octubre a las 4:00 de la madrugada. El sismo sacudió y desarticuló los edificios y torres de la ciudad y posteriormente hubo una réplica que dejó todo en ruinas, más 100 personas muertas. Se indica que los estragos producidos por los sismos fue grande en el Callao y se extendió dejando en ruinas todo hasta unos 700 km en dirección sur, con respecto de Lima. En detalle se indica que los sismos dejaron en ruinas al Callao, además del tsunami que prácticamente inundo toda la costa con el resultado de 300 personas muertas. En la ciudad de Chosica la intensidad habría sido de VIII en la escala modificada de Mercalli (MM).

- 1746: Gran sismo destruye Lima. Octubre 28 a horas 22:30. Se indica que Lima había llegado a un punto de desarrollo tal que representaba dignamente a las ciudades del Nuevo Mundo con edificios suntuosos, viviendas y fuentes de lujo, elevación de templos y monasterios que en unos segundos quedaron en ruinas. De 3000 casas distribuidas en 150 manzanas, solo 25 quedaron en pie. De aproximadamente 60,000 habitantes perecieron 1,140, aunque algunos cronistas indican mayor número debido a las epidemias que le siguieron al sismo. Después de media hora aproximadamente, una gran ola de tsunami irrumpió el puerto del Callao que ahogo a la población y llevó consigo todo lo que encontró a su paso. El sismo tuvo un radio de percepción de 1,100 km. En la ciudad de Chosica la intensidad habría sido de IX en la escala modificada de Mercalli (MM).
- 1940: Mayo 24 a las 11:35 hora local, la ciudad de Lima y localidades aledañas fueron afectadas por un sismo que produjo intensidades de VII-VIII (MM). El sismo tuvo un área de percepción desde Guayaquil en el Ecuador hasta Arica en Chile. La destrucción de viviendas fue principalmente en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco y localidades de Chancay y Lurín con un saldo de 179 muertos y 3500 heridos. Se constató que en algunos lugares de Lima no solo sufrieron las viviendas antiguas sino también las modernas atribuyéndose este hecho a la constitución del suelo. En la costa el sismo fue moderadamente destructor, tanto al norte y sur de la capital, afectando localidades de Barranca, Huarmey, Cañete, Chíncha y Pisco. De acuerdo al mapa de isosistas, en la ciudad de Lima el sismo produjo intensidades del orden de VIII (MM) y en la ciudad de Chosica la intensidad habría sido del orden VII (MM). La magnitud del sismo fue de 8.0Ms.

- 1966: Octubre 17 a horas 16:41 hora local. La ciudad de Lima fue estremecida por un sismo de los más grandes que afectaron a esta región. Los muertos fueron de 100 personas con un área de percepción de 524,000 km² siendo destructor entre Lima y Supe hacia el norte. La intensidad máxima fue de VIII (MM). En Lima la aceleración tuvo una amplitud máxima de 0.4g. Los daños mayores se presentaron en Huacho, Chancay y Supe. La intensidad en la ciudad de Lima fue de VII-VIII (MM). En la costa de Lima, distritos de Chorrillos, Miraflores y Magdalena hubieron deslizamientos de tierra que causaron polvareda. Los daños observados en La Molina fueron atribuidos a la consistencia del suelo. Para este sismo se estimó una magnitud de 7.5Ms. En la ciudad de Chosica las intensidades habrían sido del orden VI en la escala modificada de Mercalli (MM).
- 1974: Octubre 3 a horas 09:21 hora local, Lima fue sacudida por un sismo que produjo 78 muertos y unos 2500 heridos con la destrucción de varias viviendas antiguas de adobe y quincha. Los daños en Lima fueron elevados en varios de sus distritos. Daños en iglesias, monumentos históricos, edificios públicos y viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, El Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Otras estructuras modernas fallaron por problemas estructurales y por la constitución del suelo. Derrumbes de material aluvial en Magdalena y Chorrillos. En Lima la intensidad evaluada fue de VIII (MM) y en la ciudad de Chosica de VI (MM). La magnitud del sismo fue de 7.5Ms.
- 2007: Agosto 15 a horas 18:45. Fuerte sismo sacude la región de Ica produciendo muerte y desesperación. En las localidades de Pisco, Chincha, Ica se produjo el desplome de viviendas de adobe y quincha; mientras que, las

viviendas modernas colapsaron y/o presentaron daños mayores debido a fallas estructurales y a problemas de consistencia del suelo que en gran parte produjo licuación de suelos. Se observaron grietas paralelas a la línea de costa desde Ica hasta Lima y derrumbes de tierra y piedras en las zonas altas cercanas a la Cordillera Occidental. En Lima y en la ciudad de Chosica el sismo fue sentido con intensidades de V (MM) produciendo daños en viviendas ubicadas en el Callao y en el Distrito del Agustino. En Villa el Salvador se produjeron problemas de licuación de suelos que afectaron principalmente a las carreteras asfaltadas. El sismo presento una magnitud de 7.9Mw (magnitud momento).

2.1.9 Precipitación

Según Villón (2002), la precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación se puede presentar en forma de: lluvias, granizadas, garúas y nevadas. Donde desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre y sus mediciones y análisis forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua.

2.1.9.1 Lluvias

La lluvia es la precipitación de partículas de agua, en forma líquida, que cae de la nube. Para una determinada región existe una precipitación promedio, cuando supera dicho promedio y genera daños, se tipifica como una lluvia intensa (INDECI, 2006).

De acuerdo a Linsley et al. (1983), la lluvia consiste en gotas de agua líquida que en su mayoría cuentan con un diámetro mayor a 0.5 mm.

El periodo lluvioso en el Perú se desarrolla entre los meses de setiembre a abril, presentándose las mayores precipitaciones en los meses de verano. La intensidad de las lluvias, estará sujeta al comportamiento del océano y la atmósfera en sus diferentes escalas; ocasionando cantidades superiores o inferiores a sus valores normales, llegando a presentar situaciones extremas en un determinado espacio y tiempo.

La ocurrencia periódica de lluvias extraordinarias, ya sea por presencia del “Niño” u otras perturbaciones climáticas, hace que los cauces de los ríos incrementen sus caudales extremos, originándose desbordes o inundaciones que afectan a zonas urbanas y rurales. Por otro lado, la presencia de este tipo de precipitaciones han desencadenado también movimientos en masa como huaicos, deslizamientos, derrumbes, entre otros, provocando daños y pérdidas a la población y sus medios de vida. Estos daños y pérdidas socio – económicas han puesto a varias zonas del país en situaciones de emergencia en más de una ocasión (*CENEPRED – 2015*).

2.1.9.2 Tormenta

De acuerdo a Villón (2002), se entiende por tormenta al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De acuerdo a esta definición, una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas, y en ciertos lugares puede durar hasta días, y puede abarcar extensiones de terrenos muy variables, desde pequeñas zonas, hasta vastas regiones.

2.1.9.2.1 Elementos fundamentales del análisis de las tormentas

Según Villón (2002), durante el análisis de tormentas se tiene que considerar lo siguiente:

A. Intensidad: Es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo.

B. Duración: Corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de la tormenta. Conviene definir el período de duración, que es un determinado período de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta. Es importante en la determinación de las intensidades máximas.

C. Frecuencia: Es el número de veces que se repite una tormenta, de características de intensidad y duración definidas en un período de tiempo más o menos largo, tomado generalmente en años.

D. Periodo de retorno: Es el intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud x , puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio.

2.1.9.2.2 Hietograma

De acuerdo a Villón (2002), el hietograma es un gráfico de forma escalonada como un histograma, que representa la variación de la intensidad expresada en mm/hora de la tormenta, en el transcurso de la misma expresada en minutos u

horas. Mediante un hietograma es muy fácil decir a qué hora, la precipitación adquirió su máxima intensidad y cuál fue el valor de ésta.

2.1.9.2.3 Curva masa de precipitación

La curva masa de precipitación es la representación de la precipitación acumulada vs el tiempo y se extrae directamente del pluviograma. La curva masa de precipitación es no decreciente, la pendiente de la tangente en cualquier punto, representa la intensidad instantánea en ese tiempo (Villón, 2002).

2.1.9.3 Fenómeno del Niño

La presencia de aguas cálidas a lo largo de las costas peruanas, es un fenómeno recurrente que tiene una duración de varios meses. Este calentamiento marino-costero se da cada cierto número de años, siendo una manifestación de los cambios que ocurren en las capas superficiales y subsuperficiales del océano. Esto está vinculado a interacciones complejas con la atmósfera que se producen en el Océano Pacífico ecuatorial, a miles de kilómetros de la costa peruana (SENAMHI, 2014).

El significado del fenómeno El Niño ha ido cambiando a lo largo de los años. En algunos países de Sudamérica como Perú y Ecuador, se denomina “El Niño” al incremento de la Temperatura Superficial del agua del Mar (TSM) en el litoral de la costa oeste de Sudamérica con ocurrencia de lluvias intensas. Antes, era considerado como un fenómeno local. Actualmente, se le reconoce como el principal modulador de la variabilidad climática interanual en todo el mundo. El término “El Niño” comprende los cambios observados en la TSM en el Pacífico ecuatorial central, así como los cambios de la presión atmosférica en el Pacífico, desde Australia (Darwin) hasta Tahití (Pacífico tropical central – oriental).

2.1.10 Flujos

Los flujos es un tipo de movimiento en masa que se caracteriza por ser un proceso de movilización rápida que involucra suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o efecto de la fuerza de la gravedad. Consiste en un descenso relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. La pérdida de cobertura vegetal y forestal favorece a la meteorización y el consecuente desplazamiento mecánico del material por factores desencadenantes (CENEPRED – 2015).

Los flujos se dividen en subtipos, clasificados de acuerdo a la “Guía para la Evaluación de Amenazas” (Región Andina, 2007) se dividen en: Flujo de detritos, crecida de detritos, flujo de lodo, flujo de tierra, flujo de turba, avalancha de detritos, caída o avalancha de rocas y deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación. En la ciudad de Chosica se dan principalmente 3 tipos de estos flujos, los cuales son los flujos de lodo, flujos de detritos (ver fotografía N° 1) y caída o avalancha de rocas.



Fotografía N° 1: Flujo de detritos en Chosica (El Comercio, 2015)

Los flujos de lodo y detritos son mal llamados “huaycos”. Huayco es una palabra quechua que significa quebrada, lo adecuado sería llamarlo “lloclla” que en castellano significa aluvión.

2.1.11 Inundaciones

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él (CENEPRED – 2015).

Según sus características se pueden distinguir dos tipos de inundación:

- Lentas: Crecimiento lento de cauces de ríos y lagos, como resultado de lluvias durante un período largo de tiempo.
- Repentinas: Crecimiento rápido de los cauces de ríos en zonas bajas, causando víctimas y violenta destrucción de propiedades.

Las grandes lluvias son la causa principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes. A continuación se analizan todos estos factores:

- Exceso de Precipitación.- Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas, las laderas no puede absorber o almacenar todo el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.
- Rotura de Presas.- Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.

2.1.12 Sistemas de Información Geográfica

Hoy en día los Sistemas de Información Geográfica, es una de las herramientas indispensables para la realización de múltiples trabajos relacionados en el manejo de información espacial.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Geographic Information Systems (GIS) es una tecnología desarrollada a raíz de la necesidad de disponer de forma rápida de datos cartográficos y alfanuméricos, en el marco de la llamada sociedad de la información. Así pues, permiten disponer, gestionar y analizar de forma ágil información espacial; es decir, datos referidos a un determinado ámbito territorial (Vila y Varga, 2006).

Los SIG han sido siempre utilizados para la resolución de problemas socio-espaciales en una gran diversidad de ciencias y por una amplia variedad de científicos, por lo cual, desde sus inicios, se los consideró una herramienta interdisciplinaria (Buzai y Humacata, 2016).

La finalidad de un SIG, es la de combinar las bases de datos gráficas (cartografía digital con la localización de cada entidad) con las bases de datos alfanuméricas

(atributos textuales y numéricos medidos en cada unidad espacial) para representarlos dentro de un sistema de coordenadas geográficas y realizar el tratamiento espacial de los datos a fin de obtener información significativa.

2.1.12.1 Características de un SIG

Entre las principales características diferenciales de un SIG se pueden destacar las siguientes (Vila y Varga, 2006):

- Se trata de un sistema de representación que permite visualizar entidades gráficas (puntos, líneas, símbolos, imágenes, etc.) referenciadas mediante coordenadas.
- Dispone de una base de datos adjunta fácilmente manejable.
- La organización de la base de datos hace posible el análisis de las relaciones espaciales entre los datos almacenados.
- Dispone de un sistema de acceso a la base de datos que permite realizar consultas y simulaciones.
- Dispone de un sistema de generación de cartografía automática a partir de consultas y simulaciones.
- Dispone de un sistema de generación de información alfanumérica a partir de consultas y simulaciones.
- Dispone de un lenguaje de programación que permite la implementación de nuevas aplicaciones para dar respuesta a nuevas necesidades de los usuarios.
- Dispone de un sistema de importación y exportación de datos gráficos y alfanuméricos.

2.1.12.2 Componentes de un SIG

En su concepción actual los SIG son sistemas complejos que integran una serie de distintos elementos interrelacionados. El estudio de todos y cada uno de estos elementos es el fundamento para el estudio global de los Sistemas de Información Geográfica, mostrando las propias características de cada elemento y los conceptos necesarios para entender las relaciones entre ellos (Olaya, 2012).

Según Olaya, los elementos básicos que componen un Sistema de Información Geográfica son cinco, los cuales se detallan a continuación (ver diagrama N° 5):

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

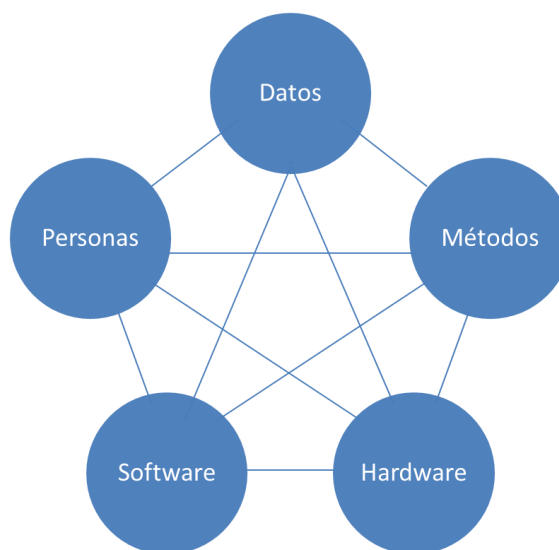


Diagrama N° 5: Componentes de un SIG (Olaya, 2012)

2.1.12.3 Los SIG en el análisis y gestión de riesgos

Los riesgos, tanto los naturales como los generados por las actividades humanas, pueden analizarse en un SIG, estudiando su distribución o tratando de evaluar la probabilidad de que se produzcan episodios problemáticos, pues estas incluyen una componente geográfica que puede ser modelizada (Olaya, 2012).

El alcance de este tipo de modelos es muy amplio, y abarca desde el análisis de riesgo de incendios hasta los riesgos de inundación o deslizamiento de tierras, pasando por otros como riesgos vulcanológicos, sísmicos o contaminación de aguas.

Con la aparición de los SIG este tipo de análisis han pasado a desarrollarse en mayor medida, ya que la modelización de los distintos procesos, de vital importancia, puede realizarse con mayor detalle y precisión debido a la capacidad de cálculo que aporta el entorno informático en que se lleva a cabo.

La prevención tiene como principal objetivo el análisis genérico de los fenómenos de riesgo sobre una zona dada, buscando la localización de zonas con mayores riesgos, o estableciendo clasificaciones en función de una escala de riesgos previamente definida.

Los resultados de los análisis de riesgos pueden ser utilizados además como base para otros análisis tales como los estudios de viabilidad y localización óptima. Además, un SIG puede ser una herramienta útil no solo para prevenir una situación de riesgo o para modelizar un determinado fenómeno, sino también como elemento para la gestión de estos riesgos.

Los usuarios de SIG en este terreno son de tipo avanzado y exigen de los SIG una amplia serie de funcionalidades, en ocasiones requiriendo gran número de elementos adicionales en estos (Olaya, 2012).

2.1.13 Proceso Analítico Jerárquico

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED, de acuerdo a su documento técnico “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales” utiliza para la estimación de riesgo, la metodología desarrollada por el doctor en ciencias matemáticas Thomas L. Saaty, el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), el cual fue propuesto en la década de los ochenta y demuestra las bondades del método como herramienta en la toma de decisiones multicriterio, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que permite estructurar el problema de forma visual.

2.1.13.1 Definición

El Proceso Analítico Jerárquico (The Analytic Hierarchy Process, AHP) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que se tome evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. El AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos. Además, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión (Toskano, 2005).

La fundamentación del AHP se basa en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas).
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.

- Síntesis.
- Análisis de Sensibilidad.

El AHP es una herramienta metodológica que ha sido aplicada en varios países para incorporar las preferencias de actores involucrados en un conflicto y/o proceso participativo de toma de decisión. Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio son:

- Presentar un sustento matemático.
- Permitir desglosar y analizar un problema por partes.
- Permitir medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Incluir la participación de diferentes personas o grupos de interés y generar un consenso.
- Permitir verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es del caso.
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Es de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

2.1.13.2 Metodología del Proceso Analítico Jerárquico

Las etapas generales de la metodología AHP propuestas por Saaty en su formulación inicial son (Ho, Dey y Higson, 2006):

1° Modelización: En esta etapa se construye una estructura jerárquica en la que quedan representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución: actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias. La jerarquía resultante debe ser completa, representativa, no redundante y minimalista. Su construcción es la parte más creativa del proceso de resolución, pudiendo aparecer posiciones enfrentadas entre los distintos participantes.

2° Valorización: En la segunda etapa se incorporan las preferencias, gustos y deseos de los actores mediante los juicios incluidos en las denominadas matrices de comparación por pares. Estas matrices cuadradas reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad común. El significado teórico es el siguiente, de los dos elementos comparados, se toma como referencia el que posee en menor medida o grado la característica en estudio y se da un valor numérico de las veces que “el mayor” incluye, recoge, domina o es más preferido que “el menor” respecto al atributo estudiado.

3° Priorización y síntesis: Esta última etapa proporciona las diferentes prioridades consideradas en la resolución del problema. Se entiende por prioridad una unidad abstracta válida para cualquier escala en la que se integran las preferencias que el individuo tiene al comparar aspectos tangibles e intangibles. En el problema de decisión se consideran tres tipos de prioridades:

- **Las prioridades locales:** Que son las prioridades de los elementos que cuelgan de un nodo común.

- **Las prioridades globales:** Que son la importancia de esos elementos respecto a la meta global fijada para el problema. La forma de calcularlas prioridades globales consiste en aplicar el principio de composición jerárquica: multiplicando los diferentes pesos que aparecen en el recorrido de la jerarquía desde el elemento inferior hasta la meta.
- **La prioridad final o total:** De una alternativa se obtiene agregando las prioridades globales obtenidas para esa alternativa en los diferentes caminos a que la unen con la meta. El método habitualmente empleado en AHP para la agregación es el equivalente a la suma ponderada.

4° Análisis de sensibilidad: Se suele hacer para examinar el grado de sensibilidad del resultado obtenido en una decisión al realizar cambios en las prioridades de los criterios principales de un problema. Lo que se lleva a cabo es un cambio en la prioridad de un determinado criterio manteniendo las proporciones de las prioridades de los otros criterios, de manera que todos ellos, incluido el criterio alterado, al modificarse sigan sumando la unidad.

Estas etapas generales se pueden concretar en una serie de pasos, los que se resumen en el diagrama N° 6:

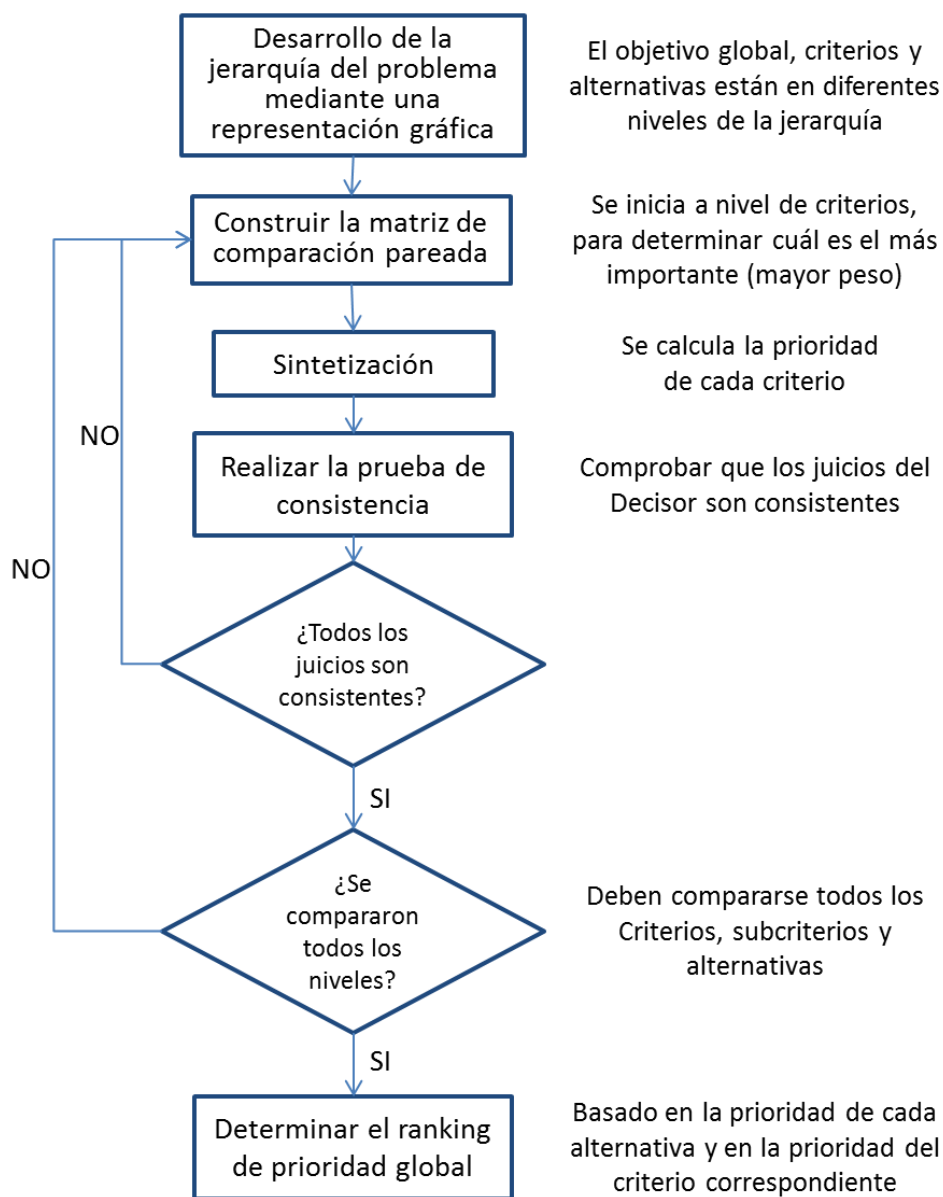


Diagrama N° 6: Flujo del Proceso Analítico Jerárquico (Ho, Dey y Higson, 2006)

Por otro lado, el método AHP utiliza una estrategia de asignación indirecta por la que el decisor sólo tiene que realizar una valoración sobre la importancia del criterio verbalizada en términos cualitativos y después acudir a una escala, que previamente ha sido establecida, para obtener los valores numéricos que se corresponden con su valoración. Por tanto, como paso previo a la resolución del problema de asignación de pesos, se debe definir la correspondencia entre la valoración cualitativa del decisor y la asignación numérica.

Por lo tanto, la escala sugerida por Saaty es la siguiente (ver cuadro N° 3):

Cuadro N° 3: Escala de preferencias del Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 1980)

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 fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

2.1.13.3 Pasos para realizar la ponderación

A continuación se da a conocer los procedimientos para ejecutar la metodología del Proceso Analítico Jerárquico – AHP. La matriz que se forma en el AHP es una matriz cuadrática, es decir, el mismo número de columnas y filas (CENEPRED, 2015).

Cálculo de los pesos ponderados

Primero se construye la matriz de comparaciones pareadas, el cual permite determinar la importancia de un criterio con respecto a otro, lo que servirá luego para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Al sumar los elementos de cada columna, se obtiene:

$$v1, v2, \dots, vn = \sum_{i=1}^n a_i$$

Luego se construye la matriz de comparaciones normalizada, el cual se obtiene al dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v1 & a_{12}/v2 & \dots & a_{1n}/vn \\ a_{21}/v1 & 1/v2 & \dots & a_{2n}/vn \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v1 & a_{n2}/v2 & \dots & 1/vn \end{pmatrix}$$

Después, se busca el vector prioridad que mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada. Para ello calculamos el vector columna:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{cli} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Después de realizado los pesos ponderados, se procede a realizar la verificación de la existencia de consistencia entre los juicios expresados.

Para ello se multiplica el valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se suma los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{cin} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

Luego se divide los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned} VSP_{11} / p_{c11} &= \lambda_1 \\ VSP_{12} / p_{c12} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ VSP_{1n} / p_{cin} &= \lambda_n \end{aligned}$$

Después se determina el lambda máximo λ_{max} .

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_{12} + \dots + \lambda_n) / n$$

Lo anterior permite hallar el índice de consistencia

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Finalizando se define la Relación de Consistencia (RC) para ver si las decisiones fueron acertadas.

$$RC = IC / IA$$

En el cual IA es el Índice de Consistencia Aleatoria de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria.

Los valores del Índice de Consistencia Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100.000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

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

La Relación de Consistencia (RC) está diseñado de manera que los valores que exceden de 0.10, son señal de juicios inconsistentes; es probable que en estos casos el tomador de decisiones desee reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la relación de consistencia de 0.10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas. Es decir:

$RC \leq 0.10$: Consistencia Razonable

$RC > 0.10$: Inconsistencia

2.2 MARCO LEGAL

En el Perú, en febrero de 2011, se promulgó la Ley 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), estableciéndose la base para un nuevo enfoque y acciones para reducir el riesgo de desastres.

Constitución Política del Perú

La base del sistema jurídico del país está constituida por la Constitución Política del Perú de 1993. De sus principios se desprenden todas las leyes de la República y prima sobre toda ley. Sus normas son inviolables y de cumplimiento obligatorio para todos los peruanos.

Cabe señalar que mediante Ley N° 27680, de Reforma Constitucional de marzo de 2002 se modifica el capítulo XIV del título IV sobre descentralización, las regiones y las municipalidades, que incluyó un componente de participación ciudadana.

Leyes y dispositivos legales con rango y fuerza de Ley

En el Perú, el antecedente para organizar la respuesta luego de un desastre, fue el Decreto Ley 19338, del 28 de marzo de 1972, que creó el Sistema de Defensa Civil (SIDECI, más tarde SINADECI). Este sistema carecía de mecanismos para asegurar que las autoridades cumplan sus funciones dentro del marco regulador de la función pública. Asimismo, había una tendencia a ignorar la delimitación de responsabilidades entre los niveles sectorial, regional, provincial y distrital.

Es así que el 18 de febrero de 2011 se promulgó la Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), que propone el marco legal de la GRD en el Perú, constituyendo esto un cambio significativo en el marco normativo nacional trascendiendo del enfoque de atención y respuesta a emergencias

al enfoque de gestión del riesgo de desastres. Su reglamento fue aprobado el 26 de mayo de 2011, mediante el Decreto Supremo 048-2011-PCM.

La Ley establece un conjunto de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos. Como parte de ésta se define la Política Nacional de Gestión de Riesgos, la cual ha sido aprobada como una Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que a su vez se sustenta sobre la base de tres componentes: la gestión prospectiva, correctiva y reactiva; las cuales se implementan sobre la base de siete procesos: estimación del riesgo, prevención del riesgo, reducción del riesgo, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

El SINAGERD tiene como objetivos, entre otros, articular componentes y procesos de la GRD; promover la incorporación de la GRD en los procesos de planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial; y promover la participación de diferentes actores. La composición del SINAGERD está representada por las siguientes entidades (ver diagrama N° 7):

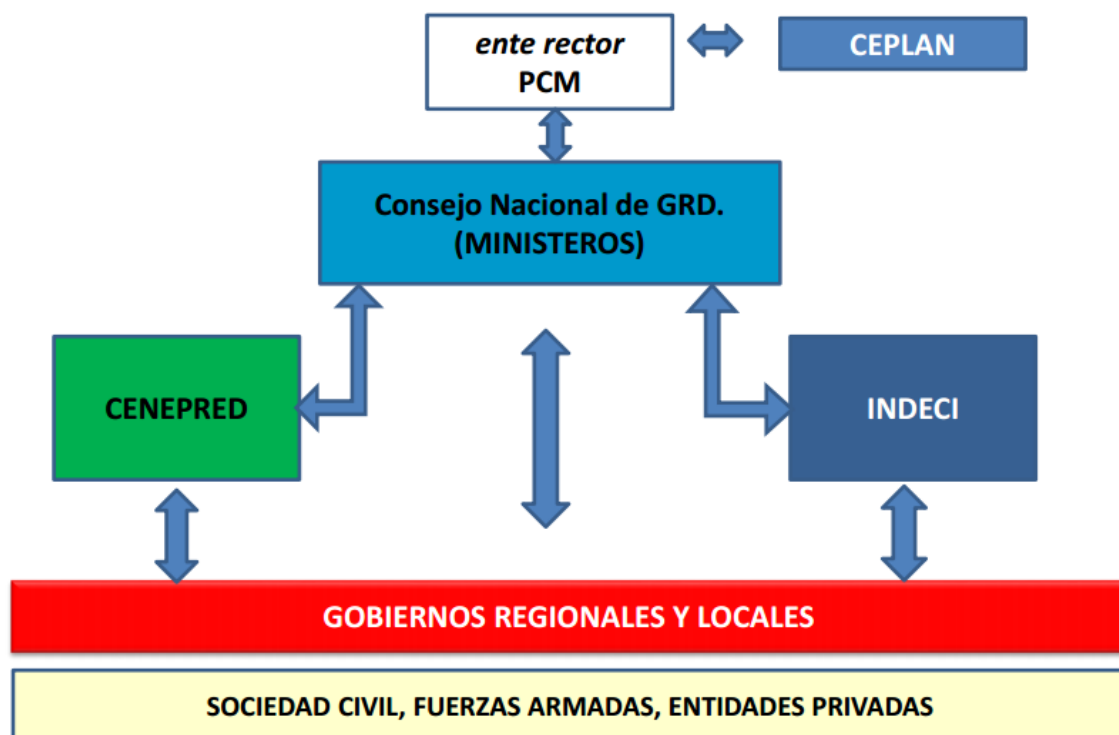


Diagrama N° 7: Entidades integrantes del SINAGERD (PCM, 2015)

El PLANAGERD 2014 – 2021 se constituye en el documento de planificación estratégica del SINAGERD para el cumplimiento de la Política Nacional de la gestión del riesgo de desastres en nuestro país, para cada ámbito jurisdiccional y territorial de los tres niveles de gobierno, considerando la gestión por resultados que incluye su articulación con el desarrollo de programas presupuestales, entre otros.

El marco legal existente para la planificación del desarrollo se encuentra en los siguientes documentos:

- **Ley orgánica de municipalidades (Ley N° 27972, del 06/05/03)**

En diversos artículos de la ley, especifica acerca de las funciones de las municipalidades con respecto a la gestión de riesgo de desastres.

En el artículo 9 indica: Aprobar el Plan de Acondicionamiento Territorial de nivel provincial, que identifique las áreas urbanas y de expansión urbana; las áreas de protección o de seguridad por riesgos naturales; las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental declaradas conforme a ley.

Asimismo en el artículo 73 señala: Administrar, organizar y ejecutar los programas locales de asistencia, protección y apoyo a la población en riesgo, y otros que coadyuven al desarrollo y bienestar de la población.

En el artículo 84 indica: Organizar, administrar y ejecutar los programas locales de asistencia, protección y apoyo a la población en riesgo, de niños, adolescentes, mujeres, adultos mayores, personas con discapacidad y otros grupos de la población en situación de discriminación. Contribuir al diseño de las políticas y planes nacionales, regionales y provinciales de desarrollo social, y de protección y apoyo a la población en riesgo.

En el artículo 85 expresa: Coordinar con el Comité de Defensa Civil del distrito las acciones necesarias para la atención de las poblaciones damnificadas por desastres naturales o de otra índole.

- **Ley orgánica de gobiernos regionales (Ley N° 27867, del 08/11/02)**

En el artículo 50 se menciona: Formular, coordinar y supervisar estrategias que permitan controlar el deterioro ambiental y de salud en las ciudades y a evitar el poblamiento en zonas de riesgo para la vida y la salud, en coordinación con los Gobiernos Locales, garantizando el pleno respeto de los derechos constitucionales de las personas.

Además en el artículo 60 señala: Formular y ejecutar políticas y acciones concretas orientando para que la asistencia social se torne productiva para la región con protección y apoyo a los niños, jóvenes, adolescentes, mujeres, personas con discapacidad, adultos mayores y sectores sociales en situación de riesgo y vulnerabilidad.

- **Ley de bases de la descentralización (Ley N° 27783 del 26/06/02)**

En el artículo 6, uno de los objetivos de la ley es el Ordenamiento territorial y del entorno ambiental, desde los enfoques de la sostenibilidad del desarrollo.

- **Ley de demarcación y organización territorial (Ley N° 27795 del 24/02/03)**

La presente ley, se declara de preferente interés nacional el proceso de demarcación y organización territorial del país, aprobándose las definiciones básicas, principios, criterios técnicos y los procedimientos de demarcación territorial, competencia exclusiva del Poder Ejecutivo.

En la directiva N° 001-2003-PCM/DNTDT según Resolución ministerial N° 100-2003-PCM “Metodología para el tratamiento de las acciones técnicas de demarcación territorial y para la configuración y delimitación de circunscripciones

provinciales” menciona acerca de las características del relieve y los riesgos naturales, el cual tiene como finalidad la representación del relieve a través de unidades geomorfológicas, la red hídrica, entre otros; así como, la identificación de zonas de riesgo naturales, representados por los fenómenos geodinámicos, meteorológicos e hidrológicos con impacto local. Se elabora el mapa temático: Geomorfología y riesgos naturales. Así mismo, habla de la Situación geográfica, que evalúa la localización óptima y estratégica, considerando la proximidad entre centros jerárquicos, la equidistancia y áreas de influencia comparada en el conjunto de centros poblados; así como, la determinación de riesgos físicos potenciales.

- **Ley general del Sistema Nacional de Presupuesto (Ley N° 2841)**

El artículo 79 “Presupuesto por Resultados” (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Las entidades públicas implementan programas presupuestales o participan de la ejecución de los mismos, sujetándose a la metodología y directivas establecidas por el Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la Dirección General de Presupuesto Público. Según el D.U. N° 024-2010 se dictan medidas económicas y financieras para la creación del Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres en el Marco del Presupuesto por Resultados.

CAPITULO III: MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS

Para la realización de la presente investigación, se hizo uso de diversos materiales, equipos e instrumentos, los cuales se detallan a continuación. Así mismo, también se detalla la metodología aplicada de este estudio.

3.1 MATERIALES

Los diversos materiales utilizados para el desarrollo de la presente investigación son:

a) Cartografía base

Plano catastral del área urbana de Chosica brindado por la Municipalidad de Lurigancho - Chosica (Escala 1/1 000); planos del área urbana de Chosica realizado por el Instituto Geográfico Nacional – IGN (Escala 1/5 000); plano catastral a nivel de manzanas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Escala 1/5 000); mapa topográfico de las quebradas Libertad, Carossio y Corrales (Chosica) brindado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (Escala 1 /1 000); Carta Nacional de Chosica Hoja 24j II del Instituto Geográfico Nacional – IGN (Escala 1/50 000); imagen aérea tomada por un dron a alta resolución en la desembocadura de las quebradas Libertad, Carossio y Corrales, el cual fue tomada el 24 de Marzo de 2015 después de los flujos y proporcionada por el CENEPRED; y una fotografía aérea del área estudiada tomada el 14/11/2016 por CNES – Airbus.

b) Cartografía temática

Mapa de Zonificación Sísmica Geotécnica del área urbana de Chosica brindado por el Instituto Geofísico del Perú – IGP (Escala 1/7 500); mapa de peligros hidrológicos

de la ciudad de Chosica brindado por el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (Escala 1/12 000) y cartografía temática digital de flujos e inundaciones generados por las lluvias intensas, descargados de las plataformas geoespaciales GEOCATMIN (INGEMMET), SIGRID (CENEPRED) y SIRAD (INDECI).

c) Información estadística

Información catastral del Organismo de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI actualizada al año 2008 e información estadística de las manzanas catastrales del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI en base al censo del año 2007.

3.2 EQUIPOS

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizaron diversos equipos, la mayoría de ellos en el trabajo de campo.

- **Computadora HP compaq 8200 elite small form factor**

Para la realización de las actividades de la investigación, en la destinación, procesamiento y análisis de la base de datos, así como para la elaboración del informe del presente estudio.

- **Cámara Panasonic Lumix DMC LZ30**

Se hizo uso de la cámara para la recolección de imágenes fotográficas obtenidas en el área urbana de Chosica, tanto para el diagnóstico de las quebradas como para las características físicas de las edificaciones.

- **Cámara de acción Sony HDR AS20**

Cámara de video de uso exclusivo para las tomas de viviendas, pues la cámara pasa desapercibida por su manera de utilización (sujeto a la cabeza). En una primera etapa, el recolectar imágenes con la cámara digital Lumix, se presentaron diversos inconvenientes con la población.

- **Celular Samsung Galaxy Note 3 Neo**

El celular es un gran apoyo hoy en día para todo tipo de trabajos. Con este equipo se hizo uso del GPS, así como de las aplicaciones de ubicación. También se hizo el uso de la cámara para tomas simples y para tener un backup de las fotografías.

- **Movilidad vehicular**

Fue necesario un auto para el desplazamiento por las diversas zonas del área urbana de Chosica, así como para las tomas fotográficas y de video con mayor rapidez en zonas donde la vía es ancha.

3.3 SOFTWARE

Para llevar a cabo este estudio se han utilizado diversos programas informáticos, como:

- **ArcGIS 10.2**

Es el software más importante para la realización de este estudio, ya que en ella se plasmó toda la información cartográfica y se realizó el procesamiento y análisis para la determinación de los escenarios de riesgo. Así mismo también se elaboró los diversos mapas temáticos de la zona de estudio.

- **AutoCAD Map 2013**

El catastro digital brindado por la Municipalidad de Lurigancho – Chosica está en formato dwg, y el programa más adecuado para su utilización es el AutoCAD. Se hizo uso para la identificación de los lotes, así como la forma de construcción de las edificaciones; además sirvió para exportar al formato shp para su posterior utilización en el programa ArcGIS.

- **Microsoft Excel 2010**

Este programa se utilizó para la realización de variadas tablas y gráficos representativos, así como el manejo y procesamiento de datos.

- **Microsoft Word 2010**

Hoy en día, el Microsoft Word es el programa más importante para la elaboración de todo tipo de documentos.

- **Google Earth Pro**

Sirvió para la obtención de imágenes satelitales de toda el área urbana de Chosica, y se hizo uso del aplicativo Street View para la vista de las calles de muchas zonas de la ciudad de Chosica.

- **SAS Planet**

Es un programa ruso, que consta especialmente en la descarga de diversas imágenes satelitales.

3.4 MÉTODOS

Los métodos aplicados para esta investigación son los siguientes: estadístico, matemático (AHP) y cartográfico.

Método estadístico

Luego de la identificación de las características físicas de las edificaciones obtenidas en el área urbana de Chosica, que sirven para la evaluación de la vulnerabilidad física, se utiliza el método estadístico, que consiste en el almacenamiento y tratamiento de la información levantada, así como su cuantificación y representación gráfica en la que se detalla las características de cada uno de estos parámetros como son el estado de conservación, material de construcción, número de pisos, etc.

Además se aplicó una fórmula estadística para calcular el tamaño de muestra con el propósito de desarrollar un cuestionario a fin de evaluar el nivel de resiliencia en el área urbana de Chosica.

Método matemático

La metodología AHP (Analytic Hierarchy Process) es un método matemático desarrollada por Thomas L. Saaty (1980), el cual consiste en realizar un análisis multicriterio considerando la descomposición de estructuras complejas en sus componentes o variables, ordenando estos componentes en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variables tienen la más alta prioridad. Este método es utilizado actualmente por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED para la evaluación de la vulnerabilidad. En esta investigación se ha considerado 9 parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad

sísmica y 5 parámetros para la vulnerabilidad por los peligros generados por las lluvias intensas (flujos e inundaciones), así como también a cada sub parámetro o descriptor. También es usado para la evaluación del nivel de resiliencia de la población en el área urbana de Chosica.

Método cartográfico

Este método consiste en representar cartográficamente o mediante un mapa, los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, tanto para sismos como por los peligros generados por las lluvias intensas, mediante las diversas componentes y herramientas que posee el software ArcGIS. Así mismo, para la obtención de estos mapas, se realizó previamente una serie de mapas temáticos adicionales tales como son el mapa de estado de conservación, material de construcción, número de pisos, configuración geométrica en planta, configuración geométrica en elevación, presencia de volado, material de techo, pendiente y tipo de edificación.

3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a las características de esta investigación, esta es una investigación aplicada y de actualización, debido a que se aplica conocimientos y estudios pasados con referencia a la gestión de riesgo de desastres, y además se está actualizando las características físicas de las edificaciones, así como su respectivo análisis de vulnerabilidad, a un nivel más detallado que estudios anteriores.

3.6 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de esta investigación se considera detallado por considerar los escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas a nivel de lotes. Tiene carácter exploratorio, descriptivo y explicativo. Exploratorio porque se ha puesto en contacto directo con la realidad a

investigarse y con las personas que se encuentran en el lugar estudiado, descriptivo porque nos refiere sobre las características físicas de las edificaciones y explicativo porque hace referencia del porqué ciertas edificaciones están en mayor o menor riesgo sísmico y por lluvias intensas.

3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para las características físicas de las edificaciones, se ha analizado todo el universo, es decir, los 11571 lotes de toda el área urbana de Chosica. La unidad de análisis son las edificaciones de cada lote, los cuales fueron levantados entre noviembre de 2015 y agosto de 2016 en toda el área urbana de Chosica.

Por otro lado, para determinar el nivel de resiliencia de la población fue necesario realizar un muestreo. De acuerdo a la información proporcionada por el INEI, en el área urbana de Chosica, según el censo poblacional del 2007, habitan 46153 personas y para determinar la muestra utilizada se utilizó la siguiente fórmula (Pita, 2001):

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde: n = Tamaño de la muestra N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso d = Precisión o error muestral

Para este estudio, los valores serán los siguientes (apoyado con trabajos estadísticos de otros estudios):

$$\frac{46153 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.04^2 \times (46153 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 592.556 \approx 593$$

Donde: 593 = Resultado del tamaño de la muestra

46153 = Población del área urbana de Chosica

1.96 = Nivel de confianza al 95.5%

0.5 = Probabilidad de éxito. Se usa este valor cuando se desconoce la proporción de individuos

0.5 = Probabilidad de fracaso. Se usa este valor cuando se desconoce la proporción de individuos

4% = Precisión o error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

Las 593 encuestas se realizaron en todas las zonas del área urbana de Chosica, entre 1 y 2 encuestas por manzana (dependiendo del tamaño), para disponer de una adecuada distribución y obtener mejores resultados.

La instrumentación de campo que se utilizó para determinar el nivel de resiliencia de la población fue un pequeño cuestionario de 6 preguntas con el respectivo ubigeo del encuestado (ver cuadro N° 4). Se realizaron preguntas básicas para determinar el nivel de preparación de una persona en cuanto a prevención, respuesta y rehabilitación.

Cuadro N° 4: Cuestionario para determinar el nivel de resiliencia

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RESILIENCIA	NÚMERO DE UBIGEO	
¿Usted dispone de una mochila de emergencia?	SI	NO
¿Ha participado en simulacros?	SI	NO
De quedar su vivienda muy dañado por un sismo o por los peligros producidos por las lluvias intensas ¿Usted cuenta con otra vivienda donde permanecer?	SI	NO
¿Usted podría afrontar económicamente de producirse un desastre?	SI	NO
¿Conoce usted los números de emergencia (Policía, bombero y/o ambulancias)?	SI	NO
Cuando se presentan lluvias intensas en la zona, ¿Usted conoce los lugares de refugio o más seguros?	SI	NO

En el diagrama N° 8, se observa el flujo metodológico para la realización de los escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas, donde se detalla los procedimientos llevados a cabo para la obtención de los resultados.

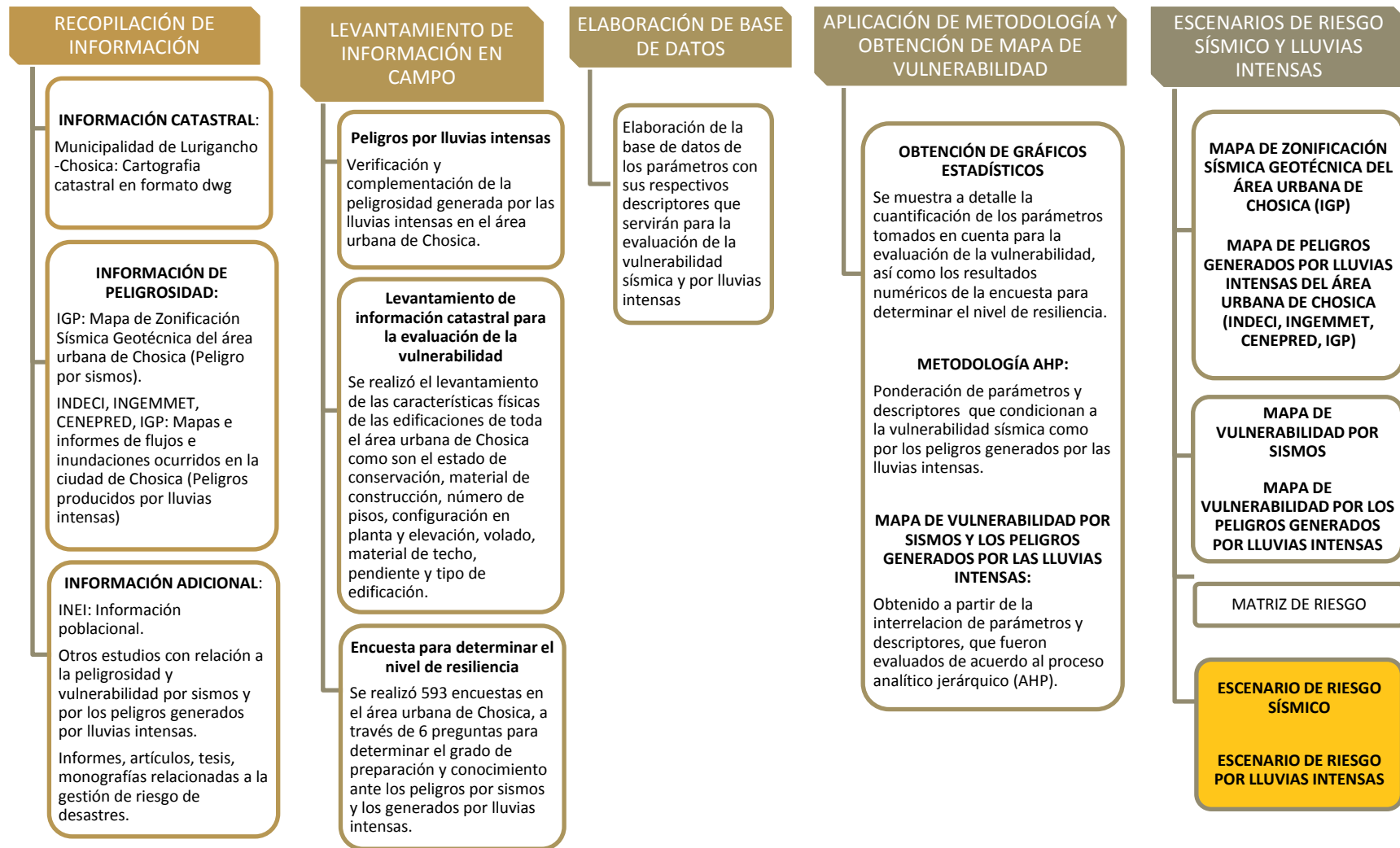


Diagrama N° 8: Flujo metodológico para la generación de escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 LOCALIZACIÓN

4.1.1 Situación y límites

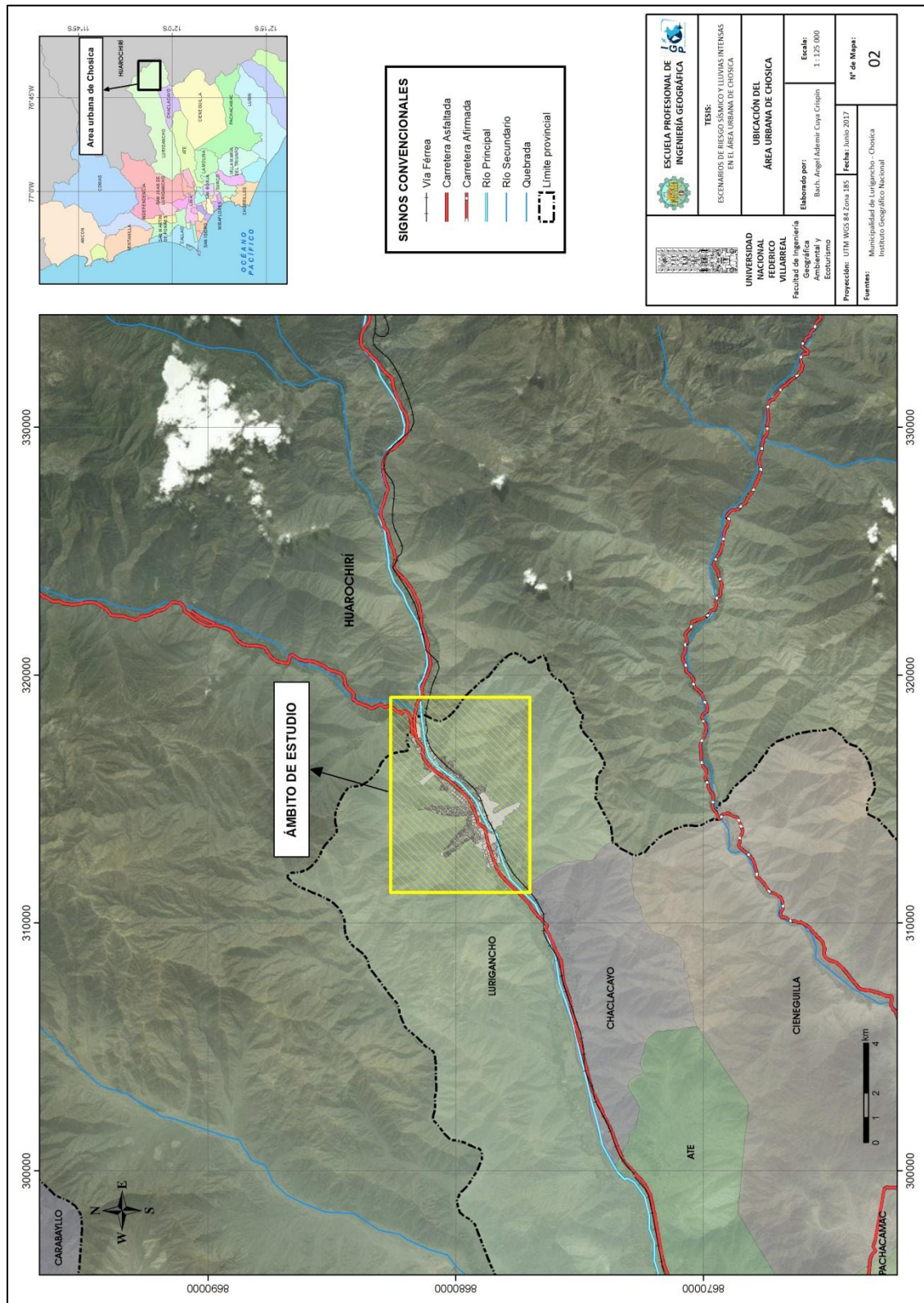
El área urbana de Chosica (distrito de Lurigancho – Chosica), se ubica en el extremo este de Lima Metropolitana, entre el kilómetro 30.5 hasta el 37.2 de la Carretera Central, en el curso inferior del río Rímac, ocupando ambos márgenes. Limita por el este con el área urbana de las ciudades de Santa Eulalia y Ricardo Palma, y por el Sur Oeste con las urbanizaciones Santa María y California, y el entorno geográfico, que incide y condiciona el crecimiento urbano de la ciudad (ver mapa N° 2).

4.1.2 Posición

El área urbana de Chosica se encuentra posicionada entre las coordenadas 11°54'50" latitud Sur – 76°43'30" longitud Oeste y 11°57'50" latitud Sur – 76°40'25" longitud Oeste.

4.1.3 Accesibilidad

El acceso principal es a través de la Carretera Central, la misma que cruza longitudinalmente (Este – Oeste) toda el área urbana, siendo muy concurrida en su paso hacia la ciudad de Huancayo y otras ciudades del centro del Perú. La vía Ramiro Prialé permite la conexión hacia el distrito de San Juan de Lurigancho ubicada a la entrada del distrito. Existen también puentes peatonales como lo son el Puente Ñaña, el puente de la Calle Azucenas y el Puente Huampaní. En forma paralela a la carretera, se tiene el río Rímac y la vía del ferrocarril (INDECI, 2005).



4.2 ASPECTOS FÍSICOS

4.2.1 Clima

El área urbana de Chosica se encuentra dentro de lo que es la región Yunga Costera o Marítima; es decir, entre los 500 y 2300 m.s.n.m. La ciudad de Chosica tiene un clima subtropical árido o semiárido (desértico o de vegetación rala). El clima de la ciudad de Chosica es mucho más soleado que el correspondiente a las costas del Pacífico peruano. Durante el día hay mayor presencia solar y cielo despejado, aunque en las noches desciende la temperatura considerablemente, especialmente en los meses del invierno. Y en los meses de verano, las precipitaciones ocasionan flujos de detritos, inundaciones y desprendimiento de rocas (Pulgar Vidal, 1938).

La temperatura media y humedad relativa alcanzan valores promedios de 19.9 °C y 82% respectivamente; asimismo, la precipitación es en promedio 23.3 mm/año.

4.2.2 Hidrografía

A través de la ciudad de Chosica, pasa el río Rímac, el cual se encuentra dentro de la cuenca del mismo nombre, con una extensión aproximada de 3,312 km² (ver mapa N° 3). Adicionalmente, se ubican diversas quebradas en el margen derecho e izquierdo del río Rímac, que atraviesan diversas habilitaciones urbanas, que provocan pérdidas materiales y humanas cuando se producen lluvias intensas en la zona (INDECI, 2005).

En la zona de estudio, existe también una gran cantidad de cárcavas, que si bien no son muy extensos como las quebradas, producen remoción de masas cuando se producen lluvias intensas, afectando a las habilitaciones urbanas que se encuentran en las zonas bajas y media de los cerros, tal como sucedió en el año 2012 en los AA.HH. Virgen del Rosario y Solís García.

4.2.3 Geología

El área de estudio se emplaza sobre afloramientos ígneos del grupo Santa Rosa constituida por cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalítico-granodioríticos que tienen una gran extensión dentro del Batolito de la Costa y por afloramientos ígneos del grupo Patap constituida por cuerpos gabros-dioritas del Cretáceo superior. Estos cuerpos se encuentran cubiertos por depósitos aluviales cuya edad geológica pertenecen al Cuaternario Pleistoceno (Qp-al) y al Cuaternario Reciente (Qr-al). El valle es de mediana altura y se interrumpe en varios sectores por conos aluviales que desembocan en el río Rímac (IGP, 2012).

Rocas intrusivas de la Unidad Patap: Está constituida por cuerpos de gabros y dioritas, que corresponden a las rocas más antiguas del batolito de la Costa, emplazados al lado occidental del mismo, con intervalos de tiempo que pudieron variar entre los 84 y 102 millones de años. La textura de la roca varía de grano medio a grueso. Sus afloramientos se encuentran en la Cantuta y las urbanizaciones California, Santa María y Santa María Alta.

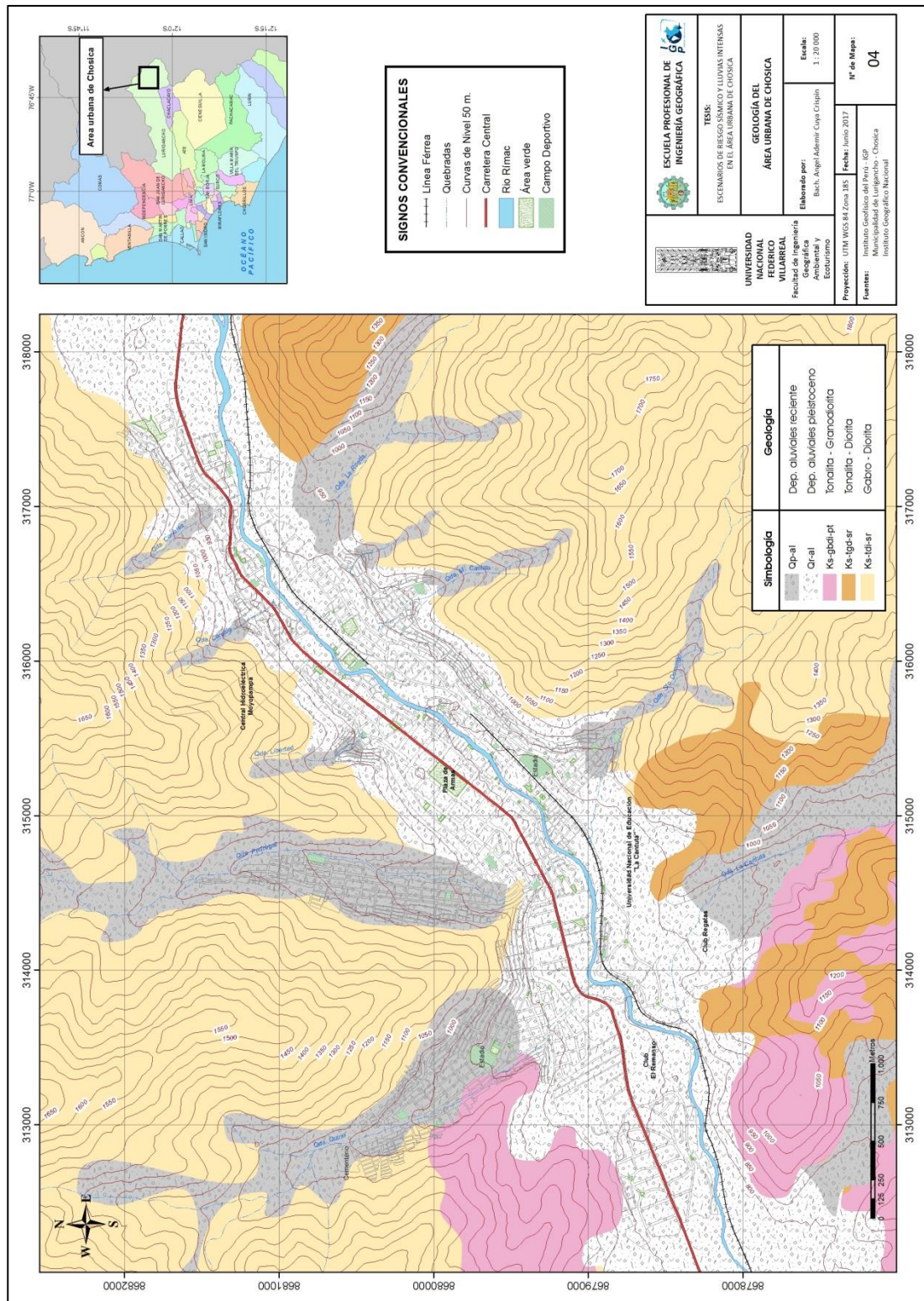
Rocas Intrusivas de la Unidad Santa Rosa: Unidad de origen ígneo que aflora en la mayor parte de los cerros que colindan a la zona de estudio y está dividida en dos subunidades:

- Tonalita - Granodioritas (Santa Rosa claro) se caracteriza por su marcada coloración gris clara de grano medio. Ambas sub unidades presentan el mismo emplazamiento, composición química y textural. La sub unidad Santa Rosa claro presenta mayor compacidad y resistencia que la anterior debido al contenido de cuarzo. Se presenta en las inmediaciones de la Universidad

Enrique Guzmán y Valle (Cantuta), en las Urb. Batasol, Villa don Bosco y quebrada la Ronda.

- Tonalita - Dioritas (Santa Rosa oscuro) que se encuentran aflorando en más del 60% del área de estudio, principalmente en los extremos NO y SE. Las rocas presentan un color gris oscuro, de grano medio a grueso que cubre una gran extensión del valle del río Rímac.

Depósitos Cuaternarios: Constituidos por materiales acarreados por los ríos que forman terrazas y aquellos provenientes de las quebradas formando depósitos de flujo de detritos que se encuentran al borde de los cerros. Estos depósitos tienen un área extensa en superficie, presentando diferencias en composición y espesor propios del origen y la magnitud del transporte del evento. Entre estos depósitos se tienen los Aluviales del Cuaternario, tanto de la serie Reciente en el valle del río Rímac y de la serie Pleistocena que han sido depositado en las partes altas y bajas de las quebradas.



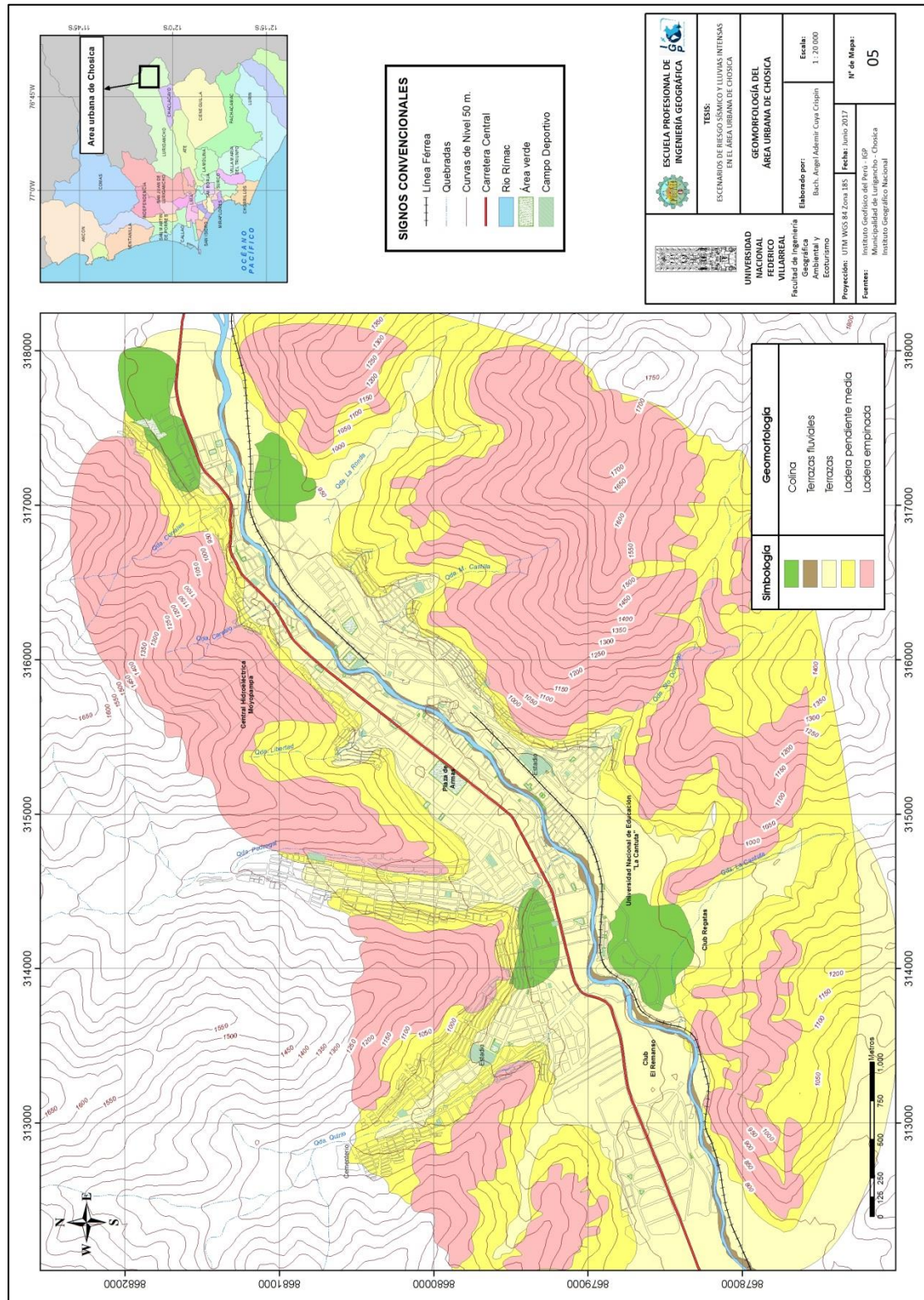
4.2.4 Geomorfología

Los procesos que han desarrollado la geomorfología del área de estudio de la ciudad de Chosica son el resultado del modelado geológico causado por eventos tectónicos y procesos de geodinámica superficial. El área de estudio está comprendida entre las cotas 750 y 1745 m.s.n.m. El relieve del área presenta la forma típica en “V” propios de cauces de ríos y un fondo angosto limitado por cadenas montañosas de moderada a fuerte pendiente (ver mapa N° 5).

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ha identificado en el área de estudio la existencia de cuatro unidades geomorfológicas relacionadas en cuatro rangos de pendientes identificados en el modelo de elevación digital (MDE), las características de estas unidades son detalladas en la cuadro N° 5:

Cuadro N° 5: Rangos de pendientes identificados en el área urbana de Chosica
(Gómez, 2012)

Unidad Geomorfológica	Pendiente
Quebradas (Qb)	> 20°
Terrazas (Te)	0° - 15°
Colinas (Co)	15° - 25°
Ladera de pendiente media (Lpm)	25° - 35°
Ladera empinada (Le)	>. 35°



A. Quebradas: Están ubicadas entre las cotas de 850 y 1300 m.s.n.m. Estas quebradas permanecen secas la mayor parte del año (Mayo – Diciembre), transcurriendo agua solo en algunas épocas de fuertes precipitaciones (Enero – Abril). Presentan un clima seco y sus cauces o depresiones favorecen la acumulación de detritos y materiales de poco transporte (depósitos coluviales) provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental. Comprende las quebradas afluentes al río Rímac como Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio y Corrales en su margen derecha y las quebradas La Ronda, Mariscal Cáceres, Santo Domingo y la Cantuta en su margen izquierda. Las características de cada una de acuerdo a INDECI (2005) son:

- **Quebrada Quirio:** Tiene una longitud de 5.0 km. con una área de 11 km², pendiente promedio de 28%, rumbo N40°O y se inicia a 1,800 m.s.n.m. Los procesos geológico-climáticos que ocurren en forma recurrente en esta quebrada son los huaicos y desprendimientos de rocas. En la fotografía N° 2 se observa a las viviendas en el cauce y cono de deyección de la quebrada.



Fotografía N° 2: Quebrada Quirio (Fuente: propia)

- **Quebrada Pedregal:** Tiene una longitud de 5.0 km. y el área de su cuenca es de 10km², tiene una pendiente promedio de 30%, rumbo N-S y se inicia a 2,000 m.s.n.m. Los procesos geodinámicos que ocurren en esta quebrada en forma recurrente son los huaicos y desprendimientos de rocas. En la fotografía N° 3 se observa la vista panorámica de la quebrada Pedregal.



Fotografía N° 3: Vista panorámica de la quebrada Pedregal (Fuente: propia)

- **Quebrada Libertad:** Se encuentra en la margen derecha del río Rímac, cerca y en la parte superior de la Plaza de Armas de Chosica, tiene una longitud de 1.0 km., pendientes de 30% y se inicia a 1,400 m.s.n.m. con rumbo N-S. Los procesos geodinámicos que ocurren en esta quebrada en forma recurrente, son huaicos y desprendimientos de rocas. En la fotografía N° 4 se observa la vista panorámica de la quebrada Libertad.



Fotografía N° 4: Vista panorámica de la quebrada Libertad (Fuente: propia)

- **Quebrada Carossio:** Se encuentra hacia el Este de la Central Hidroeléctrica de Moyopampa, tiene una longitud de 700 m., con rumbo N40°O, además de una fuerte pendiente de 40%. Se encuentra material de escombros acumulados por la perforación del acueducto de la C.H. Moyopampa. Los procesos geológico-climáticos que ocurren son huaicos y desprendimiento de rocas. En la fotografía N° 5 se observa la vista panorámica de la quebrada Carossio



Fotografía N° 5: Vista panorámica de la quebrada Carossio (Fuente: propia)

- **Quebrada Corrales:** Está ubicada en la margen derecha del río Rímac, tiene una longitud de 1 km. y se inicia a 1,450 m.s.n.m. con rumbo N40°O. Tiene fuerte pendiente 40%. Los procesos geológico-climáticos que ocurren en forma recurrente son: huaicos y desprendimiento de rocas. En la fotografía N° 6 se observa la parte alta de la quebrada Corrales.



Fotografía N° 6: Quebrada Corrales (Fuente: propia)

- **Quebrada La Cantuta:** Se encuentra en la margen izquierda del río Rímac, tiene una longitud de 6 km. y un rumbo promedio N45°O, su inicio se encuentra a 2,000 m.s.n.m., sobre un área de 15 km² aproximadamente con una pendiente promedio de 22%. Los principales procesos geodinámicos que ocurren son los huaicos y los desprendimientos de roca. En la fotografía N° 7 se observa el cono de deyección de la quebrada La Cantuta, en la cual se encuentra ubicada el club privado recreacional “Las Regatas”.



Fotografía N° 7: Cono de deyección de la quebrada La Cantuta (Fuente: propia)

- **Quebrada de Santo Domingo:** Esta quebrada ubicada en la margen izquierda del río Rímac tiene 4.0 km. de longitud y un rumbo promedio de N60°O, sus nacientes se encuentran a 1,800 m.s.n.m. Los principales procesos geodinámicos son los huaicos y los desprendimientos de rocas. En la fotografía N° 8 se observa el cauce y el cono de deyección de la quebrada Santo Domingo, donde se encuentran distintos asentamientos y la Universidad “La Cantuta”.



Fotografía N° 8: Vista panorámica de la quebrada Santo Domingo (Fuente: propia)

- **Quebrada Mariscal Castilla:** Esta quebrada ubicada en la margen izquierda del río Rímac, tiene rumbo de N10°O con una fuerte gradiente y se inicia a 1,600 m.s.n.m. Los procesos geológico-climáticos que han ocurrido y pueden volver a ocurrir son los huaicos y los desprendimientos de rocas. En la fotografía N° 9 se muestra la vista panorámica de la quebrada, donde se observa las viviendas ubicadas en el cono de deyección.



Fotografía N° 9: Vista panorámica de la quebrada Mariscal Castilla (Fuente: propia)

- **Quebrada La Ronda:** Esta quebrada se encuentra en litigio con el distrito de Ricardo Palma, tiene una longitud de 5,600 m. y una gradiente de 15°. En su cauce y laderas se hallan depósitos materiales rocosos angulosos a subangulosos, que en épocas de fuertes lluvias son transportados en forma de flujos de detritos (huaicos), afectando las viviendas y terrenos de cultivo ubicados en su cono deyección.

B. Terrazas: Proviene del Holoceno al Pleistoceno y se han formado por acumulaciones de depósitos aluviales de corrientes relativamente antiguas, quedado en posiciones topográficas superiores por las deformaciones tectónicas recientes, que las han elevado con pliegues de amplio radio de curvatura. En detalle, la topografía de estas terrazas tiene ondulaciones y disecciones que afectan la superficie teniendo una pendiente máxima de 15° como rango dominante. Estas planicies, actualmente están siendo ocupadas por urbanizaciones y diversos asentamientos humanos que son susceptibles a inundaciones del río Rímac.

C. Colinas: Conformado por cerros de poca elevación (<100 metros de altura). Su morfología es ondulada, poco agreste, sus taludes no sobrepasan los 25°. Presentan una topografía subordinada a la litología de las unidades geológicas. Por ejemplo, cuando se trata de rocas intrusivas el relieve es abrupto y conformado por lutitas o limolitas de formas redondeadas y cuando se trata de rocas volcánicas, la pendiente es empinada. Estas unidades se encuentran en la Cantuta, Cooperativa de Vivienda El Jardín y en las urbanizaciones la Ronda y Casuarinas.

D. Laderas de pendiente media y empinada: Esta unidad demarca a las laderas de las cadenas pre-montañas de la cordillera Occidental, alcanzan altitudes entre los 900 y 1745 m.s.n.m. estando constituidas principalmente por rocas intrusivas del batolito de la costa emplazadas con rumbo NO-SE. Estas unidades presentan topografías abruptas y disectadas por quebradas. En el primer caso presentan pendientes entre los 25° y 35°; mientras que, en el segundo caso tienen pendientes mayores a 35°.

4.2.5 Geodinámica

Los fenómenos de geodinámica externa que más daños provocan en la cuenca del río Rímac son los huaicos (flujos de detritos), las caídas de rocas y los desbordamientos del río. Los agentes detonantes son las lluvias intensas y los sismos (IGP, 2012).

Flujos de detritos: Consisten en coladas con elevada concentración de materiales detríticos que se mueven hacia los valles y afectan a los suelos mezclando materiales finos y en mayor proporción materiales gruesos con variable cantidad de agua, lo cual permite que todo el volumen se propague como un único cuerpo. Hay evidencias de flujos de detritos que asociados a lluvias intensas pueden provocar la reactivación de un gran número de quebradas que circunscriben a la cuenca del río Rímac en la zona de estudio: quebradas Quirio, Pedregal, Corrales, Libertad y Carossio en la margen derecha; además de las quebradas La Cantuta, La Ronda, Mariscal Cáceres y Santo Domingo en la margen izquierda del valle del río.

Caídas de roca: Consiste en el desprendimiento de material que conforma una ladera, puede ser roca, suelo o ambos, teniendo como causa principal a la gravedad terrestre y a las características geomecánicas que posee el substrato rocoso. Se ha inventariado caídas de rocas en las inmediaciones de las Urbanizaciones Batasol, San Fernando Bajo, Santa María y la Universidad la Cantuta. Estos eventos ocurren en zonas de altas pendientes y están asociados al fracturamiento, el grado de meteorización y la alteración de los macizos rocosos.

Inundaciones y Desbordes: Este evento es típico en la época de lluvias de la Sierra Central, que ocurre entre los meses de Diciembre – Marzo.

Eventos geodinámicos recientes

En la ciudad de Chosica, los principales eventos geodinámicos (flujos de detritos y desbordes) ocurrieron en los años 1909, 1915, 1925, 1926, 1936, 1939, 1950, 1952, 1954, 1955, 1959, 1967, 1972, 1976, 1983, 1985, 1987, 1998, 2009, 2012, 2015 y 2017 activándose en todos estos casos diferentes quebradas. De todos ellos el más catastrófico fue el del año 1925-1926 y el del año 1987 que conjuntamente con la ocurrencia del Fenómeno del Niño causaron daños importantes (Herrera, 2013).

Los flujos de detritos más recientes ocurrieron el 5 de Abril del 2012, que afectó principalmente las quebradas del margen izquierda del río Rímac, como las quebradas Santo Domingo, La Cantuta, La Ronda y Mariscal Castilla (ver fotografía N° 10), y la del 23 de Marzo del 2015, en la que las lluvias intensas activaron las quebradas San Antonio de Pedregal, Quirio, Libertad, Carossio (ver fotografía N° 11), Corrales y Santo Domingo, así como el desborde del río Rímac, afectando viviendas, vías de comunicación y daños a la vida y la salud. Los daños en las edificaciones suelen repetirse debido a que las viviendas se encuentran en el cauce de las quebradas y cárcavas, así como a las orillas del río Rímac.



Fotografía N° 10: Flujo de detritos en la quebrada Mariscal Castilla (Guadalupe y Carrillo, 2012)



Fotografía N° 11: Viviendas afectadas en el cauce de la quebrada Carossio (El Comercio, 2015)

4.2.6 Suelos

Los tipos de suelos que presenta el área urbana de Chosica son los siguientes (Gómez, 2012):

Suelo tipo GW que corresponde a gravas sub redondeadas bien gradadas, con matriz arenosa. El contenido de humedad varía de 1% a 2%, no presentan plasticidad y se encuentran en las Urb. Las Casuarinas, Santa María y la Cantuta.

Suelo tipo GP que corresponde a gravas arenosas pobremente gradadas con rocas sub-redondeadas de origen coluvial. El contenido de humedad es de 2% y 7%, no presentan plasticidad y se encuentra en el AA.HH. Mariscal Cáceres.

Suelo tipo GP-GM corresponde a gravas arenosas pobremente gradadas con limos finos, arcillosos y gravas sub angulosas a sub redondeadas. El contenido de humedad es de 2%, no presentan plasticidad, encontrándose en las quebradas Quirio, Pedregal, La Ronda y en la Urb. Villa Chosicana.

Suelo SC-SM corresponde a arena arcillosa con limos finos y fragmentos de rocas redondeados. El contenido de humedad varía de 7% a 15% y presentan plasticidad de 4%. Se encuentran en el Parque Central Emilio del Solar – Chosica, estación del ferrocarril y en la parte baja de la quebrada corrales.

Suelo tipo SP corresponde a arenas pobremente gradadas con pocos finos y con clastos sub angulosos a sub redondeados. El contenido de humedad es de 0.8% y 4.74%, no presentan plasticidad y se encuentran en el AA.HH. Libertad, Urb. Moyopampa, en la parte alta de la Urb. Las Casuarinas y en la parte baja de la quebrada Quirio (urb. Santa María alta).

Suelo tipo SP-SM corresponde a arenas pobremente gradadas con finos limosos arcillosos y fragmentos de rocas redondeados que se encuentran en la Asoc. Buenos aires (Urb. Moyopampa) y Urb. villa Don Bosco. El contenido de humedad es menor a 2%, no presenta plasticidad.

Suelo tipo SM presenta arenas medias a finas pobremente gradadas con gravas sub-angulosas y redondeadas que conforman la terraza aluvial-coluvial donde se asienta la Asoc. San Miguel de Pedregal. El contenido de humedad es de 1.77% y 17.80% y no presentan plasticidad.

El mapa de suelos para el área urbana de Chosica se representa en mapa N° 6.

4.3 ASPECTOS SOCIALES

4.3.1 Demografía

Según el censo de población y vivienda del año 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el distrito de Lurigancho-Chosica tiene una población de 169359 habitantes (ver cuadro N° 6) y de acuerdo a las proyecciones del INEI, para el año 2017 tiene una población de 229307 habitantes.

Cuadro N° 6: Población total del distrito Lurigancho - Chosica al 2007 (INEI, 2007)

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES	TOTAL	POBLACIÓN	
		HOMBRES	MUJERES
Distrito LURIGANCHO	169359	84654	84705
Menores de 1 año	2854	1435	1419
De 1 a 4 años	12980	6661	6319
De 5 a 9 años	15323	7781	7542
De 10 a 14 años	17018	8681	8337
De 15 a 19 años	17230	8740	8490
De 20 a 24 años	17572	8902	8670
De 25 a 29 años	15641	7738	7903
De 30 a 34 años	14372	7024	7348
De 35 a 39 años	12437	5967	6470
De 40 a 44 años	10380	5208	5172
De 45 a 49 años	8210	4028	4182
De 50 a 54 años	6884	3399	3485
De 55 a 59 años	5170	2550	2620
De 60 a 64 años	4037	1972	2065
De 65 y más años	9251	4568	4683

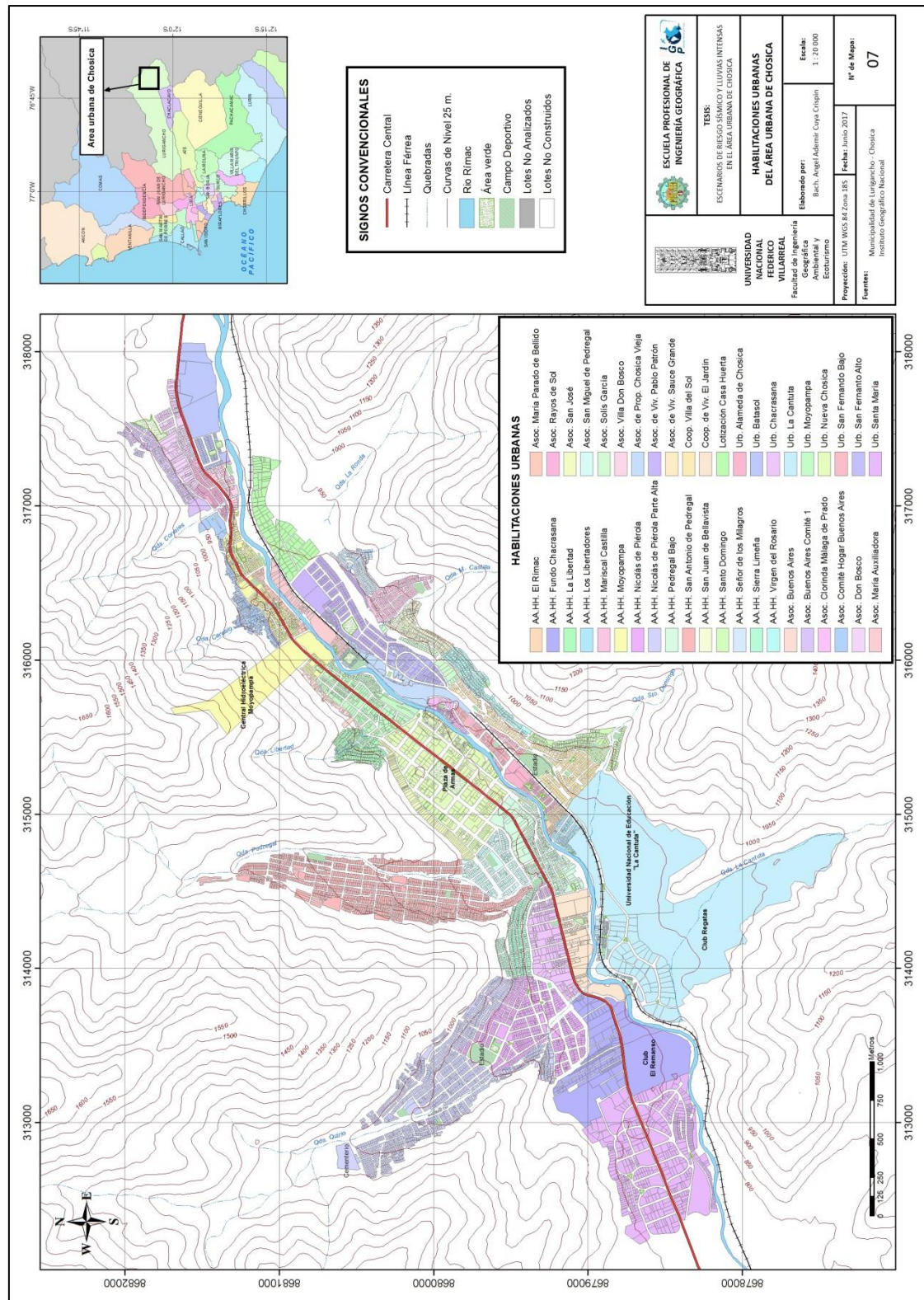
De acuerdo a los datos proporcionados por el INEI, el área de estudio cuenta con 46153 habitantes según el censo poblacional del año 2007; por lo tanto, de acuerdo a sus proyecciones se puede estimar que al año 2017 hay 62490 habitantes en el área urbana de Chosica.

4.3.2 Zonas Urbanas

De acuerdo al catastro digital brindado por la Municipalidad de Lurigancho Chosica, el área urbana de Chosica presenta muchas zonas que no tienen una habilitación urbana definida. Así mismo, hay habilitaciones que son muy pequeñas, y para fines de este estudio, se agruparán a una de mayor extensión. Por lo tanto, el área urbana de Chosica está compuesta por las siguientes habilitaciones urbanas (ver mapa N° 7):

- Urb. Santa María
- AA.HH. Fundo Chacrasana
- AA.HH. Nicolás de Piérola
- AA.HH. Nicolás de Piérola Parte Alta
- AA.HH. Sierra Limeña
- Urb. Chacrasana
- Coop. Viv. El Jardín
- AA.HH. Pedregal Bajo
- Asoc. De Viv. San Miguel de Pedregal
- AA.HH. San Antonio de Pedregal
- Urb. Nueva Chosica
- Asoc. San José
- AA.HH. La Libertad
- Urb. Moyopampa
- AA.HH. Moyopampa
- Asoc. María Parado de Bellido
- Asoc. Comité Hogar Buenos Aires
- Asoc Buenos Aires

- Asoc Buenos Aires Comité 1
- Asoc. Rayos de Sol
- Asoc. Don Bosco
- Urb. Batasol
- Asoc. Villa Don Bosco
- Lotización Casa Huerta
- Asoc. De Viv. Pablo Patrón
- Asoc. María Auxiliadora
- AA.HH. Señor de los Milagros
- AA.HH. Mariscal Castilla
- AA.HH. San Juan de Bellavista
- Asoc. Solís García
- Urb. San Fernando Alto
- Asoc. de Prop. Chosica Vieja
- Asoc. Clorinda Málaga de Prado
- Urb. San Fernando Bajo
- Asoc. De Viv. Sauce Grande
- AA.HH. Virgen del Rosario
- Urb. Alameda de Chosica
- AA.HH. El Rímac
- AA.HH. Los Libertadores
- Coop. Villa del Sol
- AA.HH. Santo Domingo
- Urb. La Cantuta



4.3.3 Vivienda

La ciudad de Chosica fue creada como una especie de balneario de invierno de Lima, el primero en su género, pero con el pasar de los años, sobre todo entre las décadas 50 y 60, Chosica se fue poblando y dejó de ser una ciudad con fines de alojamiento temporal y pasó a ser un distrito poblado por las migraciones (Barcía, 2006).

Actualmente, el 94% de la lotización del área urbana de Chosica está destinado al uso de viviendas, sean unifamiliares o multifamiliares, todos distribuidos por casi toda el área urbana, excepto en la zona monumental (Centro histórico de Chosica), que en su mayoría presentan lotes con fines comerciales (restaurantes, mercados, galerías, servicios, etc.).

En la actualidad, el crecimiento de viviendas en Chosica va en aumento, pues la población sigue construyendo en las laderas de los cerros, sin importar el alto peligro a la que están expuestas, principalmente en los AA.HH. Nicolás de Piérola Parte Alta, AA.HH. San Antonio de Pedregal y en la Asoc. Buenos Aires Comité 1. Así mismo, en el AA.HH. Señor de los Milagros, se está dando una nueva invasión en la parte alta, pero de acuerdo a los pobladores, las nuevas viviendas de construcción precaria pertenecen a la provincia de Huarochirí, que es la ampliación de las invasiones que se está dando en la quebrada La Ronda. Por otro lado, en algunas zonas como en la Urb. La Alameda de Chosica y la Asoc. de Viv. Pablo Patrón se da un crecimiento vertical, pues muchas de las viviendas de estas urbanizaciones cuentan con más de 3 pisos, pues las construcciones están destinadas para uso de viviendas multifamiliares. Las viviendas de la urb. Santa María son las que mayor área tienen, pues la mayoría de estas viviendas son utilizadas como casas de campo.

4.3.4 Educación

Un total de 99 lotes que representa casi el 1% del total están destinados al uso educacional. En el área de estudio hay una gran cantidad de colegios tanto nacionales como privados (Inicial, primaria y secundaria). En el trabajo de campo también se identificaron 6 Centros de educación técnico productiva “CETPRO”, el instituto tecnológico superior Ramiro Prialé Prialé, y las universidades Enrique Guzmán y Valle “La Cantuta” y la filial de la Universidad Alas Peruanas.

Los centros educativos están distribuidos en toda el área urbana de Chosica, pues con el aumento considerable de la población y la necesidad de que los niños asistan a un salón de clases, además de la falta de colegios nacionales, han aumentado una gran cantidad de colegios particulares que ofrecen diversas infraestructuras de acuerdo a la condición socioeconómica de la zona.

Entre los principales centros educativos, tanto nacionales como particulares, que corresponden a los niveles de educación primaria, secundaria e inicial tenemos: I.E.P. E. Henry Menard, I.E.P. José Fiansón, I.E.P. Santa Rosa, I.E.P. Galeno Pergamo, I.E.P. Nuestra Señora de Lourdes, I.E.P. Santa Rita, I.E. N° 1194, I.E. Pablo Patrón, I.E. N° 1193 Emilio del Solar, I.E. N° 058 Cusco, I.E.P. Antonianas de María, I.E. Josefa Carrillo y Albornoz, I.E. Planteles de Aplicación de la UNE, I.E. N° 1190 Huamán Poma de Ayala, I.E. N° 055 Manuel Gonzales Prada, I.E.I. N° 102 y la I.E. N° 145.

La zona donde se encuentra una buena cantidad de estos centros educativos, es la zona monumental de Chosica (Centro histórico).

4.3.5 Salud

Un total de 18 lotes están dedicados al rubro de la salud, entre centros de salud, postas médicas, policlínicos y el hospital de Chosica. Uno de los lotes está dedicado solo como sede administrativa. No están considerados los consultorios dentales.

El equipamiento está conformado por el Hospital José A. Tello y el Policlínico Chosica de ESSALUD, que se encuentran ubicados en la urb. Nueva Chosica en la zona monumental de la ciudad de Chosica, en donde resultan fácilmente accesibles por su localización para toda la población; sin embargo, en el caso del hospital las vías de acceso se encuentran ocupadas por vendedores ambulantes y paraderos de mototaxis y los llamados “colectivos”, que dificultan la circulación vehicular y peatonal, sobre todo en casos de emergencias.

El equipamiento menor de salud está conformado por los Centros de Salud Chosica, Nicolás de Piérola, San Antonio de Pedregal y Moyopampa.

Respecto a las Postas de Salud éstas se ubican en los AA. HH. Mariscal Castilla y la Asoc. de Viv. Pablo Patrón. Es necesario mejorar la accesibilidad a la P.S. Mariscal Castilla, ya que la única entrada vehicular es una vía con una pendiente muy alta y en curva, lo cual dificulta tanto a autos, mototaxis y camiones.

Así mismo, hay varios policlínicos que se encuentran en la zona central de Chosica, ya que si bien son instituciones privadas, tienen una gran acogida por la población por tener costos bajos y brindan un trato más rápido y amable que las entidades nacionales.

4.3.6 Actividades Económicas

En cuanto a las actividades comerciales de la ciudad de Chosica, este se da mayormente en la zona monumental, es decir, en la urb. Nueva Chosica. La mayoría de las galerías, mercados, bancos, restaurantes, etc. se encuentran distribuidas casi en toda la urbanización antes mencionada.

La otra gran cantidad de negocios se da a lo largo de la carretera central, ya que al ser una vía muy concurrida, la población aprovecha para colocar diversos negocios como minimarkets, grifos, mecánicas, etc. Los negocios como los hostales y hospedajes se encuentran distribuidos de una manera aleatoria en la ciudad, aunque hay una gran cantidad de estos en la Asoc. San José.

En cuanto a la industria, cerca al límite con la provincia de Huarochirí, se encuentra una fábrica de calzados.

4.3.7 Servicios Básicos

Con respecto al servicio de luz, toda el área urbana de Chosica sí cuenta con este servicio, pues en aquellas casas que no cuentan con luz eléctrica propia, tienen conexiones clandestinas compartidas con otros vecinos.

En cuanto al servicio de agua y desagüe, hay un gran problema para la población, pues si bien casi todas las habilitaciones urbanas cuentan con conexiones, el servicio de agua no es constante, pues hay situaciones en que el agua no viene por varios días. La única habilitación urbana que no cuenta con servicio de agua es el AA.HH. Señor de los Milagros.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

5.1.1 Peligro por sismos

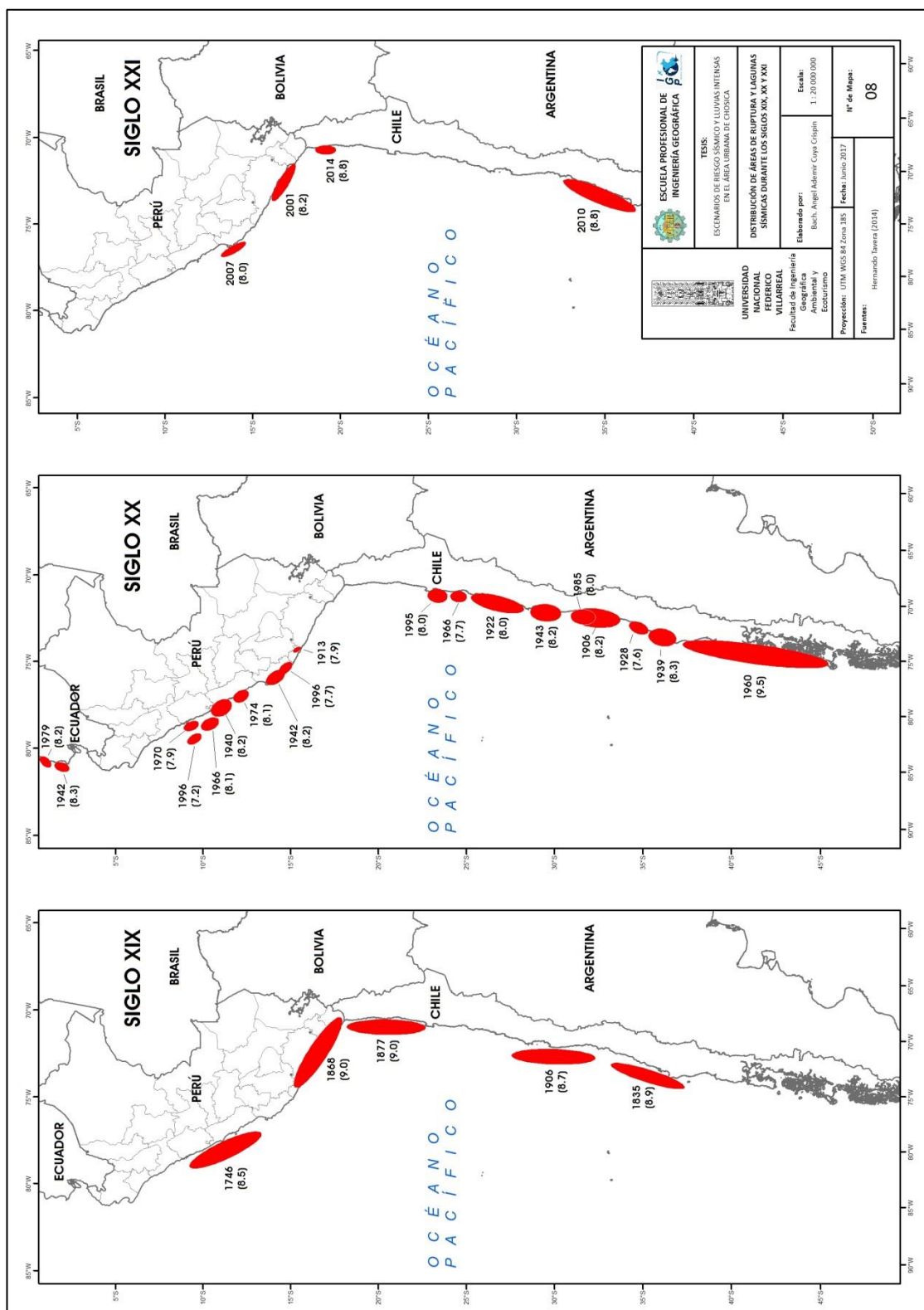
5.1.1.1 Escenario sísmico para la región Lima

Existen estudios que indican que la región de Lima es una de las zonas donde ocurrirá el próximo gran terremoto, al igual que la zona sur del Perú (Moquegua y Tacna). A continuación se detalla cuáles y en qué consisten estos estudios.

A. Lagunas sísmicas

La laguna sísmica considera aquellas zonas que en el pasado han experimentado la ocurrencia de grandes sismos y que a la fecha, después de haber transcurrido varias décadas o siglos, estos aún no se repiten, situación temporal que incrementa su probabilidad de ocurrencia. Para el caso del borde occidental del Perú, Tavera y Bernal (2005) recopilaron y actualizaron información de estudios anteriores sobre las áreas de ruptura asociadas a la ocurrencia de grandes sismos en el borde occidental de Perú y Chile. Los resultados se presentan en el mapa N° 8 y de ella, se extrajeron las siguientes interpretaciones:

- Durante el Siglo XIX, la distribución espacial de las áreas de ruptura de grandes sismos ocurridos en el borde occidental de Perú – Chile (áreas de color rojo), muestra la existencia de zonas en las cuales no habrían ocurrido sismos, por ejemplo las zonas sur y centro de Chile, zonas centro y norte de Perú. Estas zonas son identificadas como “lagunas sísmicas”.



- Durante el Siglo XX, en la región sur de Chile, la laguna sísmica de mayor tamaño dio origen al gran sismo de 1960 (9,5 Mw). Luego ocurrieron otros sismos con menores áreas, desde la zona costera de la ciudad de Concepción hasta Antofagasta (Chile), para luego mostrar un notable vacío o laguna sísmica que se extiende hasta la región sur de Perú. Esta laguna sísmica corresponde a los sismos de 1868 y 1877, ambos con magnitudes mayores a 8,5 Mw. Al norte de la zona costera del departamento de Arequipa se tienen áreas pequeñas de ruptura distribuidas hasta la zona costera del departamento de Ancash, para luego presentarse una nueva laguna sísmica que viene del siglo pasado y que considera, además, la zona costera de Ecuador.
- Durante el Siglo XXI, ocurrieron los sismos de Arequipa del 2001 (8,2 Mw), Pisco del 2007 (8,0 Mw), Chile del 2010 (8,8 Mw) y Chile del 2014 (8,0 Mw). De todos ellos, solo el ocurrido en el año 2010 es considerado como repetitivo del sismo del año 1835, el resto solo habrían liberado parcialmente la energía acumulada en cada región desde la fecha de ocurrencia del último gran sismo.

De acuerdo a la distribución espacial de las áreas de ruptura y lagunas sísmicas en el borde occidental del Perú, para la región centro (Lima) se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que viene acumulando energía desde el año 1746 (271 años a la fecha). Los sismos ocurridos en los años 1940, 1966, 1970 y 1974 presentaron magnitudes igual o menores a 8,0 Mw; por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aún acumulada en dicha región.

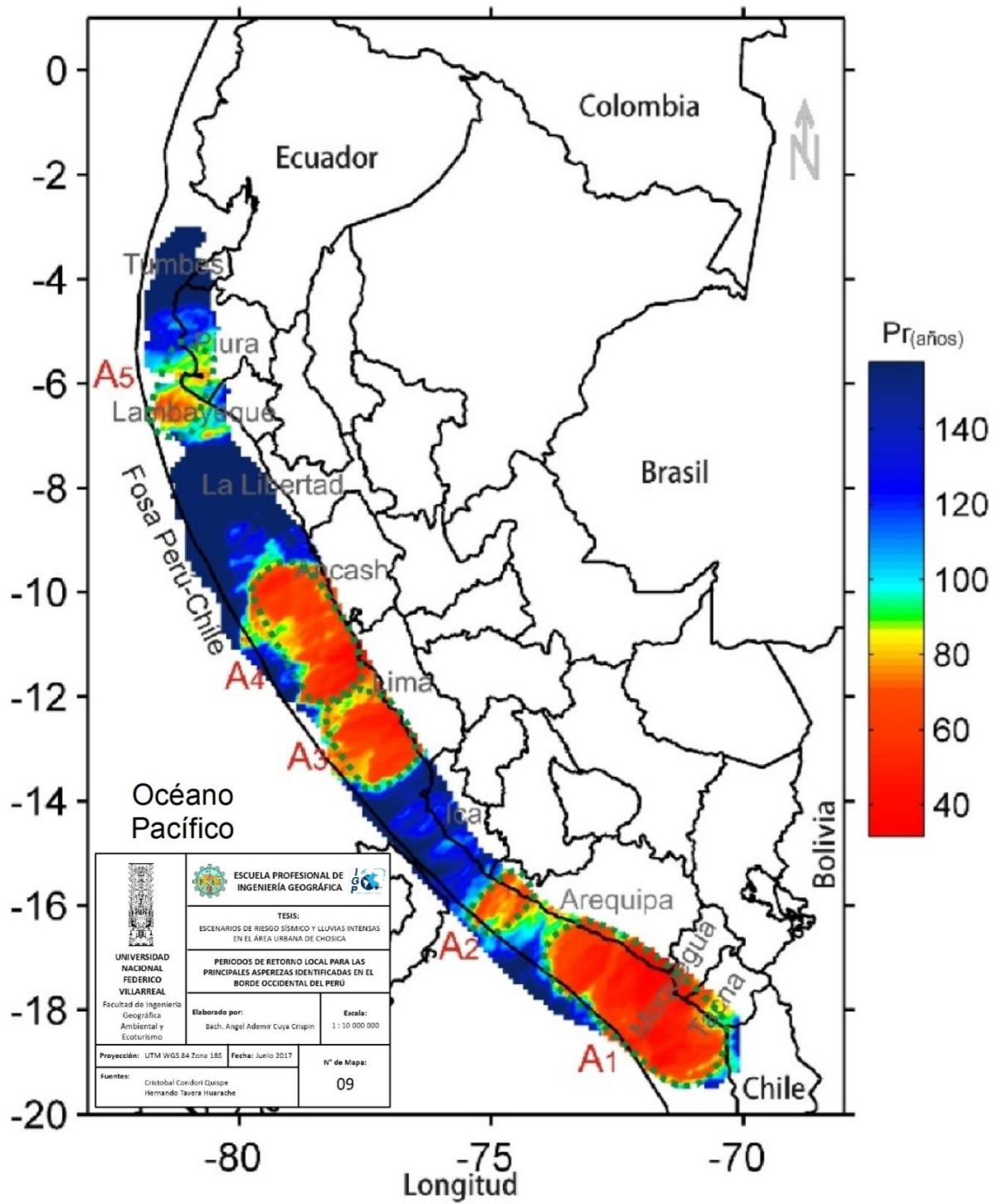
B. Identificación de asperezas

En la superficie de contacto entre dos placas existe una continua liberación de esfuerzos y energía acumulada en forma de sismos sobre algunas partes de dicha superficie dejando otras con mayor acumulación de energía llamadas asperezas. El próximo sismo debe originarse en esta aspereza o zona de mayor acumulación de energía. A través de estas observaciones, Wiemer y Wyss (1997) desarrollaron una metodología estadística para identificar la presencia y ubicación geográfica de dichas asperezas haciendo uso de información contenida en los catálogos sísmicos.

Para la aplicación de esta metodología en el Perú se ha hecho uso del catálogo sísmico para el periodo de 1960 a 2012 (Condori y Tavera, 2012), y los resultados para la zona céntrica del Perú son presentados en el mapa N° 9.

Se puede observar que en la aspereza A3, se encuentra la zona costera de la región Lima y estaría asociada al terremoto de 1746. De acuerdo a las dimensiones de dichas áreas, el sismo podría presentar una magnitud de 8,8 Mw.

De acuerdo a la metodología de ese estudio, las asperezas tienen una probabilidad mayor a 70% de producir sismos importantes en los próximos 75 años.



C. Área de acoplamiento sísmico

En el proceso de convergencia de placas, la Sudamericana se desplaza milimétricamente sobre la de Nazca en dirección Oeste (hacia el mar), siendo los desplazamientos mayores debido a la ocurrencia de sismos de gran magnitud. En este contexto, de instalarse una estación de GPS en un punto costero (por ejemplo, en el distrito de La Punta), las mediciones continuas deberían indicar el desplazamiento de la placa Sudamericana en dirección Oeste a una determinada velocidad por año. Si en alguna zona no se evidencian desplazamientos o éstos son menores que en las zonas adyacentes, debe entenderse que la tensión y la energía se vienen acumulando, y que al liberarse darían origen a un sismo de gran magnitud.

Esta metodología ha sido aplicada en varias regiones del mundo con notable éxito para la identificación de zonas de mayor acoplamiento sísmico o de acumulación de energía (aspereza). Chlieh et al. (2011) recolectó información de diversas campañas de GPS (1998-2005) realizadas entre la ciudad de Lima (Perú) y Antofagasta (Chile) a fin de analizarla y proceder a identificar zonas de acoplamiento sísmico o acumulación de energía, asociado a la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana. El análisis de la información y posterior estudio permitió identificar, en el área de interés, la existencia de 4 zonas de máximo acoplamiento sísmico, todas con variadas geometrías y tamaños. Las principales características del acoplamiento sísmico que existe en la región Lima son las siguientes:

En la región central, existen dos áreas de acoplamiento sísmico, siendo la ubicada al norte, la de mayor tamaño. Ambas áreas son parte de otra, cuyo eje mayor, paralelo a la costa, tiene una longitud de 350 km. La magnitud del sismo ha sido estimada en 8.5 - 8.7 Mw y las áreas estarían asociadas al terremoto de 1746 (Tavera, 2012).

5.1.1.2 Zonificación sísmica geotécnica del área urbana de Chosica

El estudio desarrollado por Tavera (2012) comprende el desarrollo de la Zonificación Sísmico-Geotécnica (comportamiento dinámico del suelo – CDS) del área urbana de Chosica utilizando registros de vibración ambiental, aplicando la técnica de razones espectrales (H/V), y estudios de geotecnia mediante el análisis de suelos en laboratorio. La presentación de los resultados se realiza de acuerdo al procedimiento propuesto por el CISMID en el “Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo de Sismo en 42 Distritos de Lima y Callao” proporcionado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG, 2005).

Las condiciones locales de sitio son uno de los principales factores responsables de los daños que se producen en cualquier tipo de edificación durante la ocurrencia de sismos severos. Este factor es fuertemente dependiente de las condiciones geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas y geofísicas de las zonas en estudio y que en conjunto controlan la amplificación de las ondas sísmicas causantes de los daños a observarse en superficie después de ocurrido un sismo.

Las condiciones locales de sitio son evaluadas en los estudios de zonificación sísmica-geotécnica y el resultado se constituye como una de las herramientas más importantes orientadas a minimizar los daños producidos por sismos. La finalidad es evaluar el comportamiento dinámico de los suelos (CDS), teniendo en cuenta que la intensidad de las sacudidas sísmicas varía considerablemente a distancias cortas y áreas pequeñas.

Las metodologías a seguir para lograr el mayor conocimiento sobre el comportamiento dinámico del suelo o efectos de sitio en regiones de moderada a

alta sismicidad, consideran los estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sísmicos y geofísicos. Cada uno de estos campos de investigación proveen de información básica de observaciones de campo y la toma de data in situ, para lo cual es necesario disponer de mapas catastrales actualizados de las zonas en estudio, así como los correspondientes a las zonas de futura expansión urbana.

En conclusión, los efectos que produce cada tipo de suelo sobre la propagación y amplitud de las ondas sísmicas, permiten tipificar los suelos y estimar el comportamiento dinámico del suelo. El resultado final es el Mapa de Zonificación Sísmica-Geotécnica que debe constituirse como el documento más importante en las tareas y programas de gestión del riesgo ante la ocurrencia de sismos.

Condiciones mecánicas-dinámicas de suelos: Norma E-030

En el Perú, la construcción de obras civiles de cualquier envergadura debe considerar las indicaciones contenidas en el Reglamento Nacional de Construcción o Norma E-030 (2006). Básicamente, esta norma considera la clasificación de los suelos en función de sus propiedades mecánicas, espesor de estrato, período fundamental de vibración y velocidad de propagación de las ondas de corte.

La Norma E-030, establece que los suelos pueden ser clasificados en cuatro tipos:

- A. Suelos muy rígidos (Tipo S1).** Corresponden a suelos en los cuales la velocidad de propagación de la onda de corte es similar al de una roca, además el período fundamental de vibración del suelo es de baja amplitud sin exceder los 0.25 s. Se incluyen los casos en los cuales las cimentaciones se realiza sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte, en condiciones no drenadas, superior a 100 kPa (1 kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con $N > 30$, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

B. Suelos intermedios (Tipo S2). Suelos con características intermedias entre las indicadas para los suelos S1 y S3.

C. Suelos flexibles o con estratos de gran espesor (Tipo S3). Corresponden a suelos que presentan períodos fundamentales mayores a 0.6 segundos con vibraciones de baja amplitud.

D. Condiciones excepcionales (Tipo S4). A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

En general, para cualquier estudio se deberá considerarse el tipo de suelo que mejor describa las condiciones locales de cada zona de interés y utilizar los correspondientes valores de periodos T_p y del factor de amplificación del suelo S definido en la Norma E-030 (2006), ver Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7: Parámetros del suelo según la Norma E-030 (2006)

Tipo	Descripción	T _p (s)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S2	Suelos intermedios	0,6	1,2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso, serán menores que los especificados para el perfil tipo S3.

El nivel de peligro según la zona sísmica fue propuesto por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en el estudio de Lima Metropolitana realizada para el APESEG en el año 2005 (ver cuadro N° 8).

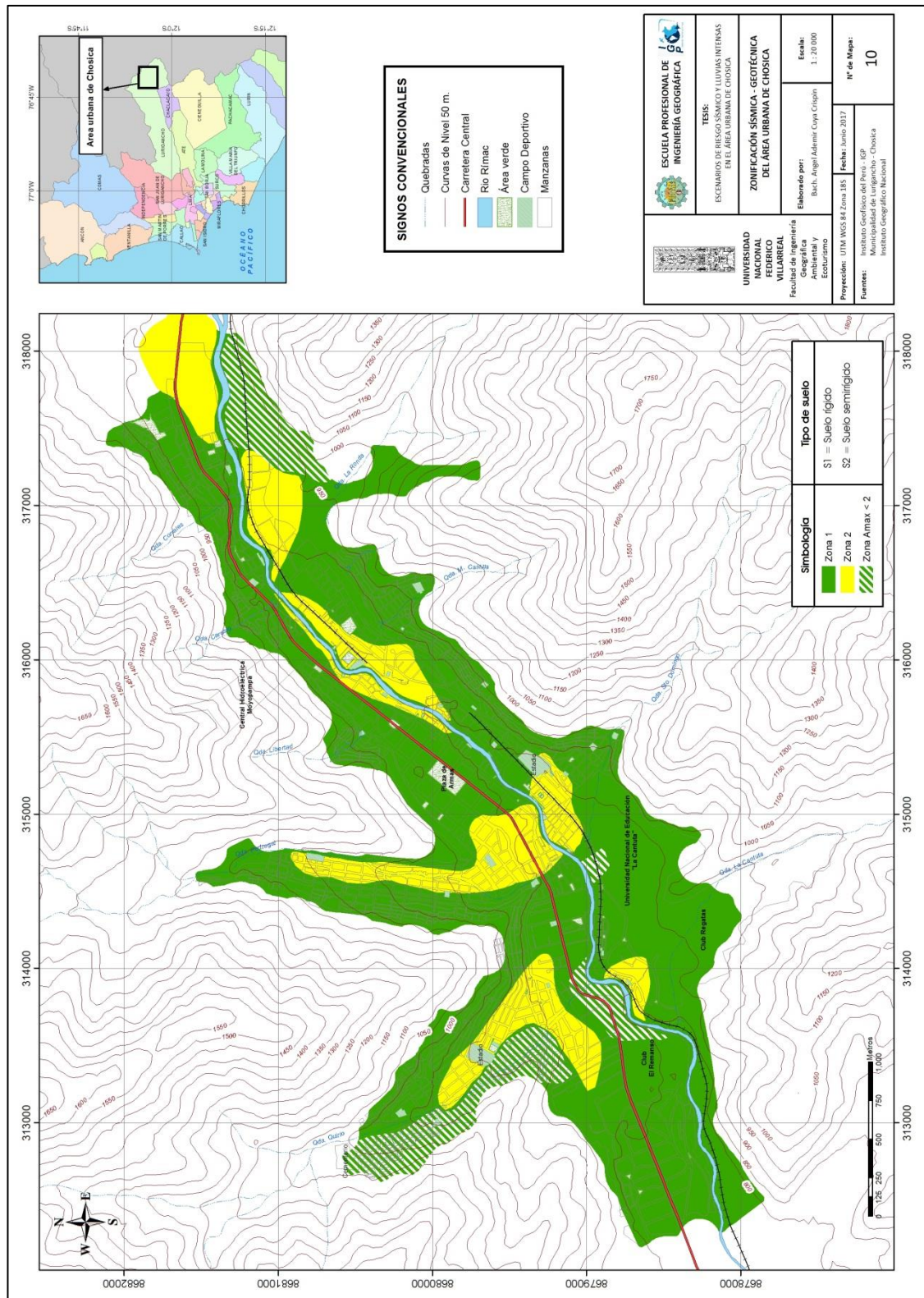
Cuadro N° 8: Niveles de peligro según zonas sísmicas (CISMID, 2005)

ZONAS	NIVEL DE PELIGRO
IV	Muy Alto
III	Alto
II	Medio
I	Bajo

El Mapa de Zonificación Sísmica-Geotécnica, resultado final del Instituto Geofísico del Perú, para el área urbana de Chosica, considera el análisis e interpretación de la información geológica, geomorfológica, geodinámica, geotécnica, sísmica y geofísica. Las características dinámicas del suelo han permitido identificar en el área de estudio, de acuerdo a la Norma de Construcción Sismorresistente (Norma E030), la existencia de dos tipos de suelo: suelos de Tipo S1 y S2 (ver mapa N° 10).

ZONA I: Esta zona está conformada por estratos de grava coluvial-aluvial que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido con periodos de vibración natural, determinados por las mediciones de vibración ambiental, entre 0.1 y 0.3 s correspondientes a suelos de Tipo S1. Asimismo, en esta zona predominan periodos de 0.2 s que se concentran en el extremo Norte y Sur del área urbana. Esta zona considera la parte baja de las laderas. A esta zona se le considera como peligro bajo de acuerdo al cuadro anterior.

ZONA II: En esta zona se incluye a las planicies aluvionales conformadas por columnas de gravas con arenas intercaladas con niveles finos limosas y arcillosas cuyos espesores varían entre 3 y 10 m. Los periodos predominantes del terreno, determinados por las mediciones de vibración ambiental, entre 0.3 y 0.5 s correspondientes a suelos de Tipo S2. Esta zona considera la zona céntrica del área urbana y próxima al río Rímac. A esta zona se le considera como peligro medio de acuerdo al cuadro anterior.



5.1.2 Peligro por lluvias intensas

La ciudad de Chosica a lo largo de su historia, siempre ha sido afectado por flujos e inundaciones producto de las lluvias intensas que se dan mayormente en las épocas de verano y/o cuando se encuentra presente el Fenómeno del Niño. Huaicos, caídas de rocas, desborde del río Rímac y erosión de riveras son los peligros que suceden cuando se producen las lluvias intensas, afectando y dañando viviendas y la pérdida de vidas humanas.

Entidades como el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro Nacional de Estimación, Prevención, Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), etc. realizaron estudios e informes acerca de los peligros producidos por lluvias intensas, y con sus resultados se podrá estimar los niveles de peligro en el área urbana de Chosica.

Además, se ha realizado un recorrido por las quebradas del área urbana de Chosica en el mes de Noviembre del 2015, así como también una encuesta a la población acerca de los daños que se producen en cada zona específica cuando hay flujos e inundaciones producto de las lluvias intensas. También se ha tomado en cuenta las nuevas obras que ha realizado la municipalidad, la limpieza de los cauces, nuevos muros de contención en las riberas del río Rímac, diques y mallas geodinámicas en las quebradas, etc.

Cabe resaltar que en la plataforma de YouTube, se encuentra gran cantidad de videos relacionado a huaicos y desbordes que se dieron en los últimos años en la ciudad de Chosica. Considerando esta información, y mediante una superposición espacial de

los mapas publicados, se podrá generar un nuevo mapa de peligros producidos por lluvias intensas, en el cual se describirá las zonas de peligro muy alto, alto, medio y bajo.

5.1.2.1 Estudio realizado por INDECI

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) ha realizado diversos estudios e informes en la ciudad de Chosica relacionado a los peligros generados por las lluvias intensas; de los cuales, el más importante y extenso lo realizó en el año 2005, con el título “Mapa de peligros y plan de usos de suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica”. Las principales aportes de este estudio radican en lo siguiente:

A. Hidrología local

El estudio hidrológico consiste en la determinación de los caudales máximos de las quebradas o ríos que vierten sus aguas en el área de influencia de la ciudad de Chosica.

Los caudales máximos son eventos extraordinarios que causan daños y ponen en peligro a las ciudades. Los caudales máximos estimados en el estudio sirvieron para determinar las zonas inundables y posibles flujos de lodo (huaicos) en la Ciudad de Chosica.

Las quebradas andinas son propensas a derrumbes y avalanchas de piedras, lodo y agua a consecuencia de lluvias intensas en la sierra. Estos desastres se presentan de manera bastante súbita y causan terribles estragos en los pueblos situados a su paso.

Precipitaciones medias

INDECI realizó la preparación del gráfico de isoyetas de la cuenca a partir de los datos de las estaciones climáticas con registro confiable, incluidos en el “Diagnóstico Preliminar para el Manejo de Integral de la cuenca del río Rímac” realizado por el Fondo Contravalor Perú-Francia. En el Cuadro N° 09 se presentan las precipitaciones totales mensuales de la estación Santa Eulalia, que es la más cercana de Chosica.

Cuadro N° 9: Precipitaciones totales mensuales de la estación pluviométrica de Santa Eulalia en la cuenca del Rímac (INDECI, 2005)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1963	15.7	4.6	35.8	1.7	0.3	0	0	0.1	0	0	3.3	0.5	62
1964	1.9	9.9	9.6	6.1	0	0	0	0	1.4	4.1	0.9	1.3	35.2
1965	28.6	23.6	47.5	0.8	1.7	0	0	0	0	1.3	0.6	2.2	106.3
1966	29.2	1	43.6	0	1.5	0	0	0	0	22.6	0	0	97.9
1967	32.5	98.8	73.6	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.9	0.2	206.4
1968	30.8	5.4	30.4	1.5	1.1	0	0	0	3.2	1.9	0.5	2.1	76.9
1969	11.6	12.2	16.6	0	0	0	0	0	0	0.4	0.9	14.6	56.3
1970	93.1	5.9	31.2	0	0	0	0	0	10.8	1.5	1.5	0	144
1971	0	15.4	41.9	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6	63.9
1972	14.5	31.8	110.1	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3	162.7
1973	38.1	0	89.3	0	0	0	0	0	2	1	0	14.5	144.9
1974	10.2	24.7	31	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	72.3
1975	2.8	22.8	19.5	0	0	0	0	0	0	0	2	12.5	59.6
1976	6.7	9.6	11.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	5.3	33.4
1977	8.2	11.3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.5
1978	6.8	0	21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.7
1979	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
1980	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
1981	1	10.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.8
1982	31.5	14.6	4.5	2.2	0	0	0	0	0	0	0	5.6	58.4
1983	0	27.5	34.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62.3
1984	0	17.4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.4

1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6
1986	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4.3	6.3
1987	S/D	S/D	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9
1988	17.9	9	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	10.3	39.7
1989	7.7	43.3	11.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62.7
1990	4.5	0	10.1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	18.1
1991	0	1.8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	T	10.8
1992	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
1993	0	2	3.1	0	0	0	0	0	T	T	T	T	5.1
1994	19	7.4	S/D	T	3.9	0	0	0	0.3	0	0	1.6	32.2
1995	7.5	0	2.5	1.1	0.5	0	0	0	0.2	0.7	2.1	T	14.6
Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	13.1	12.9	25	0.4	0.3	0	0	0.1	0.6	1.1	0.4	3.3	55.13
Máxima	93.1	98.8	110.1	6.1	3.9	0	0	2	10.8	22.6	3.3	14.6	62.7
ST-DV	19.4	19.7	28.4	1.2	0.4	0	0	0.4	2.1	4.2	0.8	4.5	50.9
N	32	32	32	32	33	33	33	33	32	32	32	30	33

Precipitaciones máximas

INDECI obtuvo información al año 1997 del SENAMHI para precipitaciones máximas diarias. En el Cuadro N° 10, se presentan las series completas utilizadas para el análisis.

Cuadro N° 10: Precipitaciones máximas de 24 horas (mm) de las estaciones en las estaciones en la cuenca del Rímac (INDECI, 2005)

AÑO	ESTACIONES									
	AEROPUERTO	VON HUMBOLT	ÑAÑA	SANTA EULALIA	MATUCANA	CARAMPOMA	SAN JOSÉ DE PARAC	MILLOC	MARCA	SANTIAGO DE TUNA
1963	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	0.6	5.4	12.7	-	-	-	-	-
1965	-	-	0.6	1.2	14.9	19.5	-	25	-	-
1966	-	-	2	26	17.1	10.6	-	23	-	-
1967	-	-	3.6	29.8	16.7	22.2	24	36	-	-
1968	-	-	0	0.5	12.8	15.5	10	26	24	-
1969	-	-	3	10.6	12	21.3	17	30	27	-

1970	-	-	0	30.8	31.7	30.2	-	17.5	18.4	-
1971	-	-	-	14.5	23.3	30.4	-	18	25	-
1972	-	-	-	20	18.1	27.5	-	21	25	-
1973	-	-	-	19.2	25.2	32.6	-	27	20.2	-
1974	-	1.7	0.8	6	11.9	28.2	-	26.7	20.6	-
1975	-	1.1	4.5	14.5	10.8	17	-	30	15.8	-
1976	-	1.5	8	30	15.8	24.5	-	21.8	20.2	-
1977	-	0.8	1.6	8	35.2	23.8	-	22	23.4	-
1978	-	0.6	1.5	6.8	7.8	14.8	-	22.4	21.6	-
1979	-	1.1	2.9	10	12.3	20.3	-	24.6	27.4	-
1980	-	0	-	10	8.8	20.6	-	23	38.2	-
1981	-	3.5	-	10	12.5	30.3	42	22.4	41.2	-
1982	-	1	-	5.6	9.5	22.7	28.5	24.6	48.8	-
1983	-	2.5	-	8	25	31.2	27.7	31.2	48.8	-
1984	-	2.2	-	10.5	21.5	20.8	26.5	23.4	38.8	-
1985	-	1.3	-	0.4	19.8	21.4	21.7	20.8	34.6	-
1986	-	1	-	2	27.2	33.3	25	34.6	32.6	-
1987	-	0.9	-	0.5	20.9	22.7	21.2	20	-	-
1988	-	0.8	-	9.7	12.3	31.5	22.9	25.4	-	-
1989	1	1.4	1.6	27.6	10.7	19.6	15.8	33.1	-	33.5
1990	1	-	0	6.5	20.4	25.6	14.6	46.2	-	36.8
1991	2	0.7	0	3	17.6	23.3	18.4	44.4	-	33.2
1992	1	-	0	0.5	30.5	19.2	12.4	30.8	-	5.8
1993	1	0.9	0.6	2	27.1	22.4	19.7	37.6	-	38.7
1994	0.8	1.6	0	13.5	15.5	17.9	25.4	49.2	-	14.9
1995	0.4	0.7	0	3.8	22.3	15.1	28.8	39.6	-	12.2
1996	-	2	0	5.5	13.6	17.2	17.8	23.8	-	15.7
1997	-	-	-	4.9	9.5	15.7	18.1	18.3	-	15.1

No existen en la cuenca curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia o ecuaciones pluviográficas que permitan obtener el detalle horario; sin embargo, contaron con información pluviográfica en las estaciones: Matucana, Milloc y Río Blanco, que permitieron caracterizar el fenómeno de precipitaciones intensas.

Para ello, revisaron las fajas pluviográficas de las citadas estaciones, en particular las correspondientes a años coincidentes con el fenómeno de “El Niño”, de manera de obtener una idea realista de las máximas intensidades.

Del análisis efectuado resultó que las máximas intensidades observadas se encuentran en el orden de 10 mm cada 2 horas. La máxima intensidad horaria es aproximadamente el 15% de la precipitación total.

Por otro lado, en la curva de precipitación máxima diaria versus probabilidad que desarrolló INDECI, el límite máximo envolvente es de 40 mm. También extrajeron, que las precipitaciones máximas (en particular las más intensas) son prácticamente independientes de la altura. Ello explicó en parte la ocurrencia de fenómenos de máxima (huaicos, inundaciones), en zonas donde la precipitación media anual es prácticamente nula o muy escasa.

Otra de las conclusiones que se obtuvo del análisis, es que las intensidades horarias máximas (del orden de 6 mm/h) son insuficientes para producir eventos de caudal de la magnitud de los que se observan en la cuenca, en particular los asociados al fenómeno huaico. Ello apoyó la teoría que la generación de los huaicos está más bien asociada a otro tipo de fenomenología que la de las crecidas naturales.

En el Cuadro N° 11 se resumen los resultados en materia de precipitaciones máximas, que se presenta adjunto, con tiempo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Cuadro N° 11: Resumen estadístico de precipitaciones máximas en 24 horas
(INDECI, 2005)

ESTACIÓN	ALTURA (MSNM)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) PRECIPITACIÓN EN MM					
		2	5	10	25	50	100
Von Humboldt	238	1.1	1.8	2.3	3	3.5	4
Ñaña	460	0.9	2.1	3.3	5.3	7.2	9.5
Santa Eulalia	1,030	9	17.2	22.6	29.5	34.6	39.7
Matucana	2,378	16.4	22.8	27	32.5	36.5	40.6
Carampoma	3,250	22	27.2	30.4	34.3	37.1	39.7
San José de Parac	3,800	21.7	28	32	36.9	40.4	43.9
Milloc	4,350	16.7	23.2	27.3	32.2	35.6	39

Crecidas

INDECI, para la evaluación de crecidas en cuencas de distinto tamaño y para eventos de diferentes períodos de retorno se determinó una Ecuación Regional basada en la fórmula de Creager para crecidas máximas utilizando técnicas de regresión. Según este criterio la crecida máxima en una subcuenca cualquiera ubicada en una cuenca o región que cuenta con suficiente número de aforos en creciente es una función del área exclusivamente. La hipótesis se basa en la constancia de otros factores tales como intensidad de precipitación, escorrentía, distribución areal de la precipitación, etc.

Para la cuenca del río Rímac no se cuenta con información de mediciones suficientes para llevar a cabo la metodología expuesta, a lo cual se agrega el hecho de la gran variabilidad de la precipitación con la altura, la estación de aforos más cercanos que son la de Chosica R1. Determinaron los caudales máximos de avenidas en subcuencas del río Rímac por la aplicación del Hidrograma Sintético de

Nakayasu que fue utilizado con éxito en otros países para la simulación de hidrogramas de crecidas.

A estos resultados se agregaron datos de las crecidas del río Rímac a la altura de Chosica determinados por convolución de los hidrogramas parciales de las subcuencas tributarias. Estos últimos fueron corroborados con la serie estadística de caudales máximos diarios del registro histórico del mismo río (ver cuadro N° 12).

Cuadro N° 12: Cálculo de las curvas regionales de crecidas (INDECI, 2005)

NOMBRE	AREA (km ²)	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS CAUDALES EN M ³ /S					
		2	5	10	20	50	100
Q. Carossio	0.4	2	3	4	5	7	8
Q. Corrales	1.4	4	7	9	11	15	18
Q. Quirio	10.4	18	28	38	48	64	75
Q. Pedregal	10.6	18	28	38	47	62	73
Q. Cashahuacra	15.1	26	39	53	65	86	100
R. Rímac en Chosica	2,250.00	204	290	380	470	580	660

Balance hídrico

Para el balance hídrico utilizaron la información de descargas medias mensuales de las estaciones de medición con registros más extensos y confiables.

En el Cuadro N° 13 se presentan las series de caudales medios mensuales en las estaciones indicadas. A partir de esa información clasificaron los caudales de cada estación en tres categorías: Año seco, Año medio y Año húmedo.

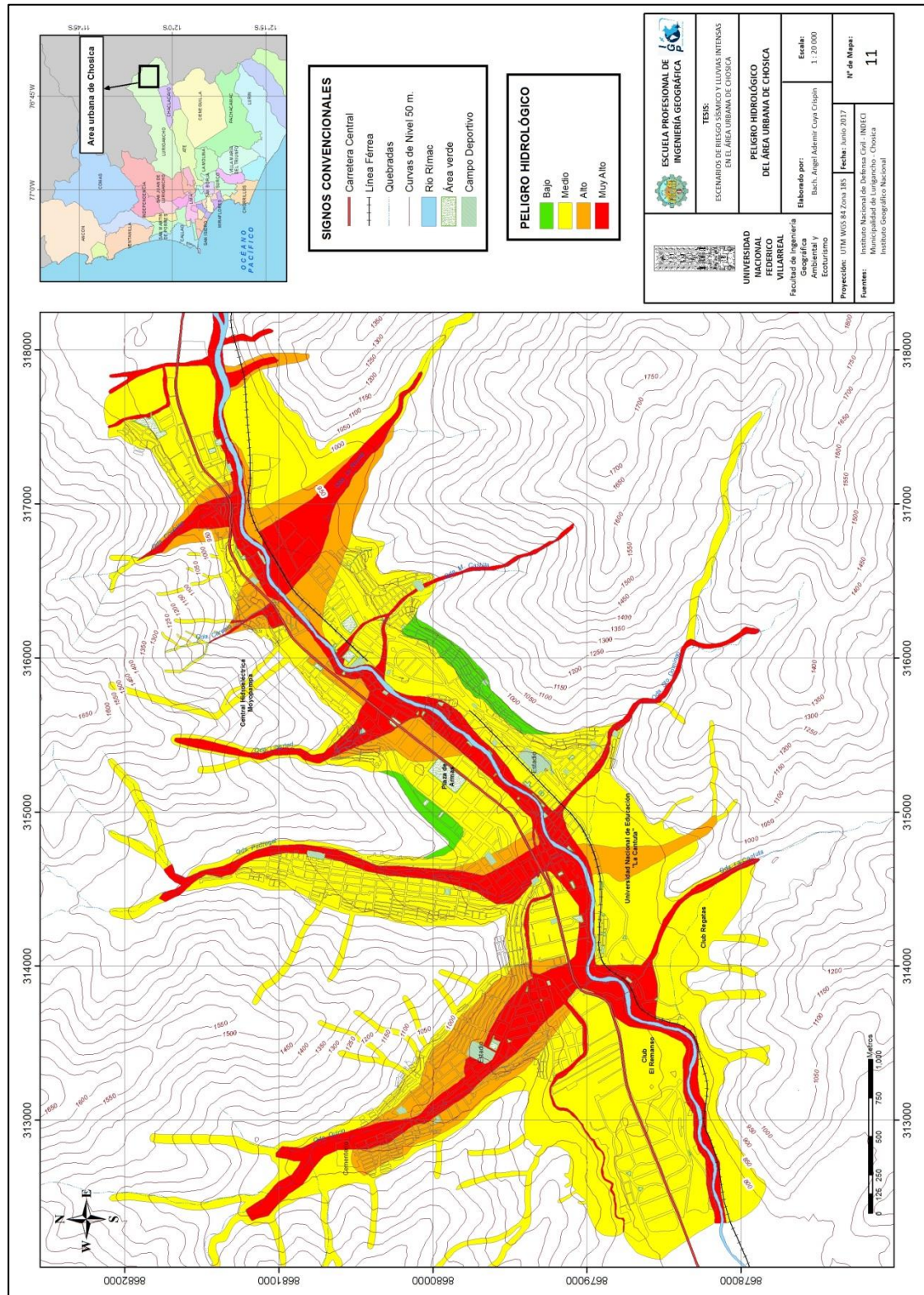
Por último, una vez clasificados de esta manera los datos de cada serie, se obtuvieron los promedios mensuales para cada uno de los años típicos.

Cuadro N° 13: Caudales medios mensuales de las estaciones hidrométricas
(INDECI, 2005)

ESTACIÓN	ALTITUD	PERIODO DE MEDICION	MESES												MEDIA
			SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	
Atarjea	-	1,911-97	13.92	14.8	17.18	23.5	36.76	53.74	64.9	38.35	20.98	15.06	13.57	13.6	27.28
Chosica	850	1,938-97	15.55	16.31	18.22	23.08	35.21	53.32	60.13	35.59	20.65	16.54	15.35	15.24	27.1
Autisha	2,200	1,950-72	6.47	6.36	6.19	7.95	12.93	20.08	22.84	11.78	5.6	4.81	5.46	5.77	9.68
Anyahuari	3,000	1,953-90	7.28	8.49	10.11	14.29	21.62	33.64	35.45	22.85	12.86	9.68	7.61	6.84	15.99
Tamboraque	3,000	1,952-93	6.17	7.27	8.92	12.49	18.79	28.09	29.35	19.19	11.27	8.25	6.62	5.98	13.6
Sheque	3,150	1,962-90	4	4.65	5.12	7.74	11.44	17.67	18.66	12.97	7.25	5.26	4.37	3.9	8.59
San Mateo	3,213	1,968-89	7.39	8.45	10.21	13.54	17.67	22.31	23.13	17.71	12.49	9.2	7.58	7.01	13.05
San Juan	3,800	1,961-93	3.73	4.36	5.72	8.32	15.15	22.3	25.22	15.28	6.44	3.75	2.99	3.01	9.82
Yuracmayo	4,300	1,952-93	0.54	0.73	1.09	2.2	3.08	5.73	5.78	3.49	0.99	0.71	0.6	0.6	2.15
Túnel Transandino	4,650	1,964-93	4.95	4.84	4.8	4.14	3.51	3.71	4.13	3.98	4.21	5.31	5.37	5.65	4.55

INDECI mediante este análisis y otras variables que tienen importancia en el impacto que pueden generar las lluvias intensas, realizó el mapa temático de peligros hidrológicos (ver mapa N° 11), en la cual detalla los niveles de peligro que se producirían ante la presencia de lluvias intensas en la ciudad de Chosica.

Este mapa no considera el cauce de la quebrada Quirio como peligro muy alto. Además, hay zonas en las que no hubo daños desastrosos (como en las zonas aledañas al río Rímac) en los últimos 100 años, sin embargo se encuentra catalogado como zona de peligro muy alto. Por último, el AA.HH. Virgen del Rosario está catalogado como una de las zonas de peligro bajo, pero en el año 2012 hubieron huaicos en dicha zona. La información contenida en este mapa requiere de actualización.



El mapa generado es para un periodo de retorno de 100 años, así como la consideración de otros factores que inciden sobre el impacto que pueden generar los fenómenos hidrológicos.

5.1.2.2 Estudios realizados por CENEPRED

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED) ha desarrollado informes y estudios acerca de eventos de lluvias intensas en la ciudad de Chosica. Uno de ellos es la “Evaluación de Riesgos por Flujo de Detritos” en la que determina los niveles de peligrosidad y vulnerabilidades en 3 zonas de la ciudad de Chosica (Quebrada Libertad, Carossio y Corrales). Este estudio toma en cuenta la base de datos proporcionada por COFOPRI (2007) para la determinación de la vulnerabilidad, el cual presenta muchas incoherencias, por ejemplo en el informe indica que hay muchas construcciones de concreto, lo cual es incorrecto, ya que en el trabajo realizado en campo, la única construcción de concreto en la zona es la de la Central Hidroeléctrica de Moyopampa. Así mismo, para la determinación de la peligrosidad tuvieron como base de información un mapa de susceptibilidad de movimientos en masa a escala 1/50 000, lo cual no es muy apropiado para el análisis a determinadas proporciones. Para fines de este estudio, se hizo uso de otros datos como los de eventos pasados y las ponderaciones utilizadas para la evaluación de la vulnerabilidad ante flujos producidos por las lluvias intensas.

Por otro lado, el CENEPRED emitió un informe acerca de los sucesos del día 23 de Marzo del 2015, en la que muchas de las quebradas de la ciudad de Chosica se activaron a causa de las lluvias intensas, provocando muchas pérdidas económicas y vidas humanas. Así mismo, esta entidad realizó fotografías aéreas mediante un dron

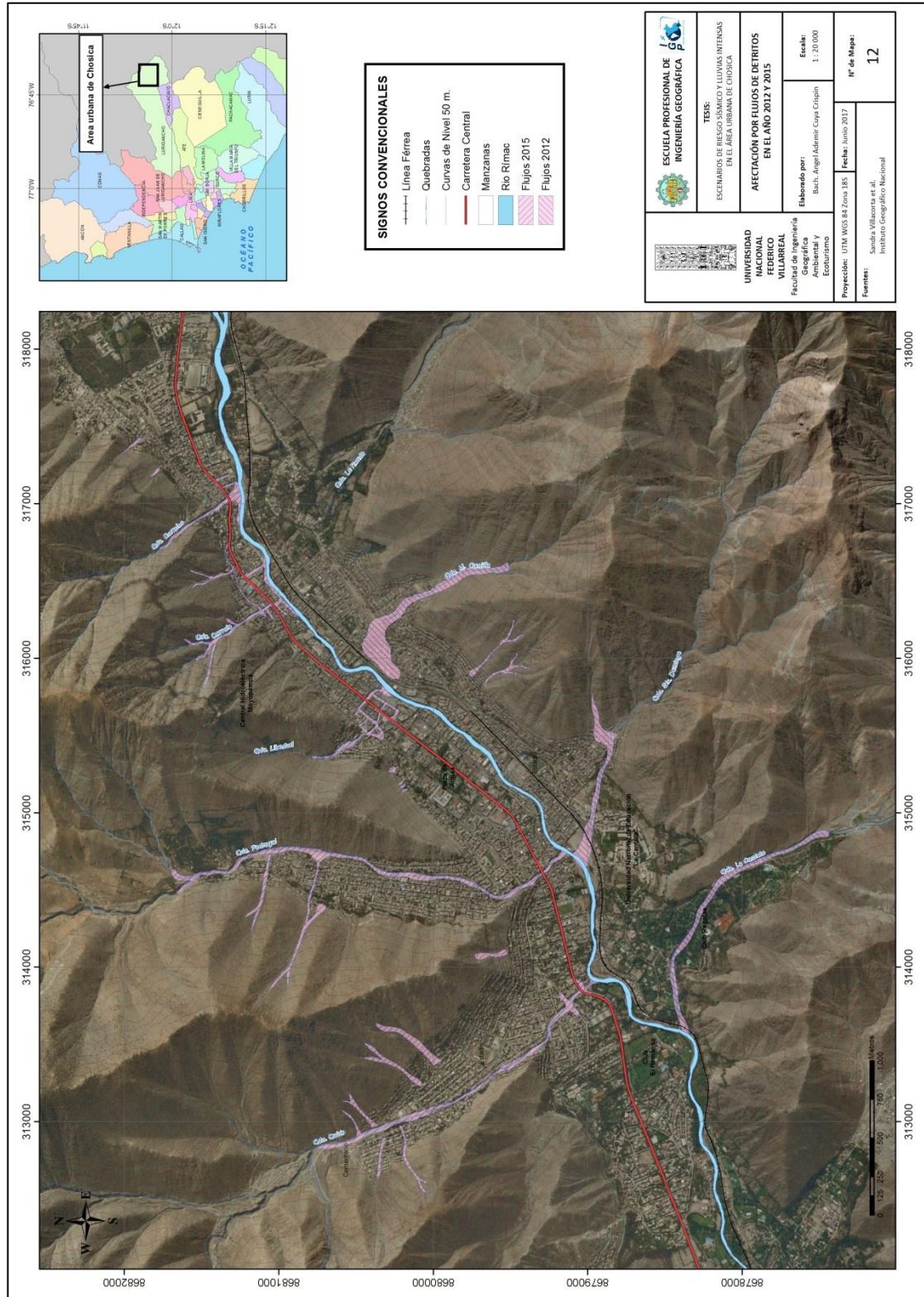
días después al evento antes mencionado (ver fotografía N° 12), en la cual mostró todas las zonas afectadas por las lluvias intensas.



Fotografía N° 12: Fotografía de dron, días después del evento ocurrido el 23/03/15 (CENEPRED, 2015)

5.1.2.3 Estudios realizados por INGEMMET

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) ha realizado muchos estudios e informes sobre los desastres ocurridos por las lluvias intensas en la ciudad de Chosica. En los informes sobre los eventos ocurridos en los años 2009, 2012 y 2015, se cuenta con mapas detallados de los eventos ocurridos (ver mapa N° 12), así como fotografías de las zonas afectadas (ver fotografía N° 13), lo cual ayuda a determinar el grado de peligrosidad que se da en determinadas zonas del área urbana de Chosica.





Fotografía N° 13: En la parte posterior el flujo de detritos en la quebrada Mariscal Castilla ocurrido el año 2012 (Zavala et al., 2012) y en la parte inferior el flujo de detritos en la quebrada Corrales ocurrido el año 2015 (Villacorta et al., 2015)

5.1.2.4 Estudios realizados por el IGP

En el año 2012, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizó el estudio de “Zonificación Sísmica y geotécnica del área urbana de Chosica”, en el cual detalla las zonas críticas y con mayor probabilidad de producir caídas de rocas, así como las zonas propensas a inundación y erosión de laderas a lo largo del río Rímac.

En los anexos presentados en el estudio, se muestra áreas críticas en el río Rímac en donde se puede presentar desbordes (ver fotografía N° 14), así como las zonas donde pueden ocurrir derrumbes y caída de rocas debido a la presencia de los depósitos coluviales y aluviales.



Fotografía N° 14: Zonas propensas a erosión de riveras e inundaciones (Gómez, 2012)

5.1.2.5 Otros estudios y fuentes

Aparte de los estudios ya mencionados, hay una gran variedad realizados por diferentes investigadores, en los que también han hecho mención a los peligros generados por lluvias intensas, además del detalle de los acontecimientos ocurridos de los diferentes eventos presentes en el área urbana de Chosica.

Se suma a esta base de información, los videos en la plataforma de YouTube, hecho por los pobladores de Chosica, sobre todo para los flujos de detritos y desbordes ocurrido en los años 2012 y 2015 (ver fotografía N ° 15).



Fotografía N° 15: En la parte posterior, desborde del río Rímac el 23/03/15 en el AA.HH. El Rímac (YouTube, 2015) y en la parte inferior, el flujo de detritos en el AA.HH. Virgen del Rosario el 05/04/12 (YouTube, 2012)

5.1.2.6 Diagnóstico de las quebradas

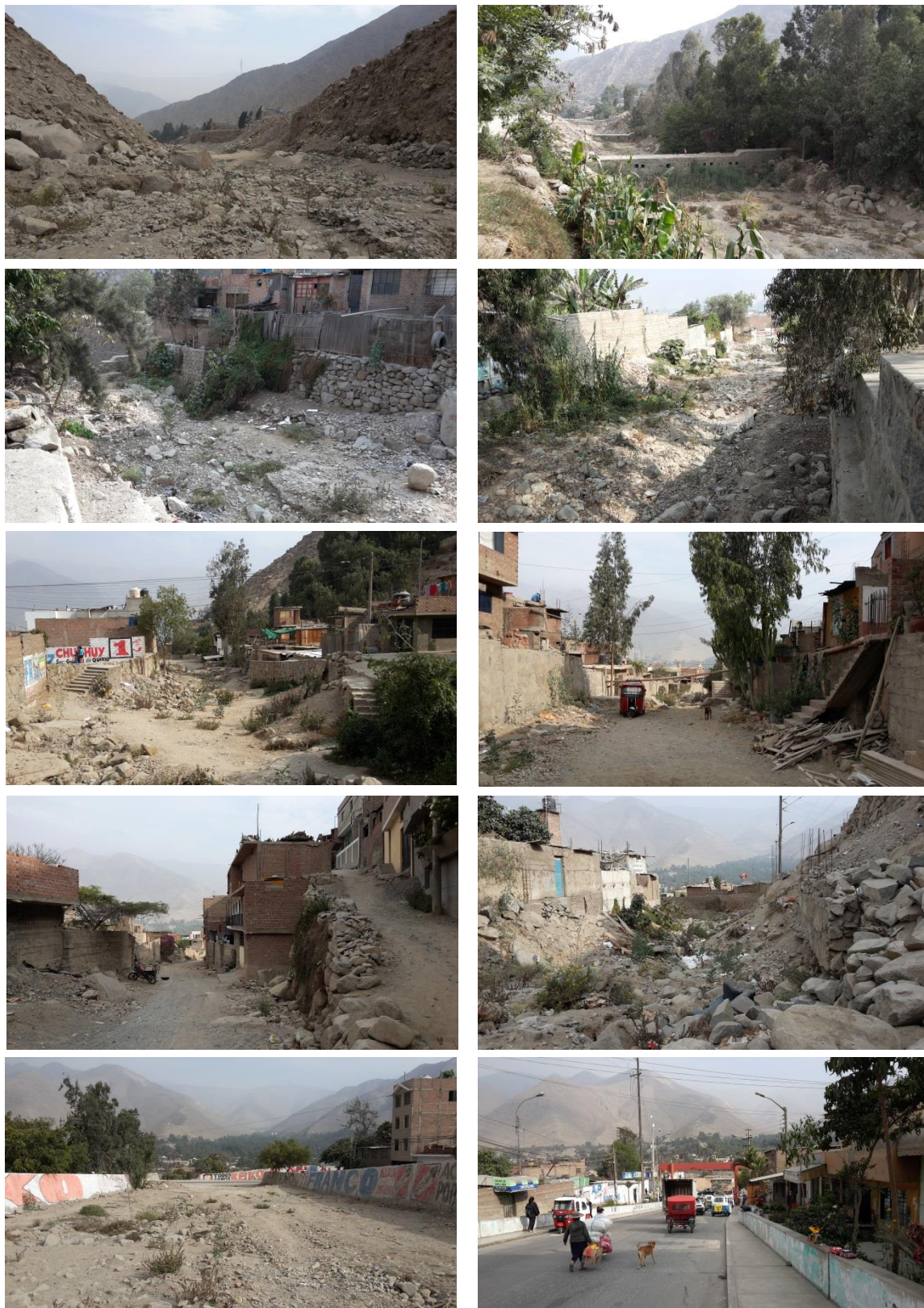
En el mes de Noviembre del 2015, se realizó el recorrido a través de cada quebrada perteneciente a la ciudad de Chosica a fin de observar las condiciones físicas en las que se encuentran; es decir, si la quebrada presenta un cauce amplio y/o limpio

como para que el flujo de detritos pase sin inconvenientes por su cauce natural o si la quebrada presenta un cauce angosto y/o colmatado como para que el flujo de detritos cause destrozos en las viviendas aledañas por desborde.

En la fotografía N° 16, se observa la trayectoria de la quebrada Quirio, desde la parte alta hasta su desembocadura en el río Rímac. Las lluvias intensas activan esta quebrada provocando flujos de lodo y detritos.

Se observa en la parte alta gran cantidad de rocas y material detrítico, además de un cauce amplio y con diques semicolmatados, pero conforme se va descendiendo (parte media), se va haciendo un cauce angosto y con diques colmatados, que pueden causar desbordes por las tres calles aledañas al lado izquierdo. Adicionalmente se observan viviendas en pleno recorrido de la quebrada; es decir, si se produjeran lluvias intensas y un consecuente flujo de lodo y detritos, estas viviendas serían inundadas y destruidas a causa del lodo y las rocas que bajan a gran velocidad. Por otro lado, aquellas viviendas que se encuentran un poco más elevadas, no sufrirían daños pero no tendrían evacuación, ya que es la única salida con la que cuentan. Adicionalmente se observa que la quebrada es usada como vía y estacionamiento de autos y mototaxis.

Por último, en la zona de desembocadura, el cauce se vuelve a ampliar, pero igual los flujos de detritos dejarían estragos en las viviendas más cercanas. La carretera central se ve afectada por el cruce de la quebrada, y podría haber bloqueos de vía a causa del lodo y piedras.



Fotografía N° 16: Trayectoria de la quebrada Quirio (Fuente: propia)

En la fotografía N° 17, se observa la trayectoria de la quebrada Pedregal, desde la parte alta hasta su desembocadura en el río Rímac. Las lluvias intensas activan la quebrada produciendo flujos de lodo y detritos.

En primer lugar, se observa en la parte alta una gran cantidad de rocas y material detrítico, además de un cauce medianamente amplio y hondo. Los diques se encuentran colmatados y destruidos a lo largo de la quebrada; sin embargo, desde la parte media hasta la desembocadura, la quebrada se encuentra limpia; es decir, han realizado obras de limpieza del cauce. Pocas viviendas se encuentran aledañas al paso de la quebrada, por lo que los flujos de lodo y detritos irán hasta la parte baja sin causar muchos estragos a la población residente en la parte media.

Por último, en la zona de desembocadura, se observa como los eventos pasados han erosionado enormemente el suelo, y las viviendas aledañas tienen un riesgo muy alto de quedar en el aire, que traería en consecuencia, su colapso. Además se observa vehículos estacionados en plena quebrada, que podrían ser arrastrados por los flujos de detritos.



Fotografía N° 17: Trayectoria de la quebrada Pedregal (Fuente: propia)

En la fotografía N° 18, se observa la trayectoria de la quebrada Libertad, desde la parte alta hasta la llegada a las viviendas que forman parte de la quebrada. Las lluvias intensas activan la quebrada produciendo flujos de lodo y detritos.

En la parte alta se observa material suelto; es decir, rocas y material detrítico. Esta es una de las quebradas más críticas del área urbana de Chosica, ya que de acuerdo a las imágenes tomadas en campo, se observa que las edificaciones se encuentran ubicadas en el paso de la quebrada; es decir, estas viviendas serán afectadas gravemente por el paso de los flujos de detritos. En la 3° imagen se observa una construcción totalmente destruida debido a la caída de los flujos de lodo y detritos.

Esta quebrada no tiene salida al río Rímac, por lo que el lodo y material detrítico se esparcirá por las calles del cono deyectivo, siendo afectada la Carretera Central.



Fotografía N° 18: Trayectoria de la quebrada Libertad (Fuente: propia)

En la fotografía N° 19, se observa la trayectoria de la quebrada Carossio, desde la parte alta hasta su llegada a la Carretera Central.

Junto a la quebrada Libertad, esta quebrada es de los más críticos del área urbana de Chosica por las lluvias intensas que producen flujos de lodo y detritos. En la parte alta se observa gran cantidad de material suelto, grandes rocas y una pendiente muy alta. La calle Miguel Grau forma parte del cauce natural de la quebrada, por lo que ante la ocurrencia de las lluvias intensas, las viviendas y vehículos terminarían enterradas por los flujos de lodo y detritos. Además, por lo angosto del cauce (calle Miguel Grau), las calles y pasajes transversales terminarían siendo afectadas.

La quebrada finaliza en la Carretera Central, por lo que terminaría siendo bloqueada y las viviendas ubicadas en el AA.HH. Moyopampa y la Asoc. María Parado de Bellido, terminarían destruidas y otras afectadas por el lodo.



Fotografía N° 19: Trayectoria de la quebrada Carossio (Fuente: propia)

En la fotografía N° 20, se observa la trayectoria de la quebrada Corrales, desde la parte alta hasta su desembocadura en el río Rímac. Las lluvias intensas activan la quebrada produciendo flujos de lodo y detritos.

Se observa en la parte alta y en su recorrido, la presencia de material detrítico. Pocas viviendas de la Asoc. Rayos de Sol y la Asoc. Villa Don Bosco se encuentran aledañas al paso de la quebrada. En la última foto, se observa la desembocadura hacia el río Rímac, pero antes del 23/03/15 habían viviendas, los cuales fueron destruidos por las grandes rocas que trajo el flujo de detritos, provocando la pérdida de vidas humanas. Adicionalmente la carretera Central quedó bloqueada. Esta es una de las quebradas más activas, debido a los diques destruidos.

Por último, la acumulación de lodo afectaría al AA.HH. Moyopampa que se encuentra por debajo de la carretera Central.



Fotografía N° 20: Trayectoria de la quebrada Corrales (Fuente: propia)

En la fotografía N° 21, se observa la trayectoria de la quebrada Mariscal Castilla, desde la parte alta hasta su desembocadura en la Asoc. de Viv. Pablo Patrón. Las lluvias intensas activan la quebrada produciendo flujos de lodo y detritos.

Se observa la presencia de gran cantidad de rocas y material detrítico en la parte alta de la quebrada. Si bien hay un amplio cauce y un muro de contención, solo protege al AA.HH. Mariscal Castilla; sin embargo, de acuerdo a los flujos pasados, el material es tanto que en la parte media, donde el cauce es más angosto, se desbordaría y ocasionaría daños a las viviendas aledañas.

Por último, los flujos de lodo y detritos inundarían las viviendas se encuentran en el mismo cauce de la quebrada y en el cono deyeectivo, donde se encuentra la Asoc. de Viv. Pablo Patrón.



Fotografía N° 21: Trayectoria de la quebrada Mariscal Castilla (Fuente: propia)

En la fotografía N° 22, se ve la trayectoria de la quebrada Santo Domingo, desde la parte alta hasta su paso por la Universidad Enrique Guzmán y Valle “La Cantuta”. Las lluvias intensas activan la quebrada produciendo flujos de lodo y detritos.

En la parte alta se observan rocas y material detrítico. La quebrada presenta un cauce amplio y en la parte media se encuentra limpia y con la presencia de muros de contención; sin embargo, los diques a lo largo de la quebrada se encuentran colmatados. La quebrada atraviesa la universidad “La Cantuta” y finaliza en un descampado cerca de las vías ferroviarias.



Fotografía N° 22: Trayectoria de la quebrada Santo Domingo (Fuente: propia)

Además, en varias zonas del área urbana de Chosica, la elevada pendiente y la presencia de torrentes y cárcavas, pone en peligro las viviendas asentadas en las laderas de los cerros. En la fotografía N° 23, en el AA.HH. Santo Domingo, se observa la presencia de un muro de contención colocada transversalmente al cauce, pero se destruiría por las grandes rocas que irían a gran velocidad debido a la alta pendiente. Esta zona se encuentra en peligro muy alto. Y en la fotografía N° 24, en el mismo asentamiento, se observa grandes rocas sueltas, y las viviendas asentadas bajo este enorme peligro.



Fotografía N° 23: Zona de peligro muy alto en el AA.HH. Santo Domingo (Fuente: propia)



Fotografía N° 24: Grandes rocas sueltas en el AA.HH. Santo Domingo (Fuente: propia)

En la fotografía N° 25, se observa material detrítico en las laderas de los cerros del AA.HH. Nicolás de Piérola Parte Alta. Las viviendas están asentadas al borde y debajo de los torrentes y cárcavas, por lo que el peligro es muy alto. Si bien no han sucedido eventos desastrosos a la fecha (solo flujos de lodo y pequeñas rocas), es muy probable que sucedan caídas de rocas y flujos de detritos en esta zona.



Fotografía N° 25: Torrentes y cárcavas en el AA.HH. Nicolás de Piérola Parte Alta (Fuente: propia)

En la fotografía N° 26, se observa grandes bloques de rocas y material detrítico. A pesar que en esta zona ya hubo grandes flujos de detritos, la población sigue construyendo en las mismas ubicaciones. No existen diques u otro tipo de obra que mitiguen el riesgo.



Fotografía N° 26: Grandes rocas y material detrítico en el AA.HH. San Antonio de Pedregal (Fuente: propia)

En la fotografía N° 27 se observa un pequeño cauce con gran pendiente y rocas en el AA.HH. Comité Hogar Buenos Aires. Con las lluvias intensas, es probable que esas enormes rocas se desprendan y destruya las viviendas ubicadas en la parte baja.



Fotografía N° 27: Viviendas bajo un cauce en el AA.HH. Comité Hogar Buenos Aires (Fuente: propia)

Por último, en la fotografía N° 28 en la Asoc. Buenos Aires Comité 1, se observa el torrente con enormes rocas y material detrítico en el cauce. Además se observa como la expansión urbana llega a estos lugares (vivienda de fachada blanca), a pesar del gran peligro a la que están expuestas. Este asentamiento ha sufrido los

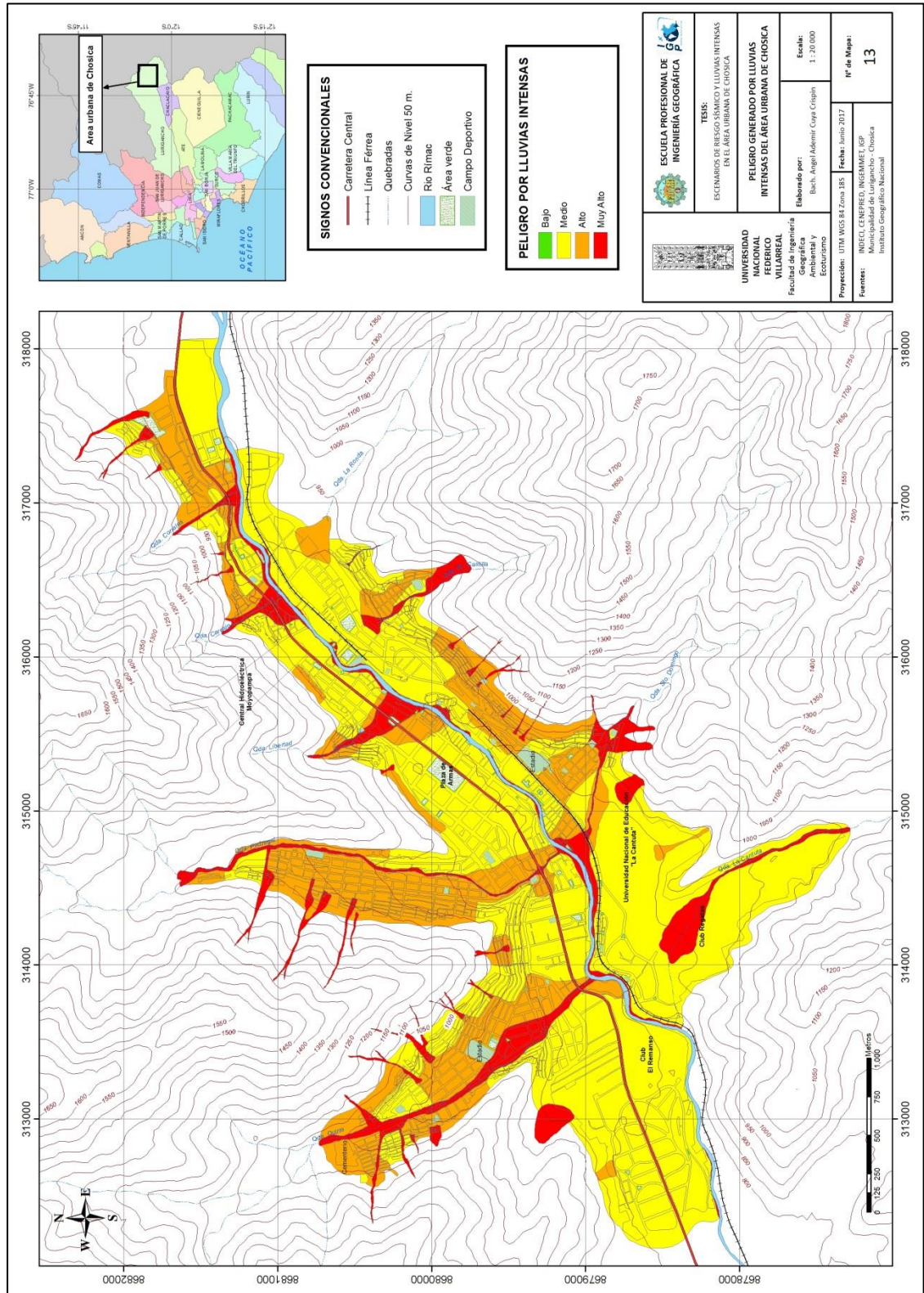
estragos de los flujos de detritos, y los seguirá sufriendo, ya que no se han efectuado obras para su mitigación. Los torrentes y cárcavas de esta zona terminan por inundar con sedimentos a varias viviendas en los asentamientos ubicados en la parte baja como en la Asoc. Don Bosco y la Asoc. de Prop. Rayos de Sol.



Fotografía N° 28: Grandes bloques de rocas en un torrente en la Asoc. Buenos Aires Comité 1 (Fuente: propia)

De acuerdo al análisis realizado, se ha construido el mapa de peligros generado por las lluvias intensas (ver mapa N° 13), y las zonas han sido clasificadas en diferentes grados de peligro como:

PELIGRO BAJO: En el área urbana de Chosica no se ha podido identificar este tipo de zonas. El peligro bajo se caracteriza por tener inundaciones de muy baja altura (hasta el tobillo) y de corta duración. Además las escorrentías discurren inmediatamente a partes más bajas y el transporte de sedimentos es leve, no existiendo flujos de lodo ni de detritos. Las viviendas no sufren pérdidas.



PELIGRO MEDIO: En el mapa es representado por color amarillo y corresponde a las zonas donde las inundaciones son regulares (hasta la rodilla) y la velocidad de escorrentía no representa una amenaza para las edificaciones. El transporte de sedimentos es regular y pueden existir flujos de lodo. Las viviendas pueden presentar pérdidas, dependiendo de su vulnerabilidad.

Las principales habilitaciones urbanas que se encuentran en peligro medio son: Urb. Santa María, Urb. Chacrasana, parte del AA.HH. Sierra Limeña, Coop. De Viv. El Jardín, Urb. Nueva Chosica (Zona Monumental), parte de la Urb. Moyopampa, Urb. Batasol, AA.HH. Señor de los milagros, AA.HH. San Juan de Bellavista, Asoc. Pablo Patrón, Urb. San Fernando Alto, Urb. Alameda de Chosica y la Urb. La Cantuta.

PELIGRO ALTO: En el mapa es representado por color naranja y corresponde a las zonas donde el terreno tiene una pendiente fuerte o ubicada a zonas aledañas a conos de deyección. La velocidad de escorrentía es intensa y daña las edificaciones, además puede presentar inundaciones de consideración (hasta la cadera). Las personas que se encuentran en las calles pueden sufrir lesiones graves e incluso morir. Las zonas de las laderas son afectadas por las cárcavas y pequeños cauces que afecta a la mayoría de viviendas, así como la caída de rocas. Hay grandes pérdidas económicas y daños a las personas.

Las principales habilitaciones urbanas que se encuentran en peligro alto son: AA.HH. Nicolás de Piérola, AA.HH. San Antonio de Pedregal, Asoc. San Miguel de Pedregal, Asoc. San José, parte de la Urb. Moyopampa, Asoc. Don Bosco, Asoc. Rayos de Sol, AA.HH. Mariscal Castilla, AA.HH. Virgen del Rosario, Asoc. de Viv. Sauce Grande, Urb. San Fernando Bajo, Coop. Villa del Sol y AA.HH. Los Libertadores.

PELIGRO MUY ALTO: En el mapa es representado de color rojo y corresponde a las zonas con pendiente fuerte y a los conos de deyección. Las edificaciones son afectadas directamente por los flujos de detritos que inundan las viviendas con lodo y material detrítico (mayor a la cadera). La velocidad de escorrentía es intensa y provoca daños graves e incluso podría destruir totalmente las edificaciones. Las personas no pueden ubicarse en las calles, ya que tendrían una muerte segura. Además son zonas donde el río Rímac puede desbordarse ocasionando inundaciones severas y generar grandes pérdidas materiales en los primeros pisos, así como también la erosión de las quebradas y el río Rímac es intensa, pudiendo causar colapso de las viviendas contiguas. Las grandes rocas ubicadas en los cerros podrían destruir totalmente las viviendas en sus laderas. Hay grandes pérdidas económicas, así como daños y pérdidas humanas.

Las principales habilitaciones urbanas que se encuentran en peligro muy alto son: AA.HH. Nicolás de Piérola, AA.HH. San Antonio de Pedregal, AA.HH. Libertad, AA.HH. Moyopampa, Asoc. Comité Hogar Buenos Aires, Asoc. María Parado de Bellido, Asoc. Villa Don Bosco, Asoc. Rayos de Sol, AA.HH. Mariscal Castilla, Asoc. Pablo Patrón, Asoc. Clorinda Málaga de Prado, AA.HH. Virgen del Rosario, Asoc. de Viv. Sauce Grande, AA.HH. El Rímac, AA.HH. Santo Domingo, La Universidad Enrique Guzmán y Valle “La Cantuta”, el club Regatas y las zonas contiguas al cauce de las quebradas y el río Rímac.

5.2 ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Para poder realizar un estudio de riesgo sísmico y lluvias intensas, es necesario contar con información de las características físicas de las edificaciones, el cual ayudará a estimar el nivel de vulnerabilidad; por lo tanto, estimar el daño ante la posible ocurrencia de un fuerte movimiento sísmico o ante los peligros generados por las lluvias intensas.

En primer lugar, entre los meses de Diciembre de 2015 y Enero de 2016, se realizó una encuesta para conocer el nivel de resiliencia de la población, obteniendo un total de 593 encuestas en diferentes zonas del área urbana de Chosica.

Para la obtención de los datos de campo, se hizo uso de fotografías, ya que mediante ellas se puede observar las características físicas de las viviendas. La base de datos se plasmó directamente en la tabla de atributos del ArcGIS 10.2. Primero se hizo uso del Street View de Google, ya que este cuenta con fotografías actualizadas al año 2014 y posteriormente se realizó un levantamiento fotográfico y de video vivienda por vivienda de las zonas restantes, así como la verificación de construcciones y modificaciones de las viviendas en las zonas que abarca el Street View de Google. Este levantamiento se realizó entre los meses de Mayo y Agosto del año 2016.

Las características físicas tomadas en cuenta, se ha basado en experiencias de otros estudios, así como trabajos realizados anteriormente por INDECI y los que viene desarrollando actualmente el CENEPRED.

Cabe resaltar que en este capítulo solo se describen las características físicas de las edificaciones, ya que para la evaluación de la vulnerabilidad se realiza la ponderación de acuerdo al “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales”

elaborado por el CENEPRED (2015), así como otras variables adicionadas por estudios como el de Ochoa (2012) y Castro (2014). Además, las características que se toman en cuenta, así como las ponderaciones son distintas de acuerdo al tipo de peligro, ya que los efectos originados por sismos son distintos a los peligros originados por lluvias intensas.

5.2.1 Estadística de las características físicas de las edificaciones

En el área urbana de Chosica se realizó el levantamiento de información de 11571 lotes, de los cuales 10934 están contruidos, 617 lotes están sin construir o en construcción y 27 lotes no fueron analizados (ver gráfico N° 1).

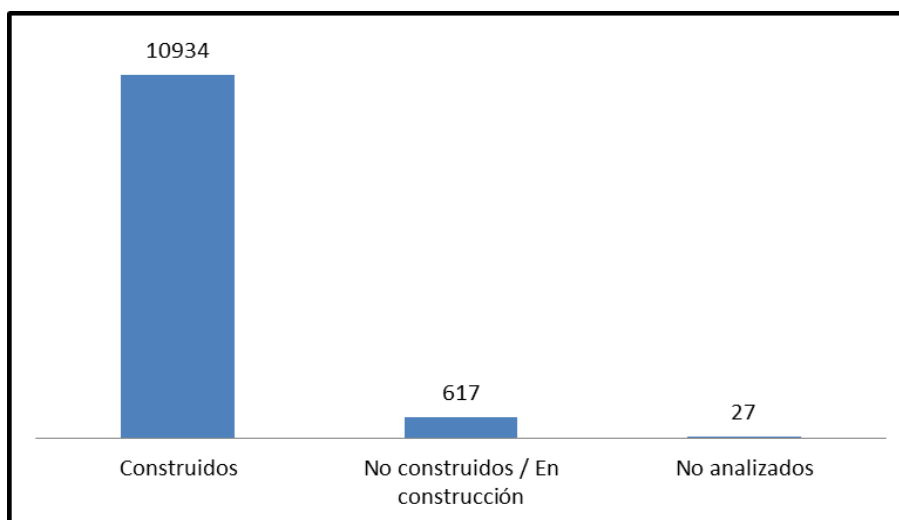


Gráfico N° 1: Número de lotes contruidos, no contruidos y en construcción (Fuente: propia)

Los 27 lotes no analizados en el área de estudio se debieron a 2 motivos, el primero porque no se tuvo acceso a los lotes por ser privados y el otro por seguridad e integridad física.

Las principales características físicas de las viviendas que se toman en cuenta para la evaluación de la vulnerabilidad en el área urbana de Chosica son:

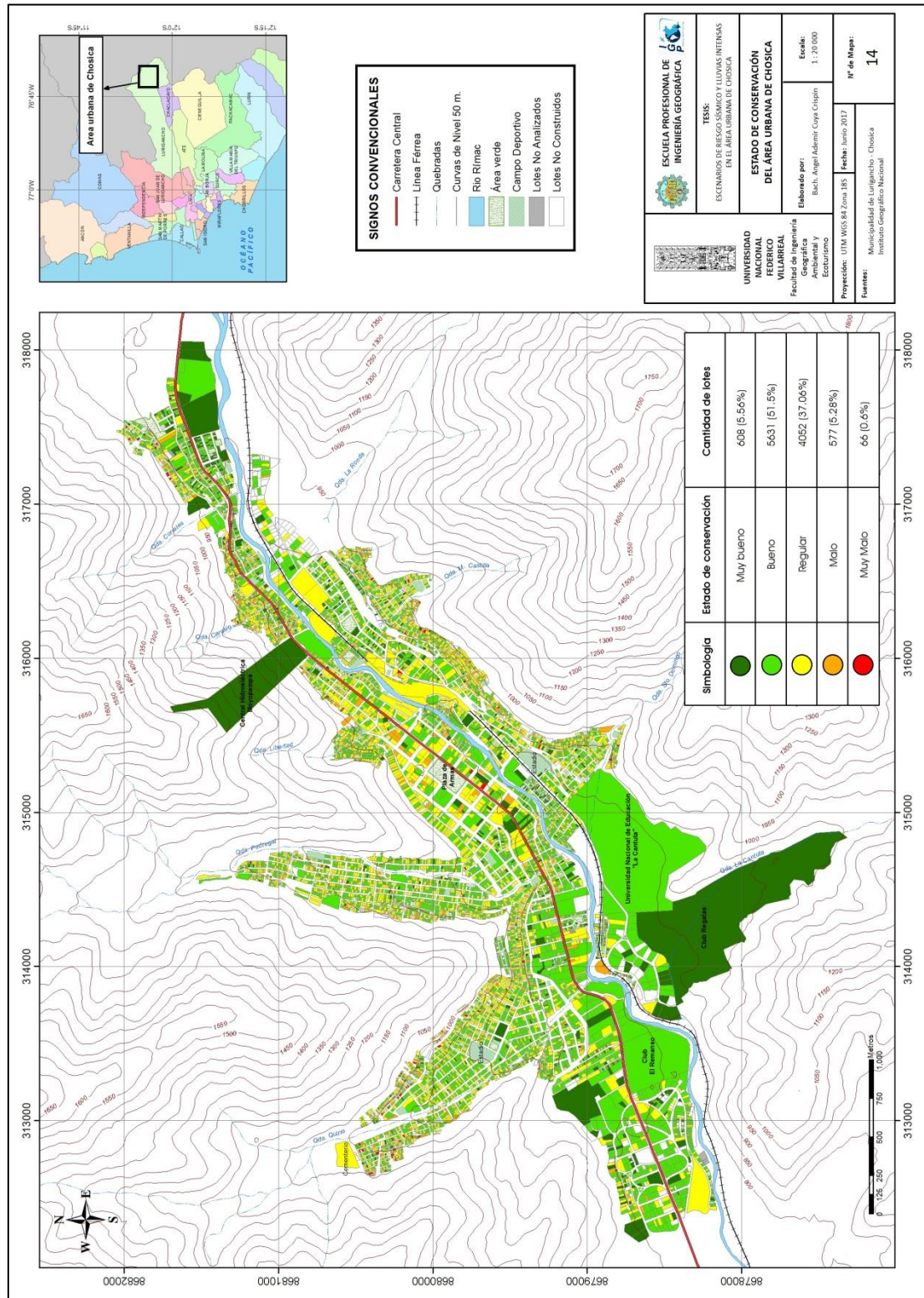
- Estado de conservación
- Material de construcción
- Número de pisos
- Configuración geométrica en planta
- Configuración geométrica en elevación
- Material de techo
- Pendiente
- Volado
- Tipo de edificación

A. Estado de conservación

La antigüedad de las construcciones, los sismos históricos, la actividad antrópica, así como el mal diseño de la construcción, hacen que las edificaciones sufran deterioros en su estructura y su resistencia.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 608 se encuentran en excelente estado de conservación, 5631 con un buen estado de conservación, 4052 con un estado de conservación regular, 577 con un estado de conservación mala y 66 lotes con un estado de conservación paupérrimo (ver mapa N° 14 y gráfico N° 2).

La mayor parte de las viviendas que tienen un estado de conservación entre regular y muy malo, se encuentran en la zona monumental de Chosica y en las laderas de los cerros. La primera zona se debe por la antigüedad de las construcciones (ver fotografía N° 29) y la otra zona debido al mal diseño constructivo, así como los materiales deteriorados para su construcción (ver fotografía N° 30).



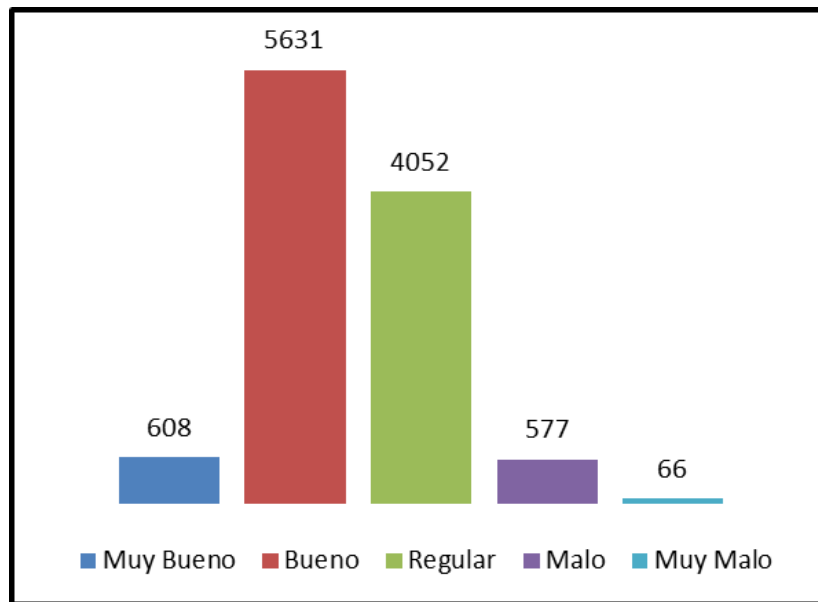


Gráfico N° 2: Número de lotes según su estado de conservación (Fuente: propia)



Fotografía N° 29: Vivienda de adobe en pésimo estado de conservación (Fuente: propia)



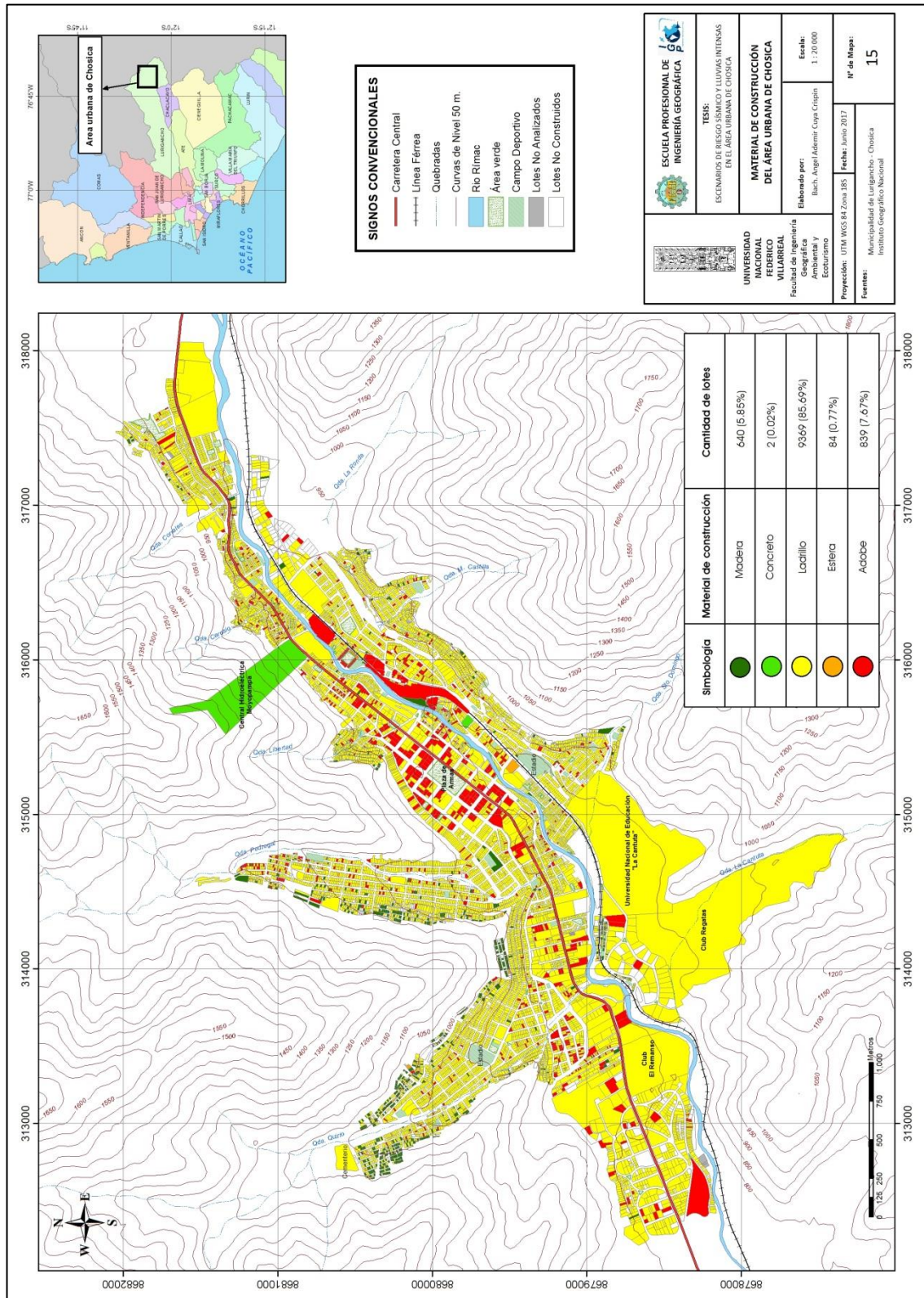
Fotografía N° 30: Vivienda de madera con un estado de conservación malo (Fuente: propia)

B. Material predominante

El material predominante de una construcción es una de las características más importantes para la estimación de la vulnerabilidad. Este será distinto para los sismos que para los peligros generados por las lluvias intensas.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 640 son de madera, solo 2 son de concreto (Coliseo y la Central hidroeléctrica), 9369 son de ladrillo, 84 son de estera y 839 son de adobe (ver mapa N° 15 y gráfico N° 3).

La mayoría de los lotes que tienen sus construcciones de adobe se encuentran en la zona monumental de Chosica. Aquellos lotes que son de madera y estera se encuentran mayormente en la ladera de los cerros de la quebrada Quirio y Pedregal. Por último, los lotes contruidos de ladrillo se encuentran distribuidos uniformemente en toda el área urbana de Chosica (ver fotografía N° 31).



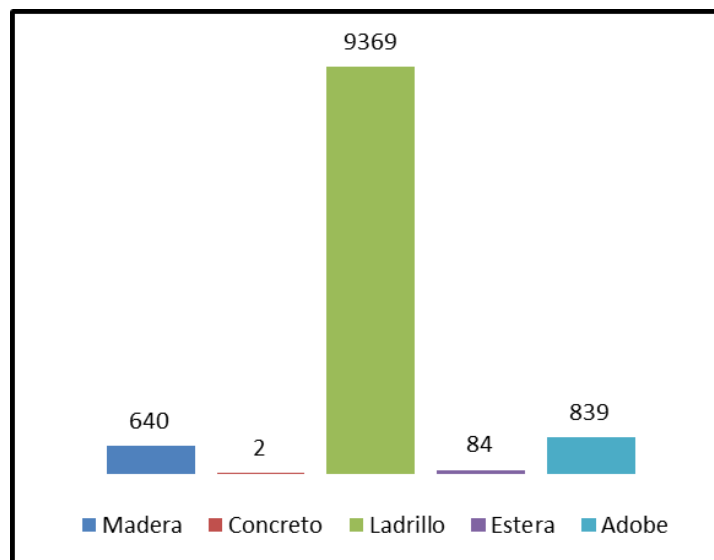


Gráfico N° 3: Número de lotes según su material predominante (Fuente: propia)



Fotografía N° 31: En la parte superior izquierda, viviendas de ladrillo que representan la mayoría de las construcciones. En la parte superior, viviendas de madera en las laderas de los cerros. En la parte izquierda, viviendas de adobe que se encuentran mayormente en la zona monumental de Chosica (Fuente: propia).

C. Número de pisos

La ciudad de Chosica al no ser una ciudad comercial ni financiera, como lo son San Isidro, Miraflores, etc. no presenta construcciones con grandes cantidades de pisos.

El número de pisos es una característica importante ya que determina el peso que tienen que soportar los primeros pisos, además los suelos tienen capacidad de soportar cierto límite de peso, ya que podría producirse un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo ante un sismo. Por otro lado, para los peligros generados por las lluvias intensas, aquellas viviendas con pocos pisos son más vulnerables, pues no tienen lugares de refugio adicional, y no tienen espacio suficiente para mover los objetos afectados a pisos posteriores.

En el área urbana de Chosica, de los lotes analizados, 4344 presentan edificaciones de 1 piso, 3977 lotes presentan edificaciones de 2 pisos, 2070 lotes cuentan con edificaciones de 3 pisos, 484 lotes presentan edificaciones de 4 pisos, 54 presentan 5 pisos y solo 5 presentan edificaciones de 6 pisos (ver mapa N° 16 y gráfico N° 4).

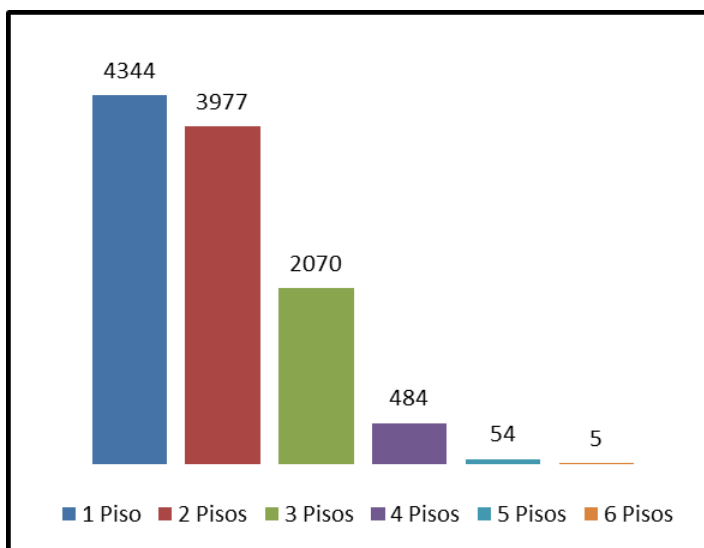
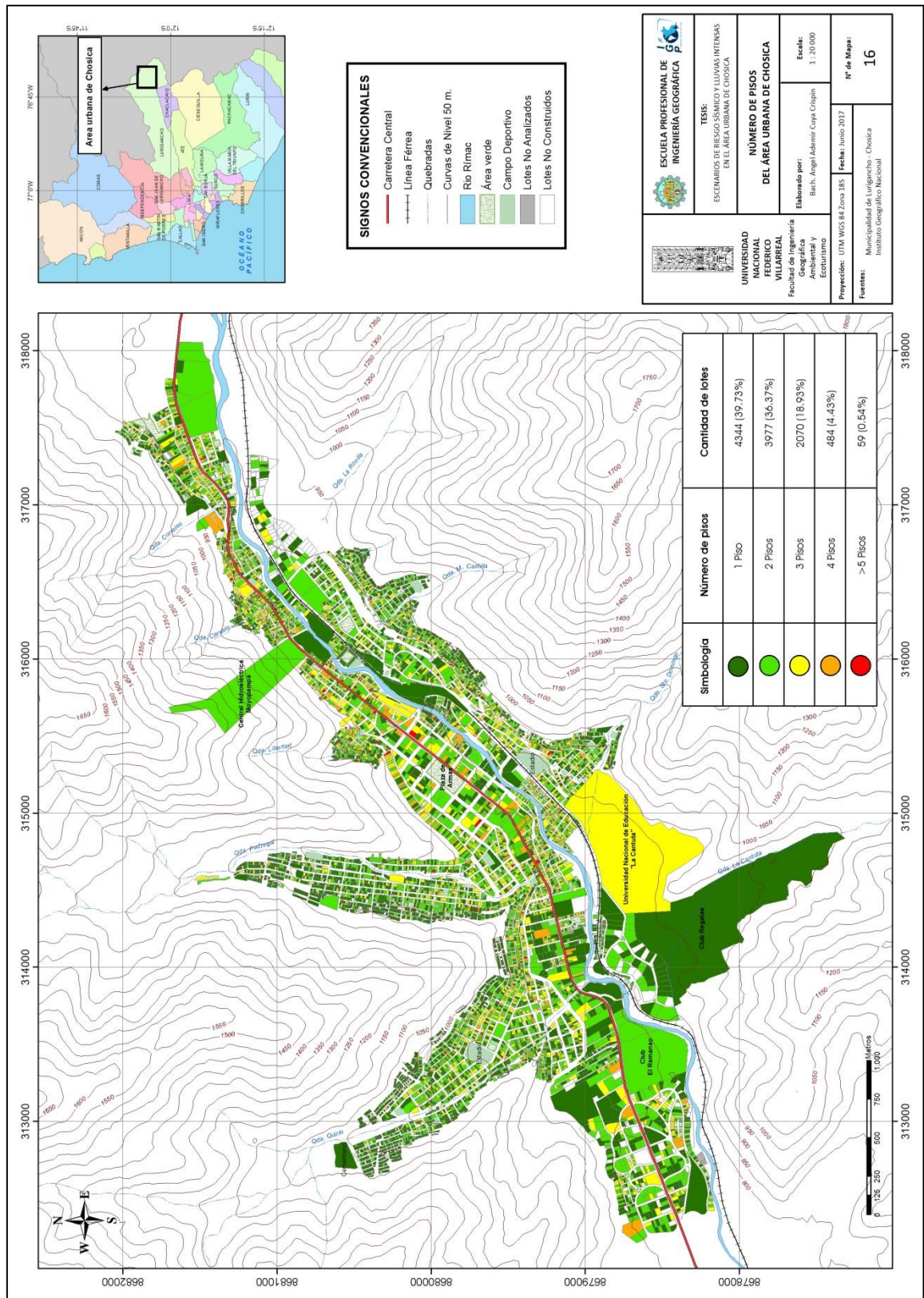


Gráfico N° 4: Número de lotes según número de pisos (Fuente: propia)





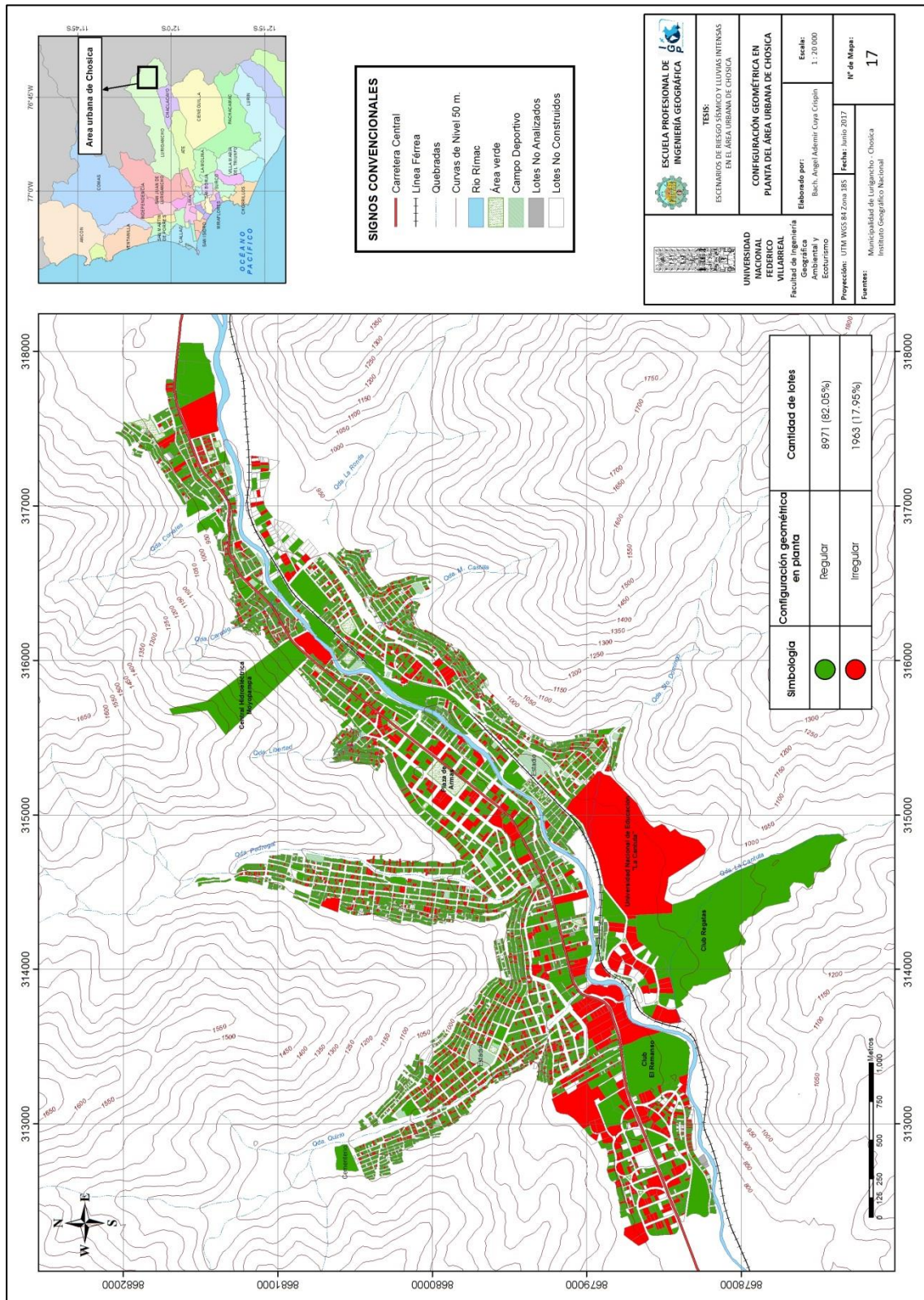
Fotografía N° 32: Construcciones de 5 y 6 pisos en la ciudad de Chosica (Google Earth, 2014)

D. Configuración geométrica en planta

Esta característica solo será utilizada para determinar la vulnerabilidad sísmica, pues no causa ningún efecto para los peligros generados por las lluvias intensas.

Aquellas construcciones que presentan diseños en planta de forma irregular; es decir, en forma de “L” (ver fotografía N° 33), “C”, “T”, “U”, “E”, “H” e “I”, no responden de una manera óptima cuando se presenta un movimiento sísmico; por lo tanto, es preferible que al construir o ampliar alguna vivienda, se opten por diseños simples, regulares y continuas, pues tendrán un mejor comportamiento en caso de un sismo.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 8971 de las construcciones presentan una configuración en planta regular y 1963 con una configuración geométrica irregular (ver mapa N° 17 y gráfico N° 5).





Fotografía N° 33: Vivienda con una configuración geométrica irregular en planta (Google Earth, 2014)

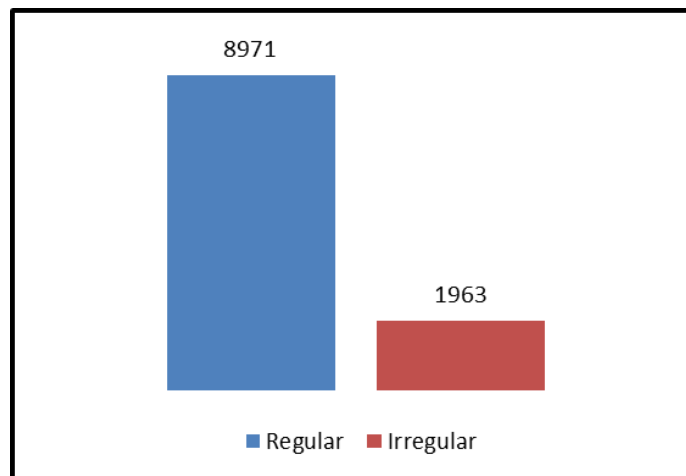


Gráfico N° 5: Número de lotes según su configuración geométrica en planta (Fuente: propia)

E. Configuración geométrica en elevación

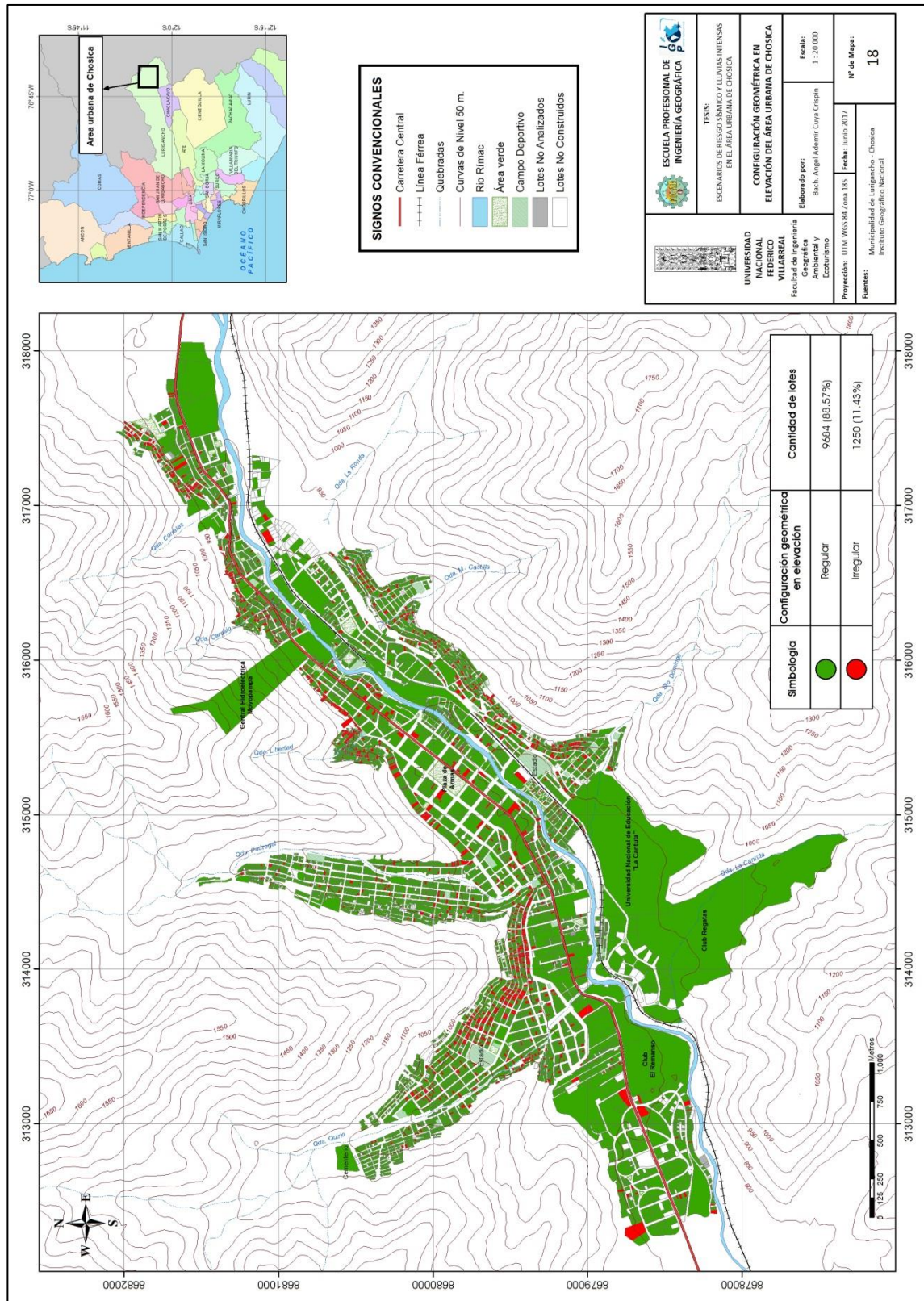
Al igual que la configuración geométrica en planta, esta característica solo será utilizada para la vulnerabilidad sísmica, pues no causa ningún efecto para los peligros generados por las lluvias intensas.

Aquellas construcciones que no tienen proporción de base con altura (proporción mayor de 3 a 1), que presentan escalonamientos abruptos en los pisos superiores (ver fotografía N° 34), y que presentan piso débil (piso inferior es más débil que las plantas superiores), tienden a sufrir más daños cuando se producen sismos, es por ello que es preferible evitar construcciones con este tipo de estructuras.



Fotografía N° 34: Viviendas con una configuración geométrica irregular en elevación. En el lado izquierdo una vivienda que no tiene proporción de base con altura y la segunda con escalonamientos abruptos (Fuente: propia)

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 9684 de las construcciones presentan una configuración geométrica en elevación regular y 1250 lotes con una configuración geométrica en elevación irregular (ver mapa N° 18 y gráfico N° 6).



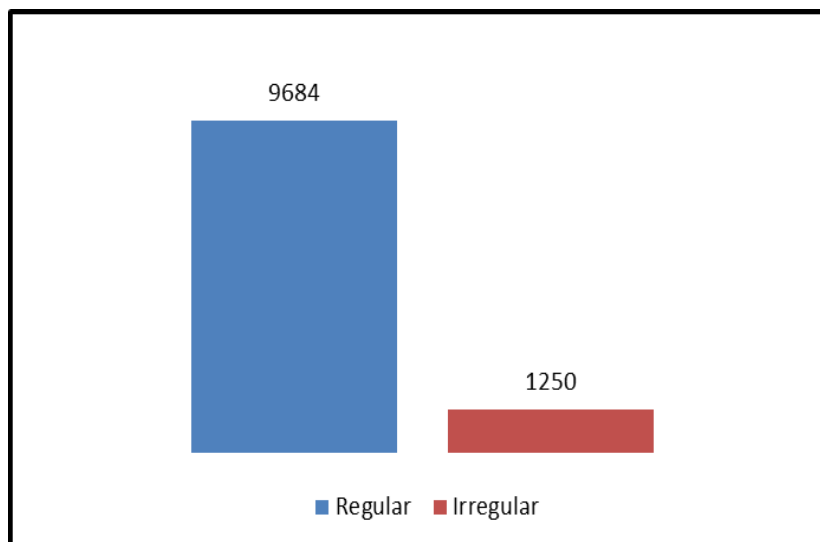
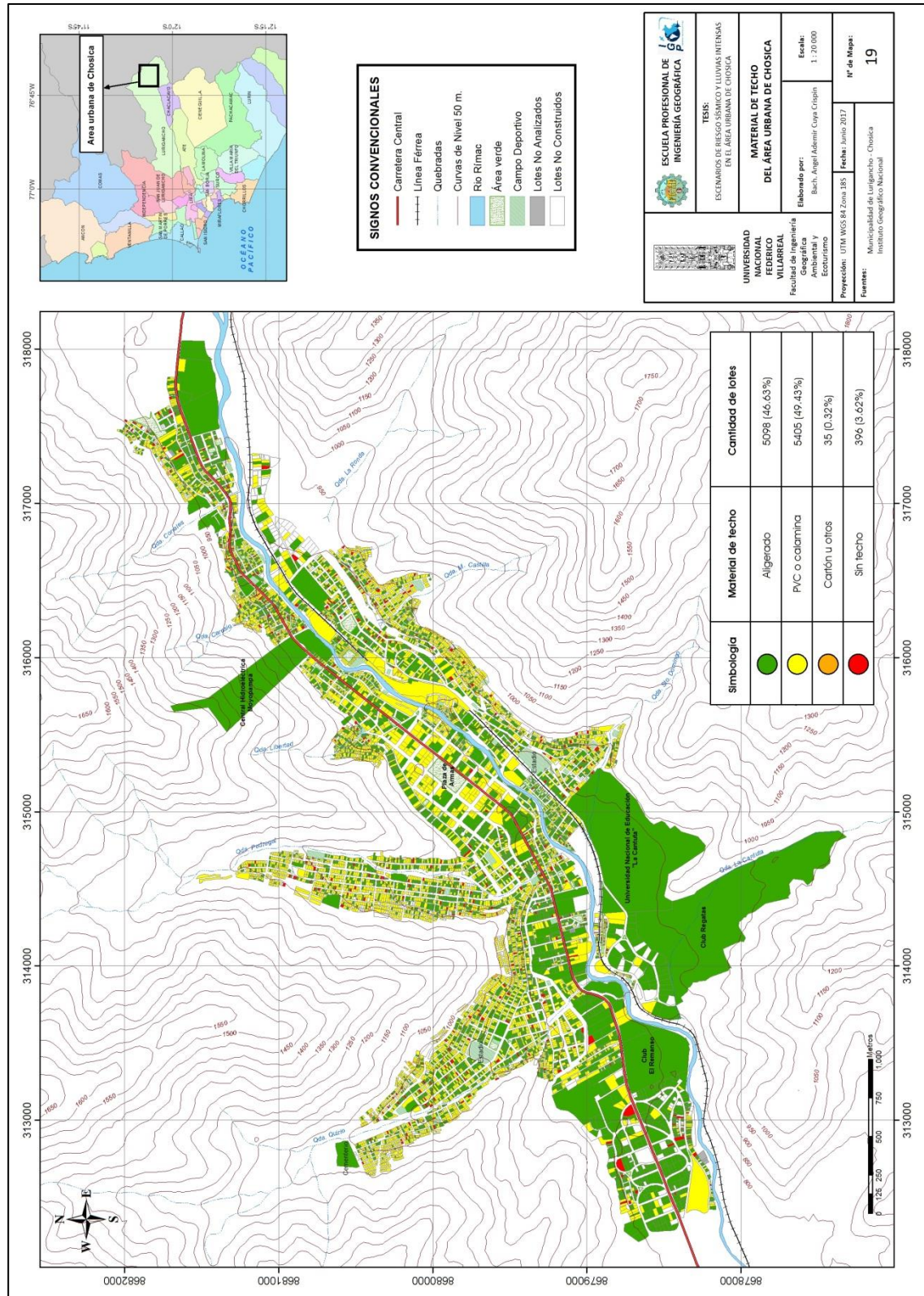


Gráfico N° 6: Número de lotes según su configuración geométrica en elevación (Fuente: propia)

F. Material de techo

El material de techo de una vivienda permite conocer el grado de vulnerabilidad frente a las lluvias, ya que este es la estructura que evitará que la vivienda se llene de agua. Así mismo, para la vulnerabilidad sísmica proporciona indicios que si una vivienda no cuenta con techo aligerado, quiere decir que no cuenta con una viga de amarre, por el cual la vivienda será más vulnerable.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 5098 presenta el techo de material aligerado (viguetas, losa y ladrillos huecos), 5405 lotes tienen los techos de plancha de PVC (conocido como “Eternit”) y Calamina, 35 lotes presentan techos con materiales de cartón u otros, y por último 396 lotes no presentan techo. (Ver mapa N° 19 y gráfico N° 7)



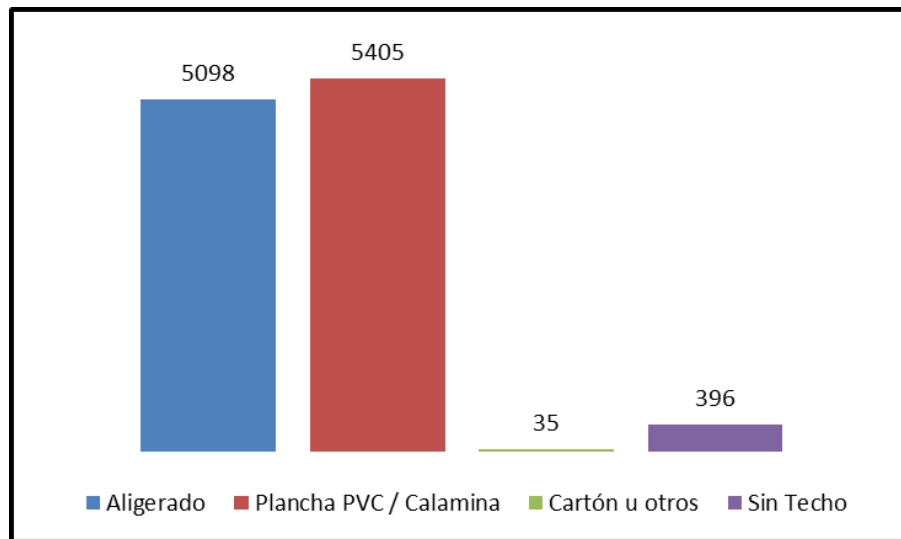


Gráfico N° 7: Número de lotes según su material de techo (Fuente: propia)

En la fotografía N° 35 se observa la gran variabilidad de techos que puede haber en un pequeño grupo de edificaciones, dando a entender que la población no cumple con los reglamentos de construcción, especificados en la norma E-030.



Fotografía N° 35: Diferentes materiales de techo (Fuente: propia)

G. Pendiente

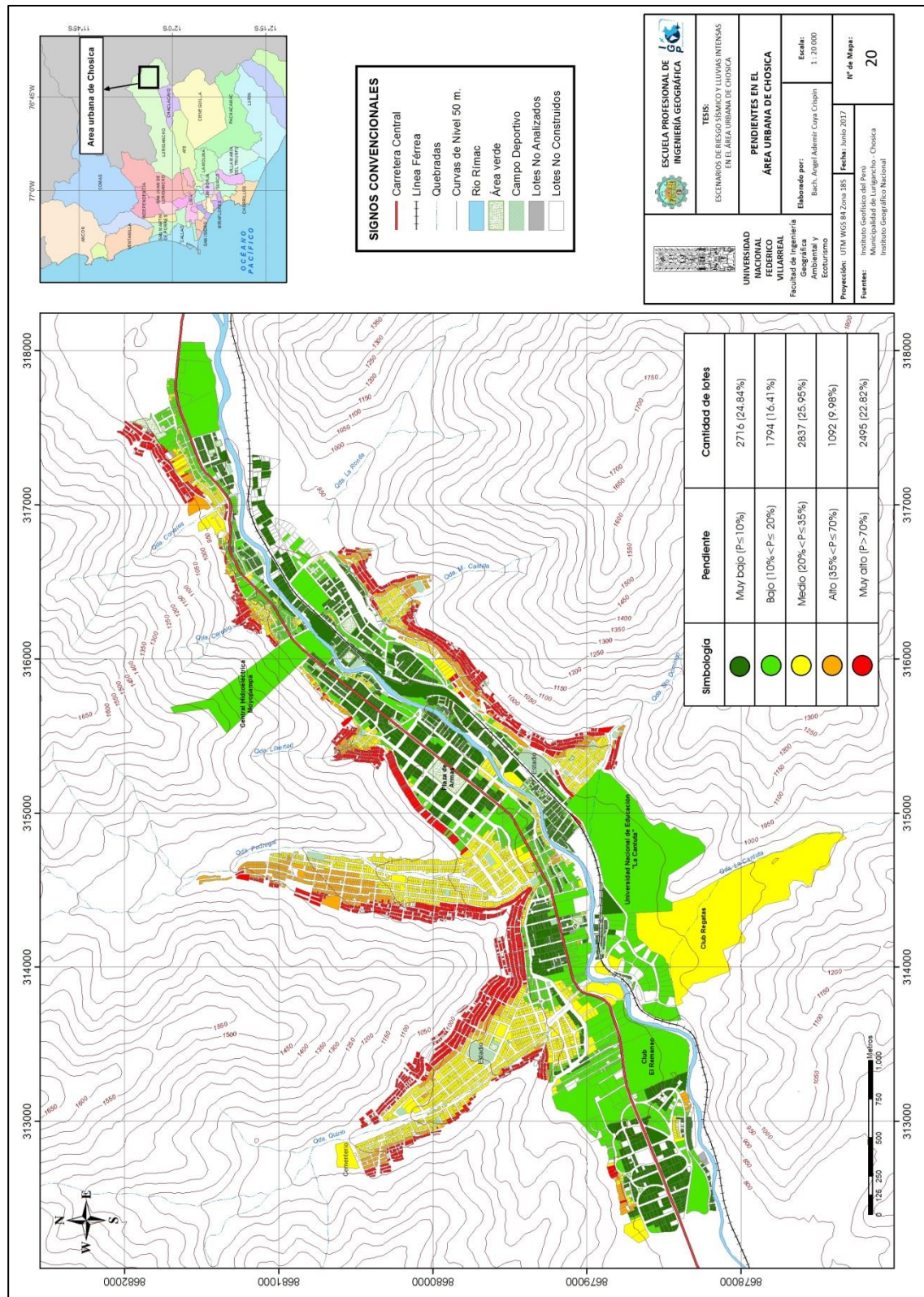
Aquellas viviendas que son construidas en pendientes elevadas, son más propensas a sufrir el empuje lateral que ejerce el terreno sobre las viviendas; por lo tanto, son más vulnerables ante un sismo. Esto no sucede cuando las viviendas están asentadas sobre terrenos planos o con poca pendiente.

Cuando se producen lluvias intensas, este factor hace que los flujo de lodo y de detritos sea de mayor velocidad, por lo tanto, mayor destrucción. Pero esta variable no es tomada en cuenta para la vulnerabilidad por lluvias intensas, debido a que esta variable sirvió a las entidades especializadas para la evaluación de peligro.

Para pendientes muy bajas se ha considerado una pendiente menor a 10%, para pendientes bajas de 10 a 20%, para pendientes medias de 20 a 35%, para pendientes altas de 35 a 70% y para pendiente muy altas mayores a 70%.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados, 2716 lotes en encuentran sobre pendiente muy baja, 1794 sobre pendientes baja, 2837 de los lotes se encuentran sobre pendiente media, 1092 lotes sobre pendiente alta y 2495 de los lotes se encuentran ubicadas sobre pendiente muy alta. (Ver mapa N° 20 y gráfico N° 8)

Las viviendas que se encuentran mayormente en pendiente bajas y muy bajas se encuentran en ambas márgenes del río Rímac conformado por las terrazas fluviales, aquellas viviendas que se encuentran en pendientes medias y altas se encuentran mayormente en las zonas aledañas a las quebradas como Quirio, Pedregal, Carossio, etc. y las viviendas que se encuentran en pendientes muy altas son aquellas que se encuentran en las laderas de los cerros (ver fotografía N° 36).



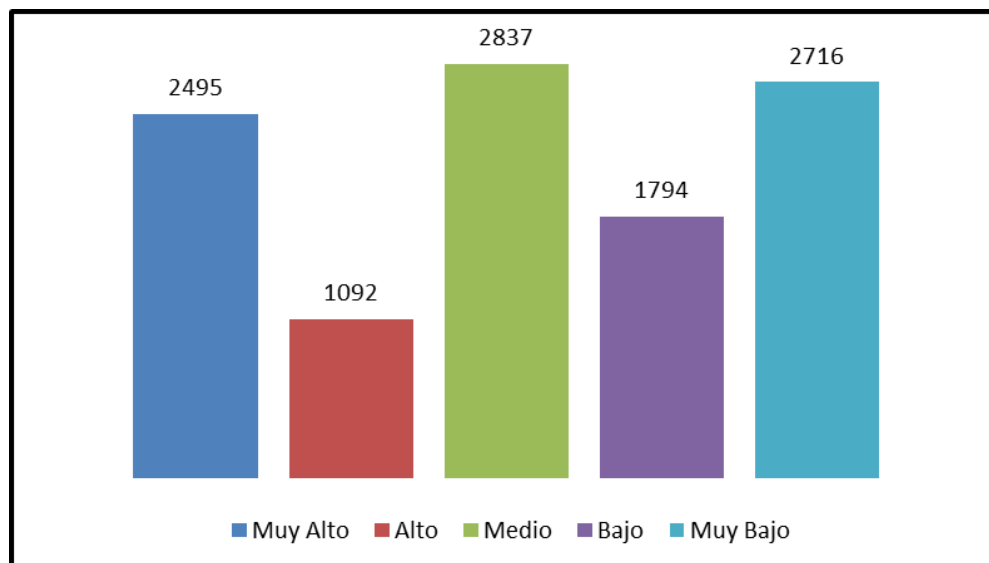
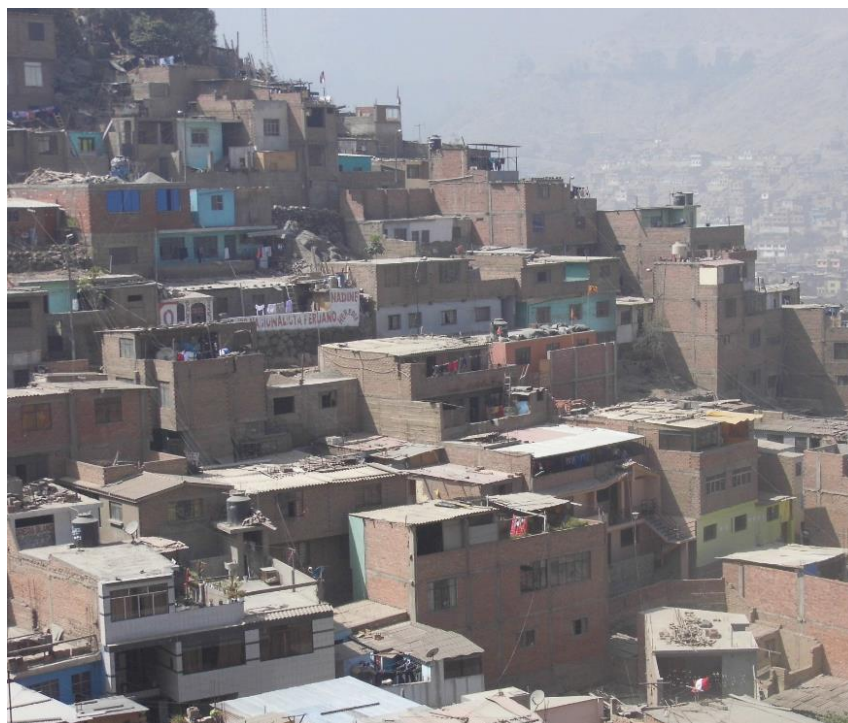


Gráfico N° 8: Número de lotes según su nivel de pendiente



Fotografía N° 36: Viviendas asentadas en las laderas de los cerros en el AA.HH. La Libertad (Fuente: propia)

H. Volado

Esta variable solo será utilizada para determinar la vulnerabilidad sísmica, pues no surge efecto alguno ante los peligros por lluvias intensas.

La presencia de los volados hacen que una construcción sea más vulnerable debido a que en sismos pasados de fuerte magnitud, se ha observado que por la presencia de estos, la construcción tiende a sufrir inclinamiento debido a la carga extra que presenta. Además, la carga extra del piso superior no está sostenida sobre vigas o muros y hace que la construcción sea más vulnerable aún.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados (ver mapa N° 21y gráfico N° 9), 6505 no presentan volado y 4429 si presentan volado (ver fotografía N° 37).

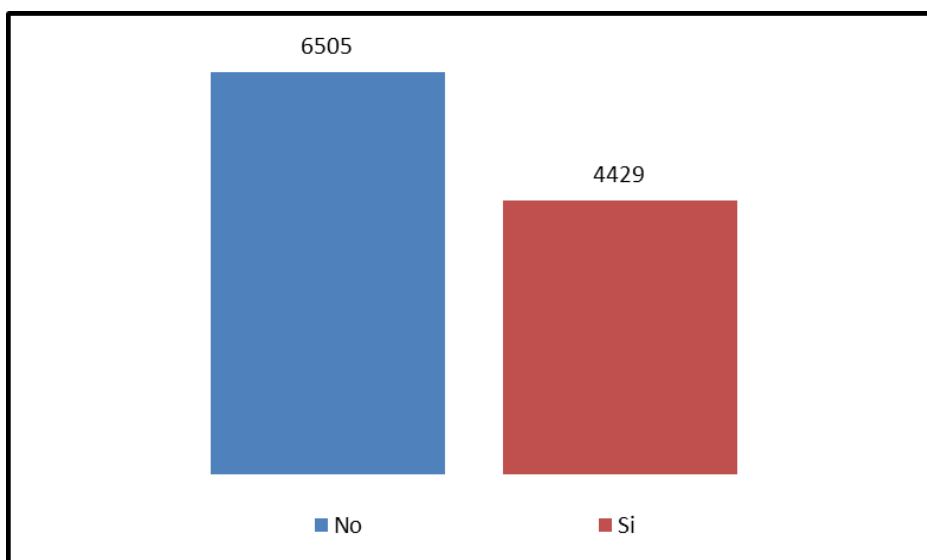
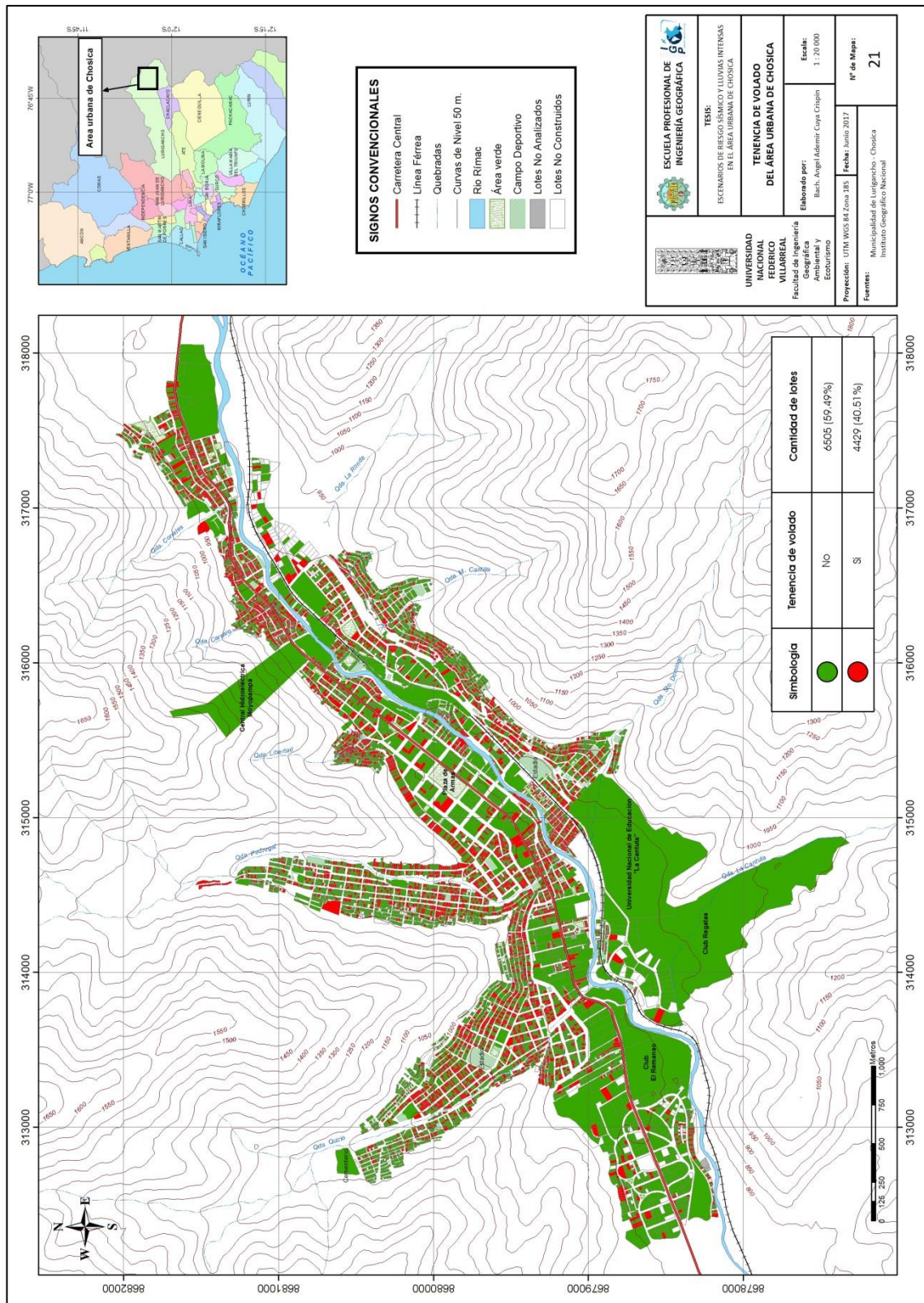


Gráfico N° 9: Número de lotes según tenencia de volado (Fuente: propia)





Fotografía N° 37: Presencia de volados, tanto en asentamientos humanos como en residenciales

I. Tipo de edificación

El tipo de edificación de la vivienda también es importante ya que el factor determinante será la evacuación. Para los lotes que son de casa habitación y viviendas multifamiliares horizontales les será más fácil evacuar cuando se produzca un sismo, ya que estas tienen pocas personas y pocos pisos; pero para aquellos lotes que son multifamiliares verticales, la evacuación será más complicada debido a que viven más personas y se encuentran sobre viviendas mayor a 2 pisos. Por último, los lotes que tienen otros usos como comercios, colegios, hospitales, restaurantes, mercados, etc. son más vulnerables debido a la gran cantidad de personas que albergan, se les hace más difícil realizar la evacuación de producirse un sismo de gran magnitud.

Ante la ocurrencia de lluvias intensas, una mayor cantidad de personas será más beneficioso, ya que entre más personas hayan en un predio, habrá mayor apoyo para las labores de protección, sea tanto para evitar la filtración de agua y/o lodo en la

vivienda o para mover objetos que tienden a dañarse por el agua a lugares más seguros de la vivienda.

En el área urbana de Chosica, de los 10934 lotes analizados (ver mapa N° 22 y gráfico N° 10), 10 son clubes recreacionales, 7844 son casa habitación, 412 de los lotes son viviendas multifamiliares horizontales (ver fotografía N° 38), 2186 son viviendas multifamiliares verticales y por último 482 de los lotes tienen otros usos, como mercados, colegios, hospitales, etc. (ver fotografía N° 39)

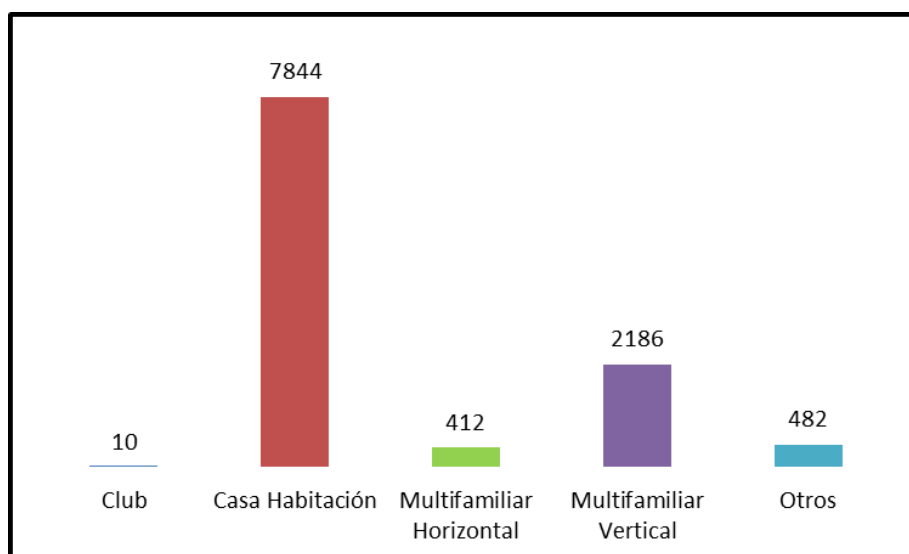
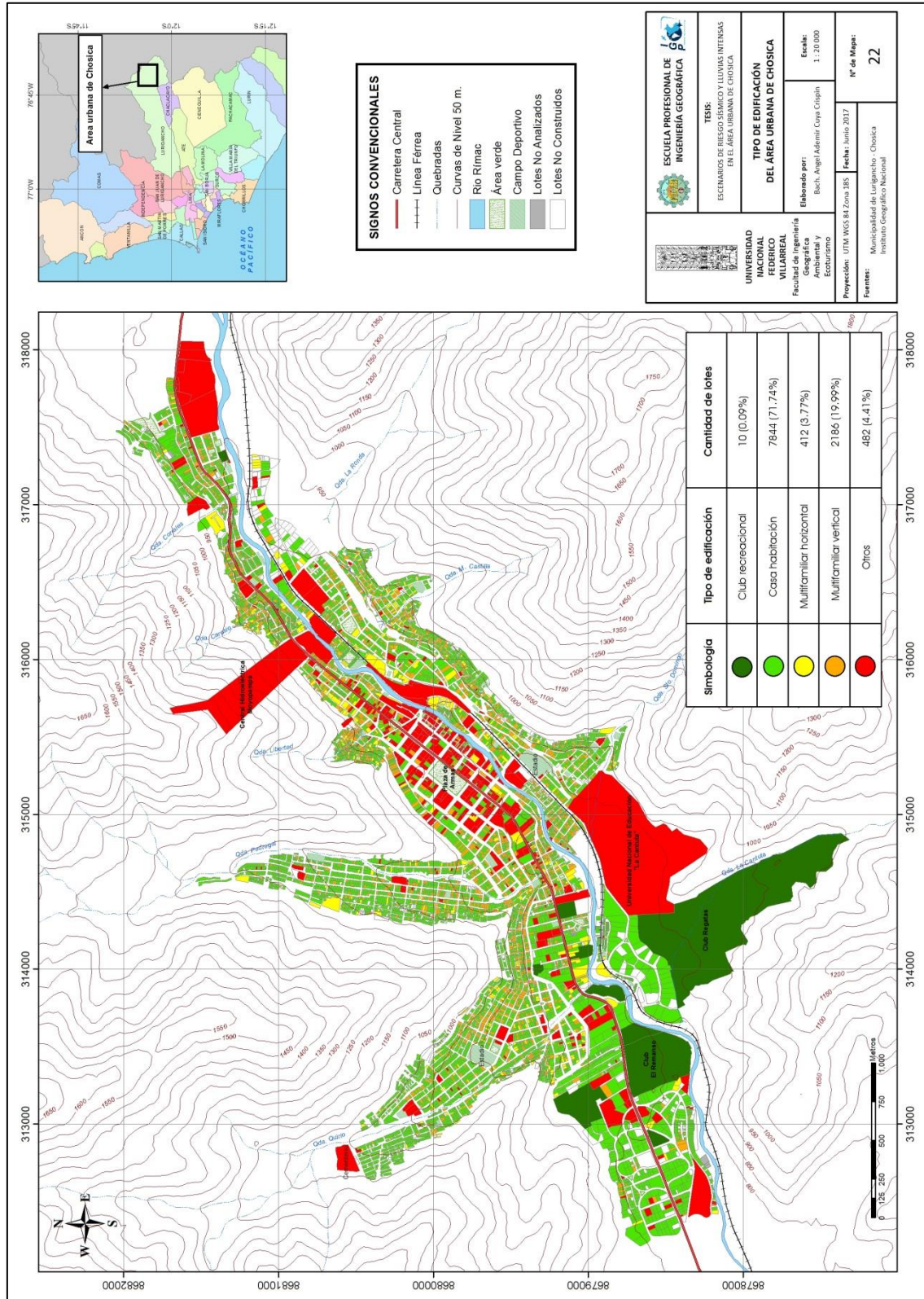


Gráfico N° 10: Número de lotes según su tipo de edificación (Fuente: propia)



Fotografía N° 38: Pequeña quinta en el AA.HH. Nicolás de Piérola (Google Earth, 2014)





Fotografía N° 39: En la parte superior, viviendas multifamiliares verticales (fuente propia) y en la parte posterior, uno de los mercados de la urb. Nueva Chosica (Google Earth, 2014)

5.2.2 Encuesta para la determinación del nivel de resiliencia de la población

Como se mencionó en el capítulo III “Materiales y métodos”, se realizó un total de 593 encuestas para determinar el nivel de resiliencia de la población; es decir, para determinar el nivel de preparación de una persona en cuanto a prevención, respuesta y rehabilitación de los peligros que se originan en el área urbana de Chosica.

La primera pregunta “¿Usted dispone de una mochila de emergencia?”, es una de las preguntas en que uno puede determinar, que tanto una familia está preparada ante la ocurrencia de desastres, pues la carencia de alimentos, bebidas y otros elementos de primera necesidad, es una de las cosas que siempre sucede cuando ocurre un desastre.

De las 593 personas encuestadas, solo 49 personas afirman contar con su mochila de emergencia, el resto no (ver gráfico N° 11). Este dato es muy preocupante, pues la mochila de emergencia es uno de los elementos básicos post desastre, y proporciona un indicio de la preocupación que tiene la población en cuanto a la problemática de los desastres.

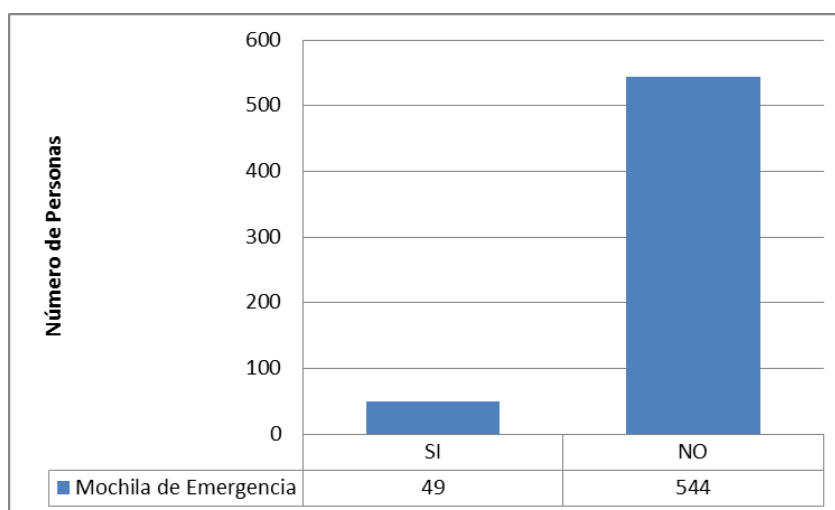


Gráfico N° 11: Cantidad de personas que cuentan con mochila de emergencia (Fuente: propia)

La segunda pregunta “¿Ha participado en simulacros de sismos y/o huaicos?”, permite conocer si la persona sabe como reaccionar y cual es el procedimiento que se debe realizar cuando se produce algún sismo o lluvias intensas en el área urbana de Chosica.

De las 593 personas encuestadas (ver gráfico N° 12), más de la mitad de la personas (322 personas) afirman haber participado en algún simulacro. Sin embargo, la mayoría de las personas que afirmaba participar en simulacros, era porque se realizaba en su centro de labores y/u otros lugares, mas no en sus propias viviendas.

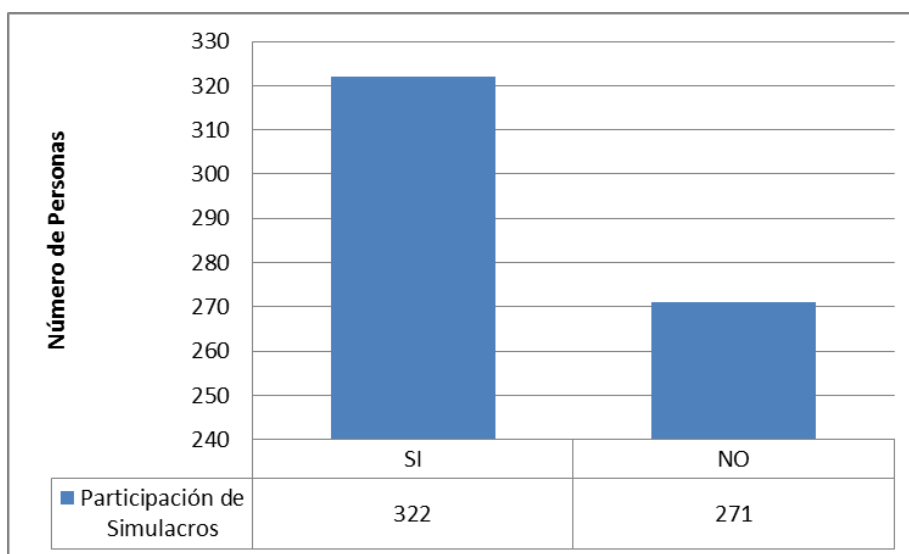


Gráfico N° 12: Cantidad de personas que participaron en simulacros (Fuente: propia)

La tercera pregunta “¿Cuenta con otra vivienda donde alojarse de quedar su vivienda muy dañada?”, permite entender que la familia propietaria de la vivienda, en una última instancia, podría ir a permanecer en otra vivienda, y no sufrir las consecuencias que vivirían otras familias como por ejemplo, dormir en la calle o sufrir la falta de alimentos.

De las 593 personas encuestadas, solo 141 personas indican que podrían alojarse en otra vivienda, en caso su vivienda quedara inhabitable (ver gráfico N° 13). En algunos casos, las personas encuestadas indicaban que estaban seguras que algún familiar o amistad los podrían alojar temporalmente.

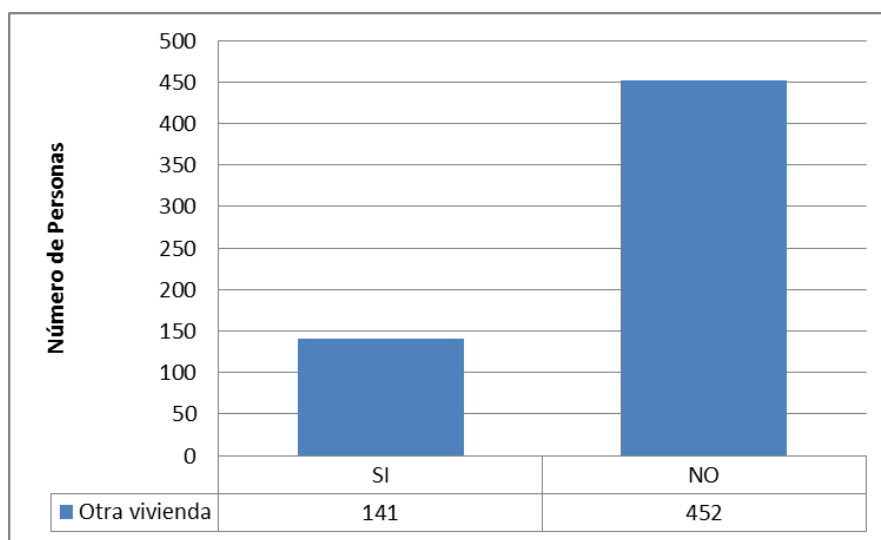


Gráfico N° 13: Cantidad de personas que pueden vivir en otra vivienda (Fuente: propia)

La cuarta pregunta “¿Podría afrontar económicamente de producirse un desastre?”, permite conocer el nivel económico (conocido también como vulnerabilidad económica) de la familia, y de esta manera saber si los jefes de la familia pueden solventar los gastos de las necesidades básicas después de ocurrido un determinado peligro.

De las 593 personas encuestadas, 370 personas indican que podrían solventar los gastos básicos en caso de producirse un desastre (ver gráfico N° 14). El resto de personas indican que necesitarían apoyo por parte del gobierno o de sus allegados.

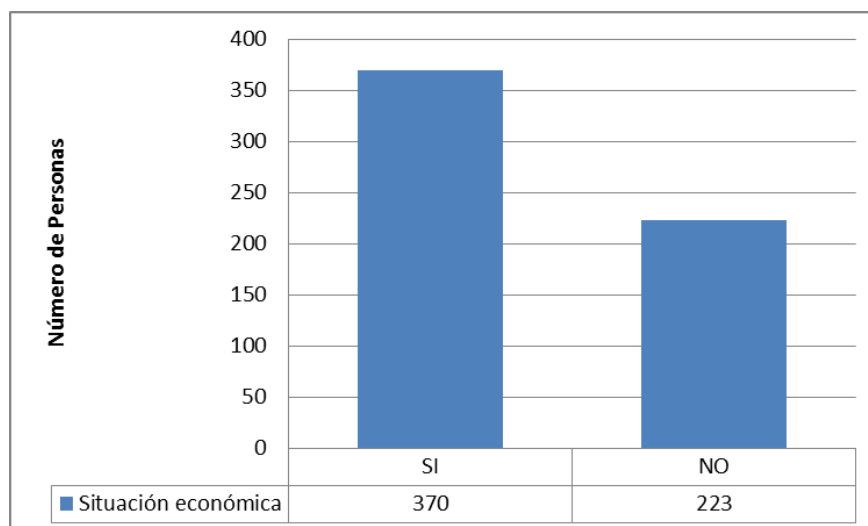


Gráfico N° 14: Cantidad de personas que pueden solventar sus gastos post desastre (Fuente: propia)

La quinta pregunta “¿Conoce usted los números de emergencia?”, permite conocer el grado de interés que tiene la persona en saber los números telefónicos más importantes en caso de emergencias (compañía de bomberos, la policía nacional del Perú y/o ambulancias). Las entidades antes mencionadas son aquellas encargadas de brindar la ayuda necesaria de producirse un desastre, así como otros tipos de incidentes, cuando la vida humana se encuentra en riesgo.

De las 593 personas encuestadas, solo 180 afirma que conoce los números de emergencia (ver gráfico N° 15). Algunas de las personas encuestadas solo conocían uno de los números de emergencia, ya sea sólo el de los bomberos, policía, ambulancia. Algunos conocían el número de serenazgo de la zona. Se ha considerado como respuesta positiva a aquellas personas que conocían los números principales como el de la policía y la de los bomberos (105 y 116 respectivamente).

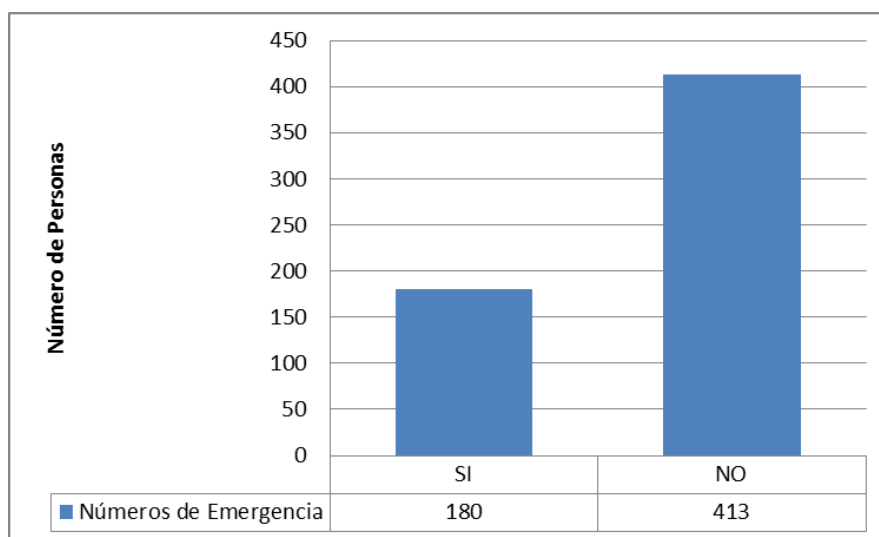


Gráfico N° 15: Cantidad de personas que conocen los números de emergencia (Fuente: propia)

Y la última pregunta “¿Conoce usted los lugares de refugio o lugares más seguros cuando se producen lluvias intensas?”, permite conocer si la población, que en su mayoría fueron afectados por los peligros a causa de las lluvias intensas, sabe a donde refugiarse y permanecer en una zona protegida (cuando se encuentran en la calle).

De las 593 personas encuestadas, 348 personas afirman conocer los lugares más seguros, o simplemente en la zona donde viven no se producen estos peligros con mucha intensidad; por lo tanto no es necesario realizar una evacuación (ver gráfico N° 16). Las personas restantes (245 encuestados) no conocen un lugar específico a donde evacuar y mucho menos una ruta adecuada cuando se producen los flujos de lodo y detritos. Los pobladores indican que los flujos aparecen por todos lados, sin poder dirigirse a otras zonas.

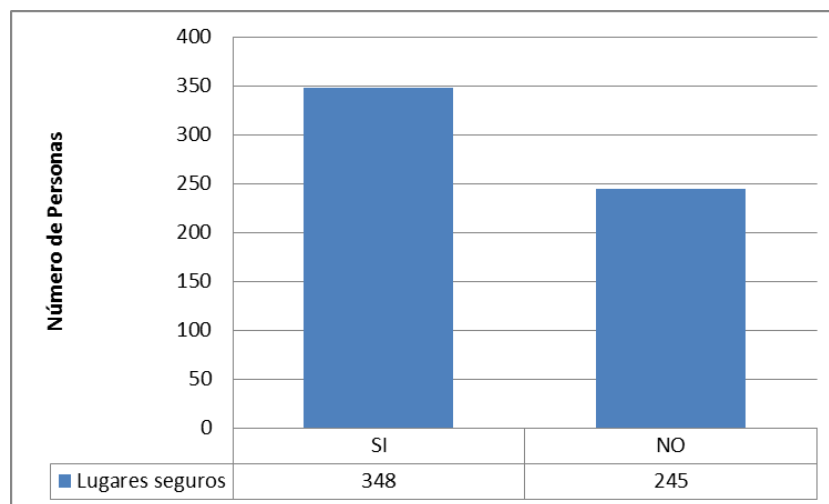


Gráfico N° 16: Cantidad de personas que conocen los lugares seguros (Fuente: propia)

A continuación, el Cuadro N° 14 resume las preguntas y las respuestas dadas por la población encuestada del área urbana de Chosica.

Cuadro N° 14: Encuesta realizada en el área urbana de Chosica (Fuente: propia)

Preguntas realizadas	SI	NO
¿Usted dispone de una mochila de emergencia?	49	544
¿Ha participado en simulacros de sismos y/o huaicos?	322	271
¿Cuenta con otra vivienda donde alojarse de quedar su vivienda muy dañada?	141	452
¿Podría afrontar económicamente de producirse un desastre?	370	223
¿Conoce usted los números de emergencia (Policías, bomberos o ambulancias)?	180	413
¿Conoce usted los lugares de refugio o lugares más seguros cuando se producen lluvias intensas?	348	245

5.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR SISMOS Y LLUVIAS INTENSAS

Para el análisis de la vulnerabilidad sísmica y lluvias intensas en los mapas a presentar, solo se tomará en cuenta la vulnerabilidad por fragilidad, pues este determinará cuáles son las edificaciones que colapsarían o sufrirían daños en caso suceda un sismo de gran magnitud, así como los flujos e inundaciones que generan las lluvias intensas. La ciudad de Chosica ya se encuentra expuesta a la sismicidad (vulnerabilidad por exposición) y lo que se está evaluando son las condiciones locales de sitio. De la misma manera, con las lluvias intensas, pues la ciudad de Chosica se encuentra expuesta principalmente en los meses de verano.

En cuanto a la resiliencia, solo se estimará a nivel general, pues es dificultoso conocer el real nivel de resiliencia de toda la población del área urbana de Chosica, debido a que esta investigación se ha realizado a nivel de lotes.

5.3.1 Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

La vulnerabilidad por fragilidad es el que determina la resistencia física de las edificaciones y su determinación permitirá conocer cuáles son las construcciones que serán más propensas a sufrir colapsos o colapsos parciales, daños graves o regulares, o sufrir daños leves o insignificantes. Al conocer estos datos también se podría conocer la población estimada que sería afectada ante un eventual sismo.

Tal como se discutió en el subcapítulo “Elaboración de la base de datos”, las características evaluadas son las siguientes:

- Estado de conservación
- Material de construcción

- Número de pisos
- Configuración geométrica en planta
- Configuración geométrica en elevación
- Material de techo
- Pendiente
- Volado
- Tipo de edificación

El análisis de la vulnerabilidad sísmica se ha determinado mediante la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico), empleada por el CENEPRED, y explicada en el marco teórico de este estudio.

Para la aplicación de la metodología, se ha tenido en cuenta el manual de evaluación elaborado por el CENEPRED, así como otras investigaciones relacionadas a este tipo de análisis. Además, se tomó en cuenta los trabajos realizados anteriormente por INDECI, antes de la modificación de la ley del SINAGERD.

En primer lugar, se realiza la ponderación de los parámetros y luego la ponderación de los descriptores.

A los parámetros ya mencionados se realiza la comparación entre pares, para determinar cuál y cuánto más importante es con respecto a la otra. Este procedimiento se realiza entre todas las variables.

Como ya se mencionó anteriormente, las ponderaciones realizadas en esta investigación han sido con la ayuda de fuentes como CENEPRED, INDECI y otras investigaciones. De acuerdo a la Tabla N° 1 se ha realizado la comparación entre los 9 parámetros antes mencionados, y de acuerdo a ello, es necesario plantear las siguientes preguntas:

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto al “Material de Construcción” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” es entre igual y moderadamente más importante que el “Material de Construcción”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 2.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto a la “Configuración en Elevación” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” está entre fuertemente y muy fuertemente más importante que la “Configuración en Elevación”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 6.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto al “Número de Pisos” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” está entre fuertemente y muy fuertemente más importante que el “Número de Pisos”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 6.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto al “Material de Techo” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes,

Tabla N° 1. Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad

PARAMETRO	Estado de Conservación	Material de Construcción	Configuración en Elevación	Número de Pisos	Material de Techo	Configuración en Planta	Volado	Pendiente	Tipo de Edificación
Estado de Conservación	1.00	2.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	8.00	8.00
Material de Construcción	1/2	1.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	7.00
Configuración en Elevación	1/6	1/5	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00
Número de Pisos	1/6	1/5	1/2	1.00	1.00	3.00	3.00	4.00	4.00
Material de Techo	1/6	1/5	1/2	1	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00
Configuración en Planta	1/7	1/6	1/3	1/3	1/2	1.00	1.00	2.00	2.00
Volado	1/7	1/6	1/3	1/3	1/2	1	1.00	2.00	2.00
Pendiente	1/8	1/7	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1.00	1.00
Tipo de Edificación	1/8	1/7	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1.00
SUMA	2.536	4.219	14.167	16.167	16.667	24.000	24.000	32.000	32.000
1/SUMA	0.394	0.237	0.071	0.062	0.060	0.042	0.042	0.031	0.031

el “Estado de Conservación” está entre fuertemente y muy fuertemente más importante que el “Material de Techo”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 6.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto a la “Configuración en Planta” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” es muy fuertemente más importante que la “Configuración en Planta”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 7.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto al “Volado” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” es muy fuertemente más importante que el “Volado”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 7.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto a la “Pendiente” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” está entre muy fuertemente y extremadamente más importante que el “Material de Techo”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 8.

¿Cuánto más importante es el “Estado de Conservación” con respecto al “Tipo de Edificación” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Estado de Conservación” está entre muy fuertemente y extremadamente más importante que el “Tipo de Edificación”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 8.

¿Cuánto más importante es el “Material de Construcción” con respecto a la “Configuración en Elevación” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de Construcción” es fuertemente más importante que la “Configuración en Elevación”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 5.

¿Cuánto más importante es el “Material de Construcción” con respecto al “Número de Pisos” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de Construcción” es fuertemente más importante que el “Número de Pisos”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 5.

¿Cuánto más importante es el “Material de Construcción” con respecto al “Material de Techo” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de Construcción” es fuertemente más importante que el “Material de Techo”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 5.

¿Cuánto más importante es el “Material de Construcción” con respecto a la “Configuración en Planta” en el análisis de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de Construcción” está entre fuertemente y muy fuertemente más importante que la “Configuración en Planta”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 6.

Estas descripciones se realizan sucesivamente hasta completar la matriz de comparaciones pareadas. Posteriormente se realiza la matriz normalizada y el Vector Suma Ponderado (VSP), el cual se representa en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Matriz normalizada de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad y en la parte inferior el Vector suma ponderada (VSP)

PARAMETRO	Estado de Conservación	Material de Construcción	Configuración en Elevación	Número de Pisos	Material de Techo	Configuración en Planta	Volado	Pendiente	Tipo de Edificación	Vector Priorizacion	Peso ponderado
Estado de Conservación	0.394	0.474	0.424	0.371	0.360	0.292	0.292	0.250	0.250	0.345	34.5
Material de Construcción	0.197	0.237	0.353	0.309	0.300	0.250	0.250	0.219	0.219	0.259	25.9
Configuración en Elevación	0.066	0.047	0.071	0.124	0.120	0.125	0.125	0.125	0.125	0.103	10.3
Número de Pisos	0.066	0.047	0.035	0.062	0.060	0.125	0.125	0.125	0.125	0.086	8.6
Material de Techo	0.066	0.047	0.035	0.062	0.060	0.083	0.083	0.094	0.094	0.069	6.9
Configuración en Planta	0.056	0.040	0.024	0.021	0.030	0.042	0.042	0.063	0.063	0.042	4.2
Volado	0.056	0.040	0.024	0.021	0.030	0.042	0.042	0.063	0.063	0.042	4.2
Pendiente	0.049	0.034	0.018	0.015	0.020	0.021	0.021	0.031	0.031	0.027	2.7
Tipo de Edificación	0.049	0.034	0.018	0.015	0.020	0.021	0.021	0.031	0.031	0.027	2.7

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO									VECTOR SUMA PONDERADO
0.345	0.519	0.618	0.514	0.416	0.294	0.294	0.214	0.214	3.428
0.173	0.259	0.515	0.428	0.347	0.252	0.252	0.187	0.187	2.600
0.058	0.052	0.103	0.171	0.139	0.126	0.126	0.107	0.107	0.988
0.058	0.052	0.052	0.086	0.069	0.126	0.126	0.107	0.107	0.782
0.058	0.052	0.052	0.086	0.069	0.084	0.084	0.080	0.080	0.644
0.049	0.043	0.034	0.029	0.035	0.042	0.042	0.053	0.053	0.381
0.049	0.043	0.034	0.029	0.035	0.042	0.042	0.053	0.053	0.381
0.043	0.037	0.026	0.021	0.023	0.021	0.021	0.027	0.027	0.246
0.043	0.037	0.026	0.021	0.023	0.021	0.021	0.027	0.027	0.246

Ahora, de acuerdo al procedimiento de la metodología AHP, se procede a determinar si hay consistencia en la matriz de comparación de pares; es decir, si la relación de consistencia es ≤ 0.1 .

Se procede a dividir el Vector suma ponderada (VSP) entre el Vector prioridad:

3.428	÷	0.345	=	9.931
2.600		0.259		10.028
0.988		0.103		9.591
0.782		0.086		9.135
0.644		0.069		9.286
0.381		0.042		9.064
0.381		0.042		9.064
0.246		0.027		9.206
0.246		0.027		9.206

Ahora se determina el lambda máximo $\lambda_{\max}$.

$$\lambda_{\max} = \frac{9.931 + 10.028 + 9.591 + 9.135 + 9.286 + 9.064 + 9.064 + 9.206 + 9.206}{9}$$

$$\lambda_{\max} = 9.39$$

Con esto se halla el índice de consistencia (IC)

$$IC = 0.049$$

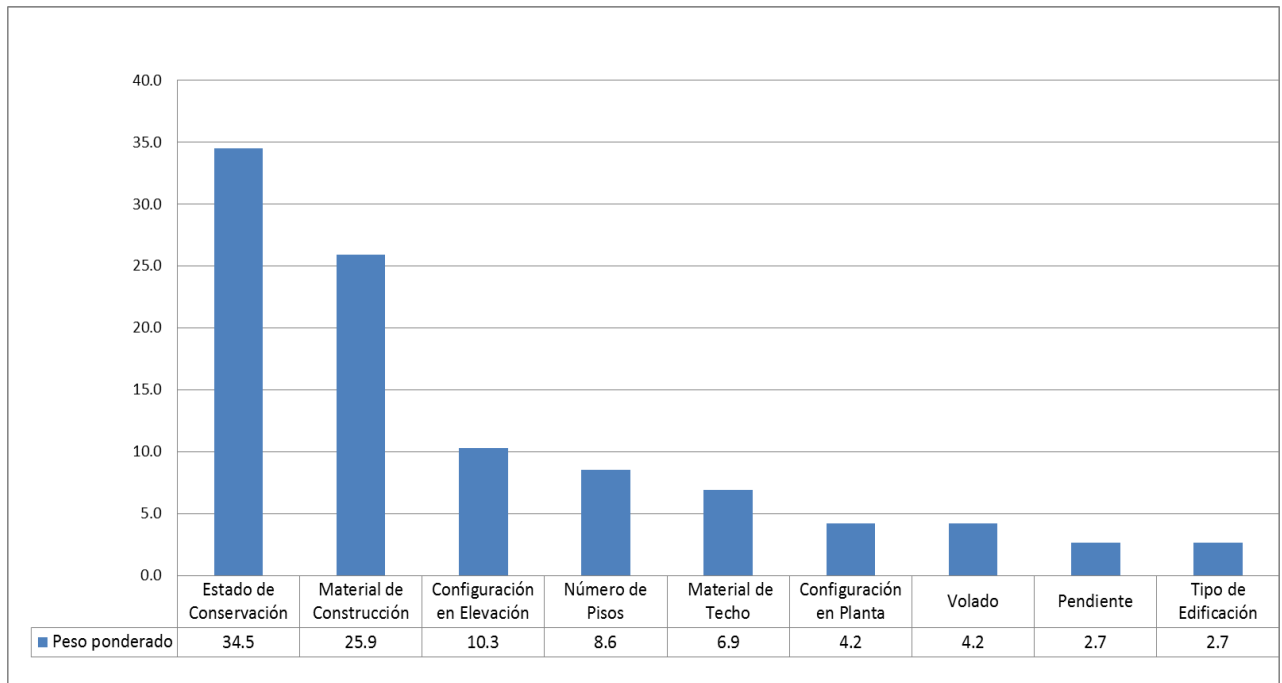
Por último se halla la Relación de Consistencia (RC), donde el Índice de Consistencia Aleatoria (IA) es 1.452 debido a que tenemos 9 variables.

$$RC = \frac{0.049}{1.452}$$

$$RC = 0.033$$

Este resultado quiere decir que el análisis realizado es consistente, entonces los pesos ponderados son los correctos (ver gráfico N° 17).

Gráfico N° 17. Pesos ponderados de los parámetros por sismos



Ahora terminado la evaluación de los pesos ponderados de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por fragilidad, se procede a evaluar cada uno de los parámetros; es decir, se realiza la ponderación de los descriptores o también llamados sub-parámetros.

5.3.1.1 Determinación de la ponderación de los descriptores por sismos

De acuerdo al CENEPRED, para determinar los niveles de vulnerabilidad en los 4 niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo), tiene que haber 5 descriptores. Si hubiese solo 3 o 2, tienen que crearse valores intermedios para que no exista inclinación hacia un nivel de vulnerabilidad y haya inconsistencia en los resultados finales. De la misma manera, si hubiese más de 5 descriptores, se tienen que agrupar los más parecidos en condiciones para quedar con 5 grupos de descriptores.

A. Estado de Conservación

El estado de conservación es el parámetro de mayor importancia después de haber realizado el proceso analítico jerárquico en los parámetros que influyen en la vulnerabilidad por fragilidad. Los 5 descriptores de este parámetro son:

- **Muy bueno:** Las edificaciones no presentan deterioro debido a un buen diseño constructivo. Son edificaciones que tienen pocos años de construcción. Debido a esto la vulnerabilidad es muy baja.
- **Bueno:** Las construcciones no presentan deterioro, presentan pequeños desperfectos por su uso normal. Tienen un diseño constructivo normal. Tienen una vulnerabilidad baja.
- **Regular:** Las edificaciones reciben mantenimiento esporádico, tienen pequeños deterioros y es subsanable. Su diseño constructivo es regular. Por lo tanto la vulnerabilidad es regular.
- **Malo:** Las construcciones tienen deterioros. No tienen buen diseño constructivo y los acabados tienen desperfectos visibles. La vulnerabilidad es alta en estos casos.

- **Muy Malo:** Las construcciones presentan gran deterioro. Son construcciones de mucha antigüedad y presentan un pésimo diseño constructivo. Los peligros naturales y antrópicos han favorecido su deterioro. La vulnerabilidad es muy alta

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes estados de conservación (ver tabla N° 3) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 3. Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación

DESCRIPTOR	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Muy Bueno	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
Bueno	3	1.00	0.33	0.20	0.14
Regular	5	3	1.00	0.33	0.20
Malo	7	5	3	1.00	0.33
Muy Malo	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación son las siguientes (ver cuadro N° 15):

Cuadro N° 15. Valores de ponderación de acuerdo al estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Muy Bueno	3.5	MUY BAJA
Bueno	6.8	BAJA
Regular	13.4	REGULAR
Malo	26.0	ALTA
Muy Malo	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 5.56% de las edificaciones presenta un estado de conservación “Muy Bueno”, un 51.5% con un estado de conservación “Bueno”, un 37.06% con un estado de conservación “Regular”, un 5.28% con un estado de conservación “Malo” y un 0.6% con un estado de conservación “Muy Malo”.

B. Material de Construcción

El material de construcción predominante es el segundo parámetro más importante después del estado de conservación en lo que respecta a la vulnerabilidad por fragilidad. Si bien hay ponderaciones preestablecidas, se ha preferido tomar en cuenta el estudio que toma en cuenta la resistencia de los materiales de construcción en caso de sismos.

Shah y Sauter (1978) clasificaron el promedio de daños para diferentes materiales de construcción según la intensidad sísmica en la escala de Mercalli evaluada después del sismo (ver gráfico N° 18). Para este estudio se tomó en cuenta una intensidad sísmica alta para la realización de la ponderación, ya que el escenario esperado para la región Lima, es un sismo mayor a 8.5 Mw, que produciría intensidades sísmicas muy altas.

De acuerdo a la figura se deduce que cuando las intensidades sísmicas son altas, las edificaciones de madera y el concreto tienen mayor resistencia ante un movimiento sísmico de gran intensidad. En cambio, el adobe es el material de construcción que más daño tendría, pues de acuerdo al estudio, es el primero que se desplomaría. En la fotografía N° 40 se observa las viviendas de adobe desplomadas en el sismo de Pisco del año 2007.

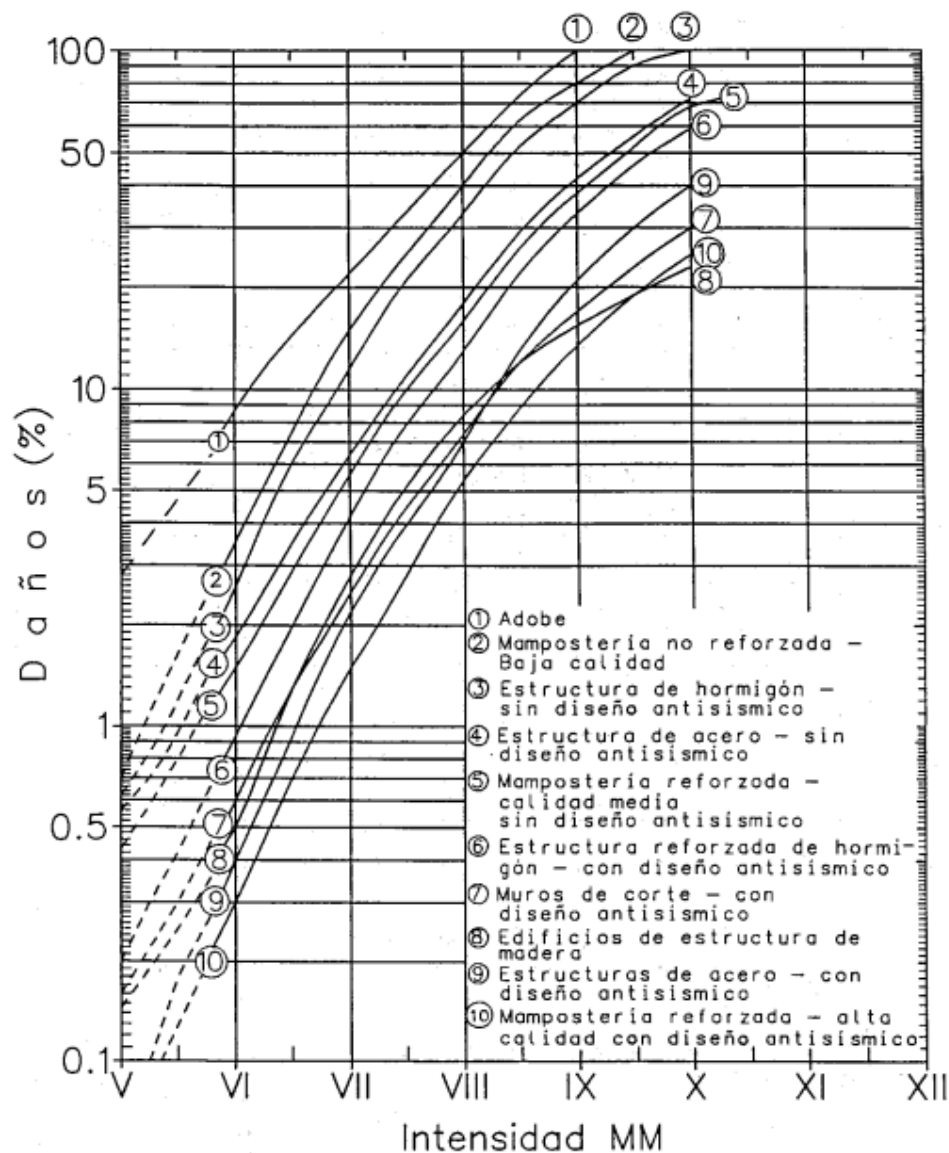


Gráfico N° 18. Tasas de daño promedio por material de construcción (Shah y Sauter, 1978)



Fotografía N° 40. Viviendas de adobe desplomadas en el sismo de Pisco del 2007 (Peña, 2015)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes materiales de construcción (ver tabla N° 4) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 4. Matriz de comparaciones pareadas del material de construcción

DESCRIPTOR	Madera	Concreto	Ladrillo	Estera	Adobe
Madera	1.00	0.50	0.50	0.20	0.13
Concreto	2	1.00	0.50	0.25	0.14
Ladrillo	2	2	1.00	0.25	0.14
Estera	5	4	4	1.00	0.25
Adobe	8	7	7	4	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al material de construcción para el área urbana de Chosica son las siguientes (ver cuadro N° 16):

Cuadro N° 16. Valores de ponderación de acuerdo al material de construcción

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Madera	4.8	MUY BAJA
Concreto	7.0	BAJA
Ladrillo	9.1	REGULAR
Estera	23.7	ALTA
Adobe	55.4	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 5.85% de las edificaciones son de madera, un 0.02% son de concreto, un 85.69% son de ladrillo, un 0.77% son de esteras y un 7.67% son construcciones de adobe.

C. Número de pisos

A mayor número de pisos, mayor peso tienen que soportar los primeros pisos y el suelo tiene una capacidad portante limitada; es decir, tiene la facultad de soportar hasta cierta cantidad de peso. Entonces a mayor número de pisos, mayor será la vulnerabilidad. También se puede asumir que a mayor cantidad de pisos, mayor dificultad para la evacuación en caso de un sismo. Además el sacudimiento en los pisos superiores siempre es mayor, por ende, mantenerse de pie o caminar es muy complicado. En la fotografía N° 41 se observa una vivienda de 8 pisos con severos daños en los pisos inferiores, debido a la carga de los pisos superiores. Los peores daños se observan en los 3 primeros pisos y conforme se observan a los pisos

superiores el daño va disminuyendo. La imagen corresponde a una edificación después del sismo ocurrido en Ecuador el año 2016.



Fotografía N° 41. Vivienda de 8 pisos dañada por el sismo de Ecuador en el año 2016 (Vizconde, 2016)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes números de pisos (ver tabla N° 5) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 5. Matriz de comparaciones pareadas del número de pisos

DESCRIPTOR	1 Piso	2 Pisos	3 Pisos	4 Pisos	5 Pisos
1 Piso	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
2 Pisos	3	1.00	0.33	0.20	0.14
3 Pisos	5	3	1.00	0.33	0.20
4 Pisos	7	5	3	1.00	0.33
5 Pisos	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al número de pisos son las siguientes (ver cuadro N° 17):

Cuadro N° 17. Valores de ponderación de acuerdo al número de pisos

NÚMERO DE PISOS	Peso ponderado	Vulnerabilidad
1 Piso	3.5	MUY BAJA
2 Pisos	6.8	BAJA
3 Pisos	13.4	REGULAR
4 Pisos	26.0	ALTA
5 Pisos	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 39.73% de las edificaciones tienen un solo piso, un 36.37% tienen 2 pisos, un 18.93% tienen 3 pisos, un 4.43% tienen 4 pisos y un 0.54% cuentan con más de 5 pisos.

D. Configuración geométrica en planta

De acuerdo a la Norma E-030 Diseño Sismorresistente, aquellas construcciones que tengan forma irregular en planta son más vulnerables en caso ocurra un sismo, debido a que estos tienden a tener un mayor sacudimiento y su centro de gravedad no se encuentra en el punto de equilibrio, por lo tanto el daño será mayor. Aquellas edificaciones que en su planta tengan forma de “L”, “C”, “T”, “U”, “E”, “H” e “I” son consideradas irregulares. Es recomendable que las edificaciones tengan diseños simples, regulares y continuos, pues responden mejor al paso de las ondas sísmicas.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre las

diferentes configuraciones geométricas en planta (ver tabla N° 6) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 6. Matriz de comparaciones pareadas de la configuración en planta

DESCRIPTOR	Regular	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Irregular
Regular	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20
Valor Intermedio	2	1.00	0.50	0.33	0.25
Valor Intermedio	3	2	1.00	0.50	0.33
Valor Intermedio	4	3	2	1.00	0.50
Irregular	5	4	3	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo a la configuración geométrica en planta son las siguientes (ver cuadro N° 18):

Cuadro N° 18. Valores de ponderación de acuerdo a la configuración en planta

CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Regular	6.2	MUY BAJA
Valor intermedio	9.9	BAJA
Valor Intermedio	16.1	REGULAR
Valor Intermedio	26.2	ALTA
Irregular	41.6	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 82.05% de las edificaciones presentan una configuración geométrica regular en planta y un 17.95% de forma irregular.

E. Configuración geométrica en elevación

La configuración geométrica en elevación es el tercer parámetro más importante en la evaluación de la vulnerabilidad por fragilidad. Aquellas construcciones con una configuración geométrica en elevación de forma irregular tendrían daño mayor cuando se produzca un sismo de gran magnitud; es decir, la vulnerabilidad será mayor. Los escalonamientos abruptos de los pisos superiores, los que no tienen proporción de base con altura y los que presentan pisos ligeros con respecto a pisos superiores, tienden a presentar mayor daño cuando se producen sismos. Es recomendable evitar este tipo de construcciones y seguir las recomendaciones de un ingeniero especialista, pues normalmente se dan estas construcciones cuando no hay un ingeniero a cargo. En la fotografía N° 42 se observa un edificio desplomado después de ocurrido el sismo en Chile en el año 2010. La volcadura total se dio por la configuración irregular en elevación, pues el edificio al no tener proporción de base con altura, además de los errores en su sistema constructivo, no resistió las ondas sísmicas y terminó inclinándose y desplomándose.



Fotografía N° 42. Edificio desplomado después del sismo en Chile del 2010 (Rendón, 2014)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre las diferentes configuraciones geométricas en elevación (ver tabla N° 7) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 7. Matriz de comparaciones pareadas de la configuración en elevación

DESCRIPTOR	Regular	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Irregular
Regular	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20
Valor Intermedio	2	1.00	0.50	0.33	0.25
Valor Intermedio	3	2	1.00	0.50	0.33
Valor Intermedio	4	3	2	1.00	0.50
Irregular	5	4	3	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo a la configuración geométrica en elevación son las siguientes (ver cuadro N° 19):

Cuadro N° 19. Valores de ponderación de acuerdo a la configuración en elevación

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Regular	6.2	MUY BAJA
Valor intermedio	9.9	BAJA
Valor Intermedio	16.1	REGULAR
Valor Intermedio	26.2	ALTA
Irregular	41.6	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 88.57% de las edificaciones presentan una configuración geométrica regular en elevación y un 11.43% de forma irregular.

F. Material de techo

El material de techo indica si una construcción de material noble tiene o no viga de amarre. Pues esta es una estructura muy importante en la construcción de una vivienda, su función es la de amarrar los muros de bloque de manera que trabajen frente a las cargas laterales que producen los sismos. La no existencia de estos hace que la edificación sea más vulnerable. Los otros tipos de techos en cierta forma actúan como amarre, pues para su colocación ponen clavos u otros elementos para evitar que se vuele o desplome, pero el amarre que ejerce es ineficiente. En la fotografía N° 43 se observa como se desploma fácilmente los techos de calamina.



Fotografía N° 43. Techos de calamina colapsados después del sismo de Ecuador en el 2016 (El Comercio de Ecuador, 2016)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes materiales de techo (ver tabla N° 8) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3).

Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 8. Matriz de comparaciones pareadas del material de techo

DESCRIPTOR	Aligerado	PVC o similar	Madera	Estera, carton	Sin techo
Aligerado	1.00	0.14	0.14	0.11	0.11
PVC o Calamina	7	1.00	0.50	0.25	0.25
Madera	7	2	1.00	0.25	0.25
Estera, carton	9	4	4	1.00	0.50
Sin techo	9	4	4	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al material de techo son las siguientes (ver cuadro N° 20):

Cuadro N° 20. Valores de ponderación de acuerdo al material de techo

MATERIAL DE TECHO	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Aligerado	2.8	MUY BAJA
PVC o calamina	10.8	BAJA
Madera	13.7	REGULAR
Estera, cartón	31.2	ALTA
Sin techo	41.5	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 46.63% de las edificaciones presentan techo aligerado, un 49.43% presenta techo de PVC o calamina, un 0.32% presenta techo de cartón u estera y un 3.62% no cuenta con techo.

G. Pendiente

La vulnerabilidad aumenta cuando la pendiente del terreno es mayor, pues aquellas edificaciones que se encuentran en alta pendientes, sufren las consecuencias del empuje lateral que ejerce el terreno sobre la parte lateral de la construcción cuando se produce un sismo, haciendo que las ondas sísmicas se amplifiquen y la construcción sufra mayor daño. Este problema va disminuyendo cuando la pendiente es menor; es decir, a menor pendiente, la vulnerabilidad será menor.

Para pendientes muy bajas se ha considerado una pendiente menor a 10%, para pendientes bajas de 10 a 20%, para pendientes medias de 20 a 35%, para pendientes altas de 35 a 70% y para pendiente muy altas mayores a 70%.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes niveles de pendientes (ver tabla N° 9) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 9. Matriz de comparaciones pareadas del nivel de pendiente

DESCRIPTOR	Muy Bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Muy Bajo	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
Bajo	3	1.00	0.33	0.20	0.14
Regular	5	3	1.00	0.33	0.20
Alto	7	5	3	1.00	0.33
Muy Alto	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo a la pendiente son las siguientes (ver cuadro N° 21):

Cuadro N° 21. Valores de ponderación de acuerdo al nivel de pendiente

NIVEL DE PENDIENTE	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Muy bajo ($P \leq 10\%$)	3.5	MUY BAJA
Bajo ($10\% < P \leq 20\%$)	6.8	BAJA
Regular ($20\% < P \leq 35\%$)	13.4	REGULAR
Alto ($35\% < P \leq 70\%$)	26.0	ALTA
Muy alto ($P > 70\%$)	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 24.84% de las edificaciones tienen una pendiente muy baja, un 16.41% una pendiente baja, un 25.95% una pendiente media o regular, un 9.98% una pendiente alta y un 22.82% una pendiente muy alta.

H. Volado

Día a día la presencia de esta forma de construcción va en aumento. La idea de la población es de ganar mayor espacio para la vivienda, de ahí que este tipo de construcciones se vuelvan más comunes. La presencia de los volados hace que una construcción sea más vulnerable, pues se ha experimentado con sismos pasados, que la presencia de estos hace que la edificación sufra inclinamiento debido a la carga adicional que presenta. Adicionalmente, la carga adicional del piso superior no está sostenida sobre vigas o muros, lo cual hace que la construcción sea más vulnerable. En la fotografía N° 44 se observa como la construcción sufre inclinamiento a partir del 2° piso debido a la carga adicional que presenta el volado,

así como el daño a la columna de la esquina del primer piso debido a la no existencia de muros y vigas que sostengan el volado.



Fotografía N° 44. Inclinar por la presencia de volado después del sismo en Ecuador del 2016 (Vazcones, 2016)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre la tenencia de volados (ver tabla N° 10) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 10. Matriz de comparaciones pareadas de la presencia de volado

DESCRIPTOR	No	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Si
No	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20
Valor Intermedio	2	1.00	0.50	0.33	0.25
Valor Intermedio	3	2	1.00	0.50	0.33
Valor Intermedio	4	3	2	1.00	0.50
Si	5	4	3	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo a la tenencia de volado son las siguientes (ver cuadro N° 22):

Cuadro N° 22. Valores de ponderación de acuerdo presencia de volado

PRESENCIA DE VOLADO	Peso ponderado	Vulnerabilidad
No	6.2	MUY BAJA
Valor intermedio	9.9	BAJA
Valor Intermedio	16.1	REGULAR
Valor Intermedio	26.2	ALTA
Si	41.6	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 59.49% de las edificaciones no tienen presencia de volado, mientras que un 40.51% sí presenta volado en su construcción.

I. Tipo de edificación

De acuerdo al tipo de edificación, es posible definir la dificultad de una evacuación en caso de un sismo.

- Los clubes recreacionales tienen espacios muy amplios y las construcciones son pequeñas y de material liviano, entonces la evacuación sería fácil; por lo tanto la vulnerabilidad es muy baja.
- La casa habitación tienen pocos niveles y pocas personas; por lo tanto, la evacuación sería fácil.
- Las viviendas multifamiliares horizontales también tienen pocos niveles y en algunos casos tienen salidas comunes lo cual dificulta un poco la evacuación.

- Las viviendas multifamiliares verticales además de tener construcciones de 3 pisos a más, tienen que bajar por una escalera común, lo cual la evacuación es muy dificultoso y más peligroso.
- Otro tipo de edificaciones como mercados, colegios, centros comerciales, hospitales, etc. tienen una gran densidad de personas, lo cual el principal problema es el tumulto y la evacuación es muy difícil. La vulnerabilidad es muy alta en estos casos.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los tipos de edificación (ver tabla N° 11) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 11. Matriz de comparaciones pareadas del tipo de edificación

DESCRIPTOR	Club recreacional	Casa Habitación	Multifamiliar Horizontal	Multifamiliar Vertical	Otros
Club recreacional	1.00	0.33	0.25	0.14	0.11
Casa Habitación	3	1.00	0.50	0.20	0.14
Multifamiliar Horizontal	4	2	1.00	0.25	0.17
Multifamiliar Vertical	7	5	4	1.00	0.33
Otros	9	7	6	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al tipo de edificación son las siguientes (ver cuadro N° 23):

Cuadro N° 23. Valores de ponderación de acuerdo al tipo de edificación

TIPO DE EDIFICACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Club recreacional	3.6	MUY BAJA
Casa habitación	7.2	BAJA
Multifamiliar horizontal	10.6	REGULAR
Multifamiliar vertical	27.3	ALTA
Otros	51.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 0.09% de los lotes son clubes recreacionales, un 71.74% son destinados a casa habitación, un 3.77% son viviendas multifamiliares horizontales, un 19.99% son viviendas multifamiliares verticales y un 4.41% tienen otros usos.

5.3.1.2 Estratificación de rangos de la vulnerabilidad sísmica

Para la determinación de los rangos de vulnerabilidad para sismos se procede a multiplicar el parámetro con su respectivo descriptor, y mediante la suma de cada resultado se determina los picos de cada nivel, y finalmente entre rango y rango se determinan los 4 niveles de vulnerabilidad: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Lo anterior quiere decir que entre el nivel muy bajo y bajo, la vulnerabilidad es “BAJA”, entre el nivel bajo y regular, la vulnerabilidad es “REGULAR”, entre el nivel regular y alto, la vulnerabilidad es “ALTA” y entre el nivel alto y muy alto la vulnerabilidad es “MUY ALTA”.

En la tabla N° 12 se detalla las operaciones realizadas para la determinación de los rangos de vulnerabilidad para sismos:

Tabla N° 12. Determinación de rangos de la vulnerabilidad para sismos

The diagram illustrates the calculation of the Vulnerability Index (Índice de Vulnerabilidad) for a building. It consists of five tables representing different factors, which are combined to determine the final vulnerability level.

Factor 1: Estado de conservación

PARAM	DESCRIP
0.345	0.035
0.345	0.068
0.345	0.134
0.345	0.260
0.345	0.503

Factor 2: Material de construcción

PARAM	DESCRIP
0.259	0.048
0.259	0.070
0.259	0.091
0.259	0.237
0.259	0.554

Factor 3: Geometría en Elevación

PARAM	DESCRIP
0.103	0.062
0.103	0.099
0.103	0.161
0.103	0.262
0.103	0.416

Factor 4: Número De Pisos

PARAM	DESCRIP
0.086	0.035
0.086	0.068
0.086	0.134
0.086	0.260
0.086	0.503

Factor 5: Material de Techo

PARAM	DESCRIP
0.069	0.028
0.069	0.108
0.069	0.137
0.069	0.312
0.069	0.415

Factor 6: Geometría en Planta

PARAM	DESCRIP
0.042	0.062
0.042	0.099
0.042	0.161
0.042	0.262
0.042	0.416

Factor 7: Volado

PARAM	DESCRIP
0.042	0.062
0.042	0.099
0.042	0.161
0.042	0.262
0.042	0.416

Factor 8: Pendiente

PARAM	DESCRIP
0.027	0.035
0.027	0.068
0.027	0.134
0.027	0.260
0.027	0.503

Factor 9: Tipo de Edificación

PARAM	DESCRIP
0.027	0.036
0.027	0.072
0.027	0.106
0.027	0.273
0.027	0.513

Factor 10: Vulnerability Levels

FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD
0.043	MUY BAJO
0.077	BAJO
0.127	REGULAR
0.258	ALTO
0.494	MUY ALTO

The final result is a color-coded bar representing the vulnerability level: **BAJO** (Green), **REGULAR** (Yellow), **ALTO** (Orange), and **MUY ALTO** (Red).

5.3.2 Análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas de las edificaciones

Los pesos ponderados de los parámetros en la vulnerabilidad por fragilidad por lluvias intensas son distintos a la evaluada por sismicidad, pues los efectos que producen los sismos son distintos a los generados por las lluvias intensas. Es por ello que se realiza nuevas comparaciones pareadas en la metodología AHP. El CENEPRED ha realizado trabajos previos en cuanto a flujos de detritos, el cual es el principal peligro que se genera por las lluvias intensas en el área urbana de Chosica.

Las características evaluadas para determinar la vulnerabilidad por fragilidad por lluvias intensas son las siguientes:

- Estado de conservación
- Material de construcción
- Número de pisos
- Material de techo
- Tipo de edificación

El análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas se ha determinado mediante la metodología AHP (Proceso Analítico Jerárquico).

En primer lugar, se realiza la ponderación de los parámetros y luego la ponderación de los descriptores.

A los parámetros ya mencionados se realiza la comparación entre pares, para determinar cuál y cuánto más importante es con respecto a la otra. Este procedimiento se realiza entre todas las variables.

Tabla N° 13. Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad

PARÁMETRO	Material de construcción	Material de techo	Número de pisos	Tipo de edificación	Estado de conservación
Material de construcción	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Material de techo	1/3	1.00	2.00	3.00	5.00
Número de pisos	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
Tipo de edificación	1/5	1/3	1/2	1.00	3.00
Estado de conservación	1/7	1/5	1/4	1/3	1.00
SUMA	1.926	5.033	7.750	11.333	20.000
1/SUMA	0.519	0.199	0.129	0.088	0.050

De acuerdo a la tabla N° 13 se ha realizado la comparación entre los 5 parámetros que influyen en la vulnerabilidad por lluvias intensas, y de acuerdo a las fuentes se plantea las siguientes preguntas:

¿Cuánto más importante es el “Material de construcción” con respecto al “Material de techo” en el análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de construcción” es moderadamente más importante que el “Material de techo”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 3.

¿Cuánto más importante es el “Material de construcción” con respecto al “Número de pisos” en el análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de construcción” está entre moderadamente y fuertemente

más importante que el “Número de pisos”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 4.

¿Cuánto más importante es el “Material de construcción” con respecto al “Tipo de edificación” en el análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de construcción” es fuertemente más importante que el “Tipo de edificación”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 5.

¿Cuánto más importante es el “Material de construcción” con respecto al “Estado de conservación” en el análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de construcción” es muy fuertemente más importante que el “Estado de conservación”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 7.

¿Cuánto más importante es el “Material de techo” con respecto al “Número de pisos” en el análisis de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad?: Según las fuentes, el “Material de techo” está entre igual y moderadamente más importante que el “Número de pisos”. Entonces de acuerdo a la descripción se le da una puntuación de 2.

Estas descripciones se realizan sucesivamente hasta completar la matriz de comparaciones pareadas. Posteriormente, se realiza la matriz normalizada y el Vector Suma Ponderado (VSP) el cual se representa en la tabla N° 14.

Tabla N° 14. Matriz normalizada de los parámetros de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad y en la parte inferior el Vector suma ponderada (VSP)

PARAMETRO	Material de construcción	Material de techo	Número de pisos	Tipo de edificación	Estado de conservación	Vector Priorizacion	Peso ponderado
Material de construcción	0.519	0.596	0.516	0.441	0.350	0.484	48.4
Material de techo	0.173	0.199	0.258	0.265	0.250	0.229	22.9
Número de pisos	0.130	0.099	0.129	0.176	0.200	0.147	14.7
Tipo de edificación	0.104	0.066	0.065	0.088	0.150	0.095	9.5
Estado de conservación	0.074	0.040	0.032	0.029	0.050	0.045	4.5

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO					VECTOR SUMA PONDERADO
0.484	0.687	0.588	0.473	0.316	2.548
0.161	0.229	0.294	0.284	0.226	1.194
0.121	0.114	0.147	0.189	0.180	0.752
0.097	0.076	0.073	0.095	0.135	0.477
0.069	0.046	0.037	0.032	0.045	0.228

Ahora, de acuerdo al procedimiento de la metodología AHP, se procede a determinar si hay consistencia en la matriz de comparación de pares, para lo cual se determina si la relación de consistencia es ≤ 0.1 .

A continuación se procede a dividir el Vector suma ponderada (VSP) entre el Vector prioridad:

2.548		0.484		5.258
1.194		0.229		5.214
0.752	÷	0.147	=	5.119
0.477		0.095		5.040
0.228		0.045		5.062

Ahora se determina el lambda máximo λ_{max} .

$$\lambda_{\max} = \frac{5.258 + 5.214 + 5.119 + 5.040 + 5.062}{5}$$

$$\lambda_{\max} = 5.14$$

Con este resultado se halla el índice de consistencia (IC)

$$IC = 0.035$$

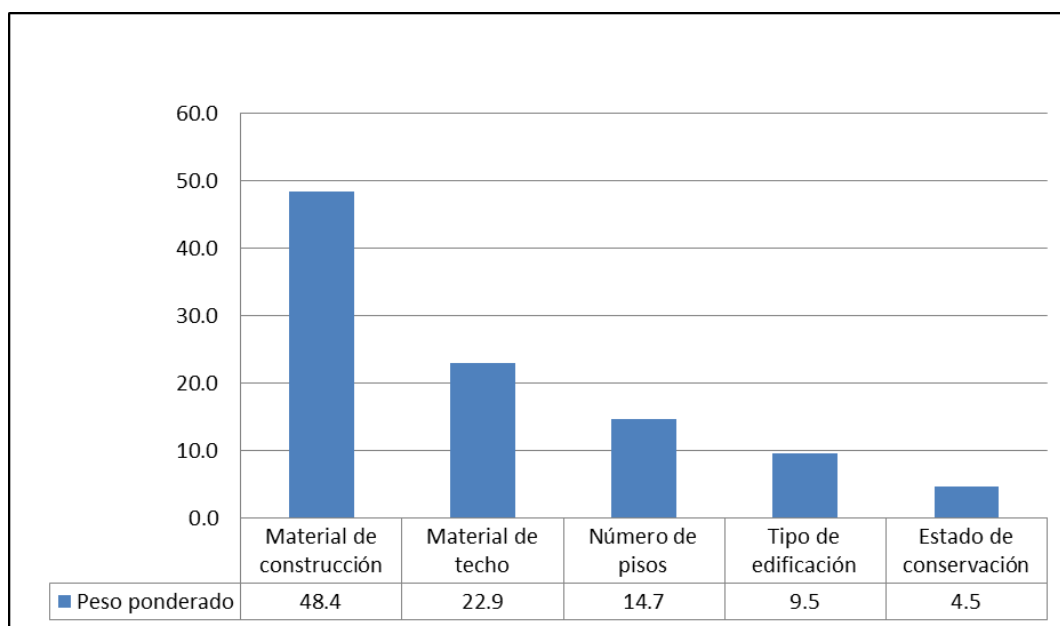
Por último, se define la Relación de Consistencia (RC), donde el Índice de Consistencia Aleatoria (IA) es 1.115 debido a que se tiene 9 variables.

$$RC = \frac{0.049}{1.115}$$

$$RC = 0.031$$

Con este resultado, se acepta que el análisis es consistente, entonces los pesos ponderados son correctos (ver gráfico N° 19).

Gráfico N° 19. Pesos ponderados de los parámetros por lluvias intensas



Concluido la evaluación de los pesos ponderados de los parámetros de la vulnerabilidad por lluvias intensas por fragilidad, se procede a evaluar cada uno de los parámetros; es decir, se realiza la ponderación de los descriptores o también llamados sub-parámetros.

5.3.2.1 Determinación de ponderación de los descriptores por lluvias intensas

De la misma manera que se hizo la ponderación de los descriptores por sismos, para determinar los niveles de vulnerabilidad en los 4 niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo), tienen que haber 5 descriptores. Si hubiese solo 3 o 2, tienen que crearse valores intermedios para que no exista inclinación hacia un nivel de vulnerabilidad y haya inconsistencia en los resultados finales. De la misma manera, si hubiese más de 5 descriptores, se tienen que agrupar los más parecidos en condiciones para quedarnos con 5 grupos de descriptores. Tanto la ponderación de los parámetros como los descriptores, no serán similares a los evaluados para sismos, pues los sismos y las lluvias intensas tienen diferentes formas de daño.

A. Material de construcción

El material de construcción es el parámetro de mayor importancia después de haber realizado el proceso analítico jerárquico en los parámetros que influyen en la vulnerabilidad por fragilidad por lluvias intensas.

Debido a los daños que ocasionan las lluvias intensas con el paso de flujos de lodo, flujos de detritos, las erosiones en riveras e inundaciones, entonces el factor que le dará mayor resistencia a una edificación es el material de construcción. Una construcción de material de concreto o ladrillo tiene una gran resistencia (menor vulnerabilidad) frente a construcciones de estera, cartón y/o madera, pues las

construcciones con peso ligero serán fácilmente arrastrados y/o colapsados (mayor vulnerabilidad). En la fotografía N° 45 las lluvias intensas destruyeron por completo una vivienda de material ligero en la ciudad de Chosica en el año 2015.



Fotografía N° 45. Vivienda de material ligero destruido por las lluvias intensas (Fajardo, 2015)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes materiales de construcción (ver tabla N° 15) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por lluvias intensas y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 15. Matriz de comparaciones pareadas del material de construcción

DESCRIPTOR	Concreto	Ladrillo	Adobe	Madera	Estera
Concreto	1.00	0.50	0.33	0.13	0.11
Ladrillo	2	1.00	0.33	0.13	0.11
Adobe	3	3	1.00	0.17	0.14
Madera	8	8	6	1.00	0.50
Estera	9	9	7	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al material de construcción son las siguientes (ver cuadro N° 24):

Cuadro N° 24. Valores de ponderación de acuerdo al material de construcción

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Concreto	3.7	MUY BAJA
Ladrillo	5.0	BAJA
Adobe	9.3	REGULAR
Madera	33.8	ALTA
Estera, cartón	48.2	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 0.02% de las edificaciones son de concreto, un 85.69% son de ladrillo, un 7.67% son construcciones de adobe, un 5.85% de las edificaciones son de madera y un 0.77% son de esteras.

B. Material de techo

El material de techo es el segundo parámetro más influyente, de acuerdo a la evaluación realizada por el CENEPRED en el año 2015 para la ciudad de Chosica. El techo es el que recepciona la lluvia y soporta la caída de otros elementos como rocas en cada edificación, y depende de este si hay daños en la edificación.

Los techos de concreto (aligerado) son resistentes y no hay posibilidades de que colapse ante lluvias. Además, las casas sin techo, se refiere a que el piso anterior es de material aligerado, pero en muchos casos se da que se almacenan ciertas cosas en el piso sin techo. Por otro lado, los techos de estera, cartón y los de calamina y PVC, por ser de material ligero, tienden a desplomarse y provocar inundaciones en

la edificación. Aclarar que no se ha considerado construcciones con 1 piso sin techo, estos se consideraron sin construir. En la Fotografía N° 46 se observa que el techo de una vivienda (material aligerado) en la ciudad de Chosica en el año 2012 soporta grandes rocas, si el material del techo hubiese sido de material ligero como estera, calamina, etc. las personas habitantes de esa vivienda hubiesen fallecido por el impacto de las grandes rocas.



Fotografía N° 46. La importancia del material del techo (Salinas, 2012)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes materiales de techo (ver tabla N° 16) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por lluvias intensas y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 16. Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación

DESCRIPTOR	Aligerado	Sin techo	Madera	PVC o Calamina	Estera, carton
Aligerado	1.00	0.50	0.25	0.20	0.11
Sin techo	2	1.00	0.25	0.20	0.11
Madera	4	4	1.00	0.50	0.17
PVC o Calamina	5	5	2	1.00	0.20
Estera, carton	9	9	6	5	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al material de techo son las siguientes (ver cuadro N° 25):

Cuadro N° 25. Valores de ponderación de acuerdo al material de techo

MATERIAL DE TECHO	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Aligerado	4.0	MUY BAJA
Sin techo	5.4	BAJA
Madera	13.6	REGULAR
PVC o calamina	19.5	ALTA
Estera, cartón	57.5	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 46.63% de las edificaciones presentan techo aligerado, un 3.62% no cuenta con techo, un 49.43% presenta techo de PVC o calamina y un 0.32% presenta techo de cartón u estera.

C. Número de pisos

La ponderación de los descriptores de este parámetro es distinta con respecto a la de los sismos. Los peligros ocasionados por las lluvias intensas, empiezan afectando a los techos por la caída de la lluvia, por lo tanto, los pisos superiores serán los

afectados. Cuando la lluvia es intensa, provocan flujos e inundaciones, ahí es cuando los pisos inferiores son los más perjudicados; es decir, son los más vulnerables, pues los objetos, artefactos, etc. son afectados por el agua y lodo. Entonces a mayor cantidad de pisos, menor será la vulnerabilidad, pues cabe la posibilidad de poder transportar los objetos de mayor valor (o todo) a los pisos superiores (excepto el último) para evitar que sufran los daños que puede ocasionar el agua y el lodo. En la Fotografía N° 47 se observa como en algunas edificaciones de 2 pisos son destruidos por los flujos de detritos en la ciudad de Chosica en el año 2015, así mismo el lodo afecta internamente en las viviendas, afectando y dañando los objetos que se encuentran dentro de ella.



Fotografía N° 47. Viviendas destruidas por flujo de detritos en Chosica el 2015 (Diario Ojo, 2015)

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes números de pisos (ver tabla N° 17) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por lluvias intensas y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de

Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 17. Matriz de comparaciones pareadas del número de pisos

DESCRIPTOR	5 Pisos	4 Pisos	3 Pisos	2 Pisos	1 Piso
5 Pisos	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
4 Pisos	3	1.00	0.33	0.20	0.14
3 Pisos	5	3	1.00	0.33	0.20
2 Pisos	7	5	3	1.00	0.33
1 Piso	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al número de pisos son las siguientes (ver cuadro N° 26):

Cuadro N° 26. Valores de ponderación de acuerdo al número de pisos

NÚMERO DE PISOS	Peso ponderado	Vulnerabilidad
5 Pisos	3.5	MUY BAJA
4 Pisos	6.8	BAJA
3 Pisos	13.4	REGULAR
2 Pisos	26.0	ALTA
1 Piso	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 39.73% de las edificaciones tienen un solo piso, un 36.37% tienen 2 pisos, un 18.93% tienen 3 pisos, un 4.43% tienen 4 pisos y un 0.54% cuentan con más de 5 pisos.

D. Tipo de edificación

Este parámetro determina el nivel de afectación y nivel de ayuda que puede haber en las edificaciones. Los clubs recreacionales tienen amplias áreas verdes, el cual absorben el agua de las lluvias, por lo tanto, no habrán pequeñas inundaciones, además sus construcciones principales se encuentran alejadas de las zonas de peligro alto, entonces la vulnerabilidad es baja. Las viviendas multifamiliares verticales, además de tener varios pisos, tienen mayor cantidad de personas y poca área afectada, lo cual es positivo ya que las familias que viven en los pisos superiores pueden ayudar a las que viven en los pisos inferiores. Las viviendas multifamiliares horizontales también tienen gran cantidad de personas, pero abarca mayor área, el cual la labor de ayuda disminuye con respecto a las viviendas multifamiliares verticales. La casa habitación debido a que tienen pocos pisos y poca cantidad de personas, sufren más en la protección de los objetos personales. Los otros tipos de edificaciones sufren más, pues son pocas las personas que ayudan, ya que si bien son zonas de gran densidad poblacional, de acuerdo a experiencias pasadas, cada persona ayuda a las zonas cercanas de donde vive, por lo tanto, tienen una vulnerabilidad más alta.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los tipos de edificación (ver tabla N° 18) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por lluvias intensas y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 18. Matriz de comparaciones pareadas del tipo de edificación

DESCRIPTOR	Club recreacional	Multifamiliar Vertical	Multifamiliar Horizontal	Casa Habitación	Otros
Club recreacional	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
Multifamiliar Vertical	3	1.00	0.33	0.20	0.14
Multifamiliar Horizontal	5	3	1.00	0.33	0.20
Casa Habitación	7	5	3	1.00	0.33
Otros	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al tipo de edificación son las siguientes (ver cuadro N° 27):

Cuadro N° 27. Valores de ponderación de acuerdo al tipo de edificación

TIPO DE EDIFICACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Club recreacional	3.5	MUY BAJA
Multifamiliar vertical	6.8	BAJA
Multifamiliar horizontal	13.4	REGULAR
Casa habitación	26.0	ALTA
Otros	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 0.09% de los lotes son clubes recreacionales, un 19.99% son viviendas multifamiliares verticales, un 3.77% son viviendas multifamiliares horizontales, un 71.74% son destinados a casa habitación y un 4.41% tienen otros usos.

E. Estado de Conservación

El estado de conservación es un parámetro que determina si alguna edificación puede presentar ciertas filtraciones o si la edificación puede resistir un poco más los

daños por los peligros que generan las lluvias intensas. De acuerdo al tipo de daño que genere algún tipo de peligro natural o antrópico, el estado de conservación será cada vez peor. Los 5 descriptores de este parámetro son:

- Muy bueno: Las edificaciones no presentan deterioro debido a un buen diseño constructivo. Son edificaciones de pocos años de construcción.
- Bueno: Las construcciones no presentan deterioro, presentan pequeños desperfectos por su uso normal.
- Regular: Las edificaciones reciben mantenimiento esporádico, tienen pequeños deterioros y es subsanable.
- Malo: Las construcciones tienen deterioros debido a un mal diseño constructivo y los acabados tienen desperfectos visibles.
- Muy Malo: Las construcciones presentan gran deterioro. Son construcciones que tienen mucha antigüedad y presentan un pésimo diseño constructivo. Los peligros naturales y antrópicos han favorecido su deterioro.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los diferentes estados de conservación (ver tabla N° 19) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por lluvias intensas y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 19. Matriz de comparaciones pareadas del estado de conservación

DESCRIPTOR	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Muy Bueno	1.00	0.33	0.20	0.14	0.11
Bueno	3	1.00	0.33	0.20	0.14
Regular	5	3	1.00	0.33	0.20
Malo	7	5	3	1.00	0.33
Muy Malo	9	7	5	3	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación son las siguientes (ver cuadro N° 28):

Cuadro N° 28. Valores de ponderación de acuerdo al estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Muy Bueno	3.5	MUY BAJA
Bueno	6.8	BAJA
Regular	13.4	REGULAR
Malo	26.0	ALTA
Muy Malo	50.3	MUY ALTA

Para el área urbana de Chosica, un 5.56% de las edificaciones presenta un estado de conservación “Muy Bueno”, un 51.5% con un estado de conservación “Bueno”, un 37.06% con un estado de conservación “Regular”, un 5.28% con un estado de conservación “Malo” y un 0.6% con un estado de conservación “Muy Malo”.

5.3.2.2 Estratificación de rangos de la vulnerabilidad por lluvias intensas

Para la determinación de los rangos de vulnerabilidad se procede a multiplicar el parámetro con cada descriptor, y mediante la suma de cada resultado se determina

los picos de cada nivel, y entre rango y rango se determinan los 4 niveles de vulnerabilidad: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Lo anterior quiere decir que entre el nivel muy bajo y bajo, la vulnerabilidad es “BAJA”, entre el nivel bajo y regular, la vulnerabilidad es “REGULAR”, entre el nivel regular y alto, la vulnerabilidad es “ALTA” y entre el nivel alto y muy alto la vulnerabilidad es “MUY ALTA”.

En la Tabla N° 20 se detalla las operaciones realizadas para la determinación de los rangos de vulnerabilidad para lluvias intensas:

Tabla N° 20. Determinación de rangos de la vulnerabilidad por lluvias intensas

Material de construcción		+	Material de techo		+	Número de pisos		+	Tipo de edificación	
PARAM	DESCRIP		PARAM	DESCRIP		PARAM	DESCRIP		PARAM	DESCRIP
0.484	0.037		0.229	0.040		0.147	0.035		0.095	0.035
0.484	0.050		0.229	0.054		0.147	0.068		0.095	0.068
0.484	0.093		0.229	0.136		0.147	0.134		0.095	0.134
0.484	0.338		0.229	0.195		0.147	0.260		0.095	0.260
0.484	0.482		0.229	0.575		0.147	0.503		0.095	0.503

Estado de conservación		=	FRAGILIDAD		VULNERABILIDAD	
PARAM	DESCRIP					
0.045	0.035		0.037	MUY BAJO	BAJO	REGULAR
0.045	0.068		0.056	BAJO		
0.045	0.134		0.115	REGULAR		ALTO
0.045	0.260		0.283	ALTO		
0.045	0.503		0.509	MUY ALTO		MUY ALTO

Después de determinar los niveles y rangos de vulnerabilidad, tanto para sismos como lluvias intensas, ya se puede determinar los niveles de riesgo, ya que se dispone de los niveles de peligro determinado en el subcapítulo anterior.

5.3.3 Análisis de la resiliencia

Al igual que el análisis de la vulnerabilidad por fragilidad, esta se evaluará mediante la metodología AHP. A pesar de tener solo variables cualitativas, mediante el AHP es posible cuantificar los niveles de resiliencia. En el manual del CENEPRED se han determinado los pesos ponderados de los parámetros que influyen en la resiliencia, así como en otras investigaciones.

Tal como se vio en el subcapítulo “Elaboración de la base de datos”, las características evaluadas son las siguientes:

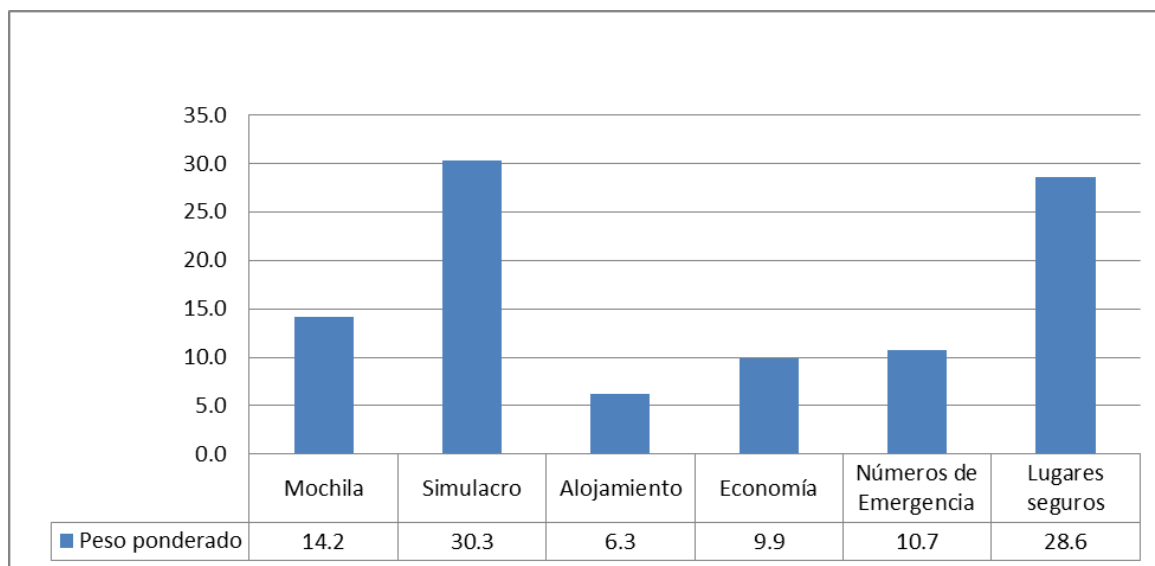
- Equipamiento de mochila de emergencia
- Participación de simulacros
- Alojamiento adicional
- Nivel económico
- Conocimiento de números de emergencias
- Conocimiento de lugares seguros

Para determinar los valores de ponderación de la vulnerabilidad por resiliencia, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre los parámetros para determinar que parámetro influye más en la vulnerabilidad por resiliencia y luego determinar por cuanto es más importante este parámetro con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de parámetros se representa en la tabla N° 21:

Tabla N° 21. Matriz de comparaciones pareadas de los parámetros de la resiliencia

PARAMETRO	Mochila	Simulacro	Alojamiento	Economía	Números de Emergencia	Lugares seguros
Mochila	1.00	1/3	2	2	2	1/3
Simulacro	3	1.00	4	3	3	1
Alojamiento	1/2	1/4	1.00	1/2	1/2	1/4
Economía	1/2	1/3	2	1.00	1	1/3
Números de Emergencia	1/2	1/3	2	1	1.00	1/2
Lugares seguros	3	1	4	3	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de parámetros es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad por resiliencia se presenta en el gráfico N° 20:

Gráfico N° 20. Pesos ponderados de los parámetros que influyen en la resiliencia

Ahora terminado la evaluación de los pesos ponderados de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica por resiliencia, se procede a evaluar cada uno de los parámetros; es decir, se realiza la ponderación de los descriptores o también llamados sub-parámetros.

5.3.3.1 Determinación de la ponderación de los descriptores de la vulnerabilidad por resiliencia

Como los descriptores solo tienen 2 posibles respuestas, entonces es posible adoptar los resultados de la comparación entre pares del volado (vulnerabilidad sísmica por fragilidad). Para una respuesta positiva, la vulnerabilidad será menor. Caso contrario; es decir, la respuesta es negativa, la vulnerabilidad será mayor.

Para determinar los valores de ponderación de vulnerabilidad de los descriptores, se realiza el análisis multicriterio (AHP). Para ello se realiza la comparación entre las respuestas de la población (ver tabla N° 22) para determinar cuál de los 2 descriptores influye más en la vulnerabilidad por resiliencia y luego determinar por cuanto es más importante este descriptor con respecto al otro (ver escala de Saaty, Cuadro N° 3). Los pasos para realizar la ponderación se observa en la pág. 55 y la comparación entre pares de descriptores es la siguiente:

Tabla N° 22. Matriz de comparaciones pareadas de las respuestas de la población

DESCRIPTOR	Si	Valor Intermedio	Valor Intermedio	Valor Intermedio	No
Si	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20
Valor Intermedio	2	1.00	0.50	0.33	0.25
Valor Intermedio	3	2	1.00	0.50	0.33
Valor Intermedio	4	3	2	1.00	0.50
No	5	4	3	2	1.00

El resultado de la comparación entre pares de descriptores es consistente (relación de consistencia es <0.1) y los valores de ponderación de vulnerabilidad de acuerdo a las respuestas dadas por la población son las siguientes (ver cuadro N° 29):

Cuadro N° 29. Valores de ponderación de acuerdo a la respuesta de la población

RESPUESTA DE LA POBLACIÓN	Peso ponderado	Vulnerabilidad
Si	6.2	MUY BAJA
Valor intermedio	9.9	BAJA
Valor Intermedio	16.1	REGULAR
Valor Intermedio	26.2	ALTA
No	41.6	MUY ALTA

Los pesos ponderados de los descriptores son los mismos para los 6 parámetros (Mochila de emergencia, participación de simulacros, alojamiento, situación económica, conocimiento de números de emergencia y conocimientos de zonas de evacuación ante lluvias) y por ello, es deducible determinar los niveles y rangos de vulnerabilidad por resiliencia (ver cuadro N° 30).

Cuadro N° 30. Determinación de rangos de la resiliencia

DESCRIPTOR	Peso ponderado					
Si	6.2	MUY BAJO	BAJO	REGULAR	ALTO	MUY ALTO
Valor intermedio	9.9	BAJO				
Valor Intermedio	16.1	REGULAR				
Valor Intermedio	26.2	ALTO				
No	41.6	MUY ALTO				

Para el área urbana de Chosica de los 593 personas encuestadas, solo un 8% afirma contar con una mochila de emergencia, un 54% ha participado en simulacros, un 24% cuenta con un alojamiento temporal en caso de desastres, un 62% puede afrontar económicamente un desastre, un 30% conoce los números de emergencia y un 59% conoce zonas de evacuación o seguras en caso de lluvias intensas.

5.4 ESCENARIOS DE RIESGO

En el aspecto teórico de esta investigación se observó que el Riesgo es el resultado de la interacción del Peligro por la Vulnerabilidad. Por lo tanto, después de determinar los niveles de peligro y de vulnerabilidad, mediante la matriz de riesgo (ver cuadro N° 31) definido por el CENEPRED en su Manual de evaluación de riesgos por fenómenos naturales (2015), se determinarán los escenarios de riesgos, tanto para sismos como para lluvias intensas en el área urbana de Chosica.

Cuadro N° 31. Matriz de riesgo (CENEPRED, 2015)

PMA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO	RIESGO MUY ALTO
PA	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
PM	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO
PB	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	VB	VM	VA	VMA

Los resultados del análisis se divide en 3 partes: escenario de riesgo sísmico, escenario de riesgo por lluvias intensas y por último, la resiliencia de la población.

5.4.1 Vulnerabilidad, peligro y escenario de riesgo sísmico

Los resultados obtenidos en la determinación del peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico son los siguientes:

A. Peligro por sismos

Para la determinación del peligro por sismos, se considera el estudio realizado por Tavera en el año 2012, tal como se observó en el subcapítulo 5.1. El área urbana de Chosica presenta 2 tipos de zonas sísmicas geotécnicas, zonas de tipo S1 y S2, que se interpreta como zonas de peligro bajo y medio.

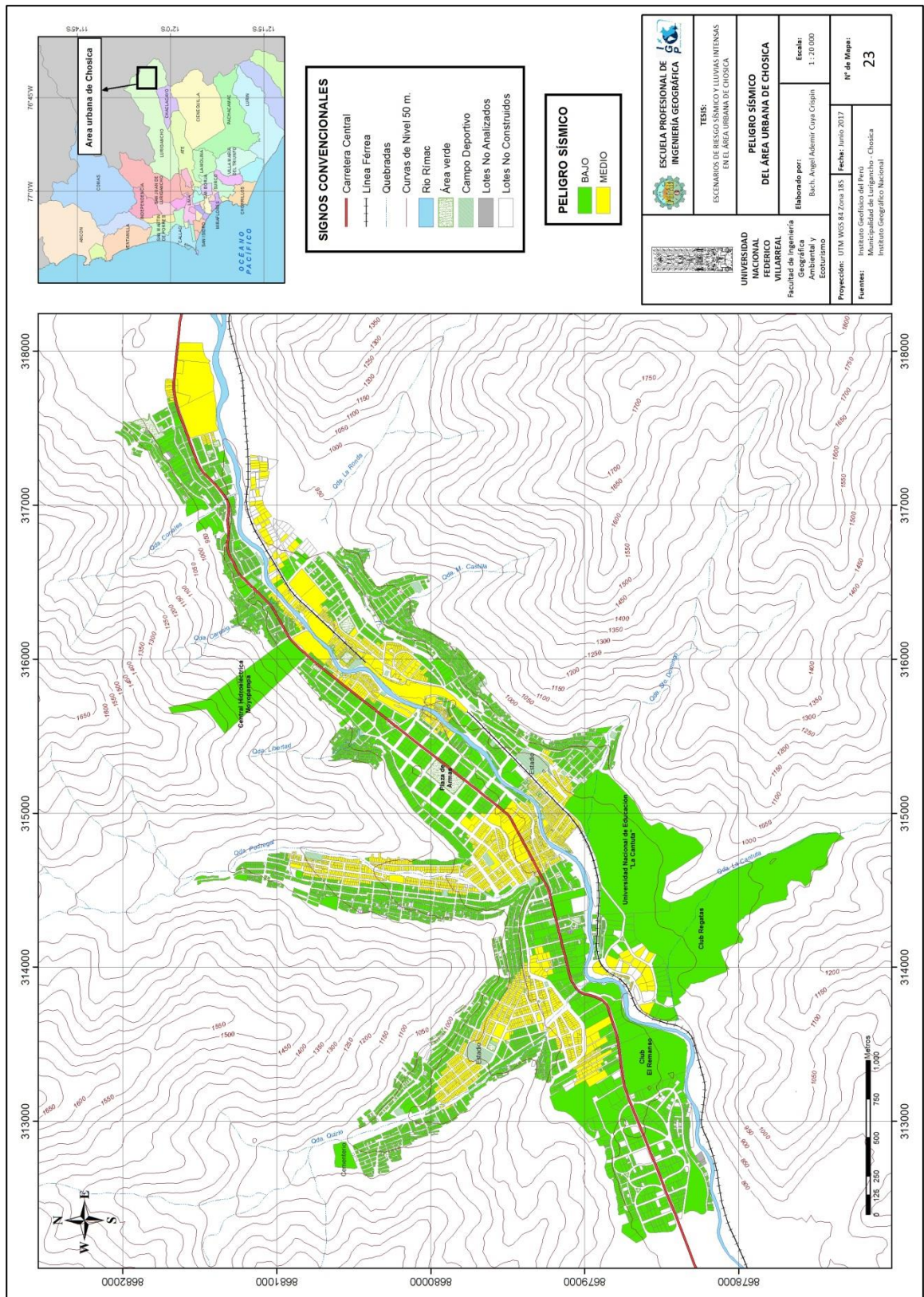
Luego de superponer las áreas sísmicas - geotécnicas con las áreas de los lotes, se ha determinado los siguientes niveles de peligro (ver cuadro N° 32):

Cuadro N° 32. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de peligro

NIVEL DE PELIGRO	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
BAJO	8004	73%
MEDIO	2930	27%
Total general	10934	100%

De ocurrir un terremoto frente a la costa central del Perú, en el área urbana de Chosica el sacudimiento del suelo en 8004 de los lotes analizados tendrían un sacudimiento menor comparado al resto de lotes, debido a que los lotes se encuentran ubicados sobre suelos rígidos y tienen un comportamiento similar al de una roca. En cambio, los 2930 lotes restantes tendrían un sacudimiento mayor del suelo por estar ubicados en suelos semiflexibles; por lo tanto, mayor destrucción.

En el mapa N° 23 se observa la ubicación de los lotes de acuerdo al peligro por sismos.



B. Vulnerabilidad sísmica

Para la determinación de la vulnerabilidad sísmica, se han considerado 9 características que influyen en los daños cuando ocurre un sismo (Material de construcción, estado de conservación, número de pisos, etc.). La vulnerabilidad en el área urbana de Chosica es mayormente entre medio y alto, pues muchas construcciones no se encuentran en buen estado de conservación, tienen materiales inadecuados y además, muchas construcciones empíricas hacen de la ciudad de Chosica una ciudad vulnerable.

Realizado el análisis de la vulnerabilidad sísmica con la base de datos del área urbana de Chosica, se ha obtenido los siguientes resultados (ver cuadro N° 33):

Cuadro N° 33. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
BAJO	1570	14%
MEDIO	6562	60%
ALTO	2644	24%
MUY ALTO	158	2%
Total general	10934	100%

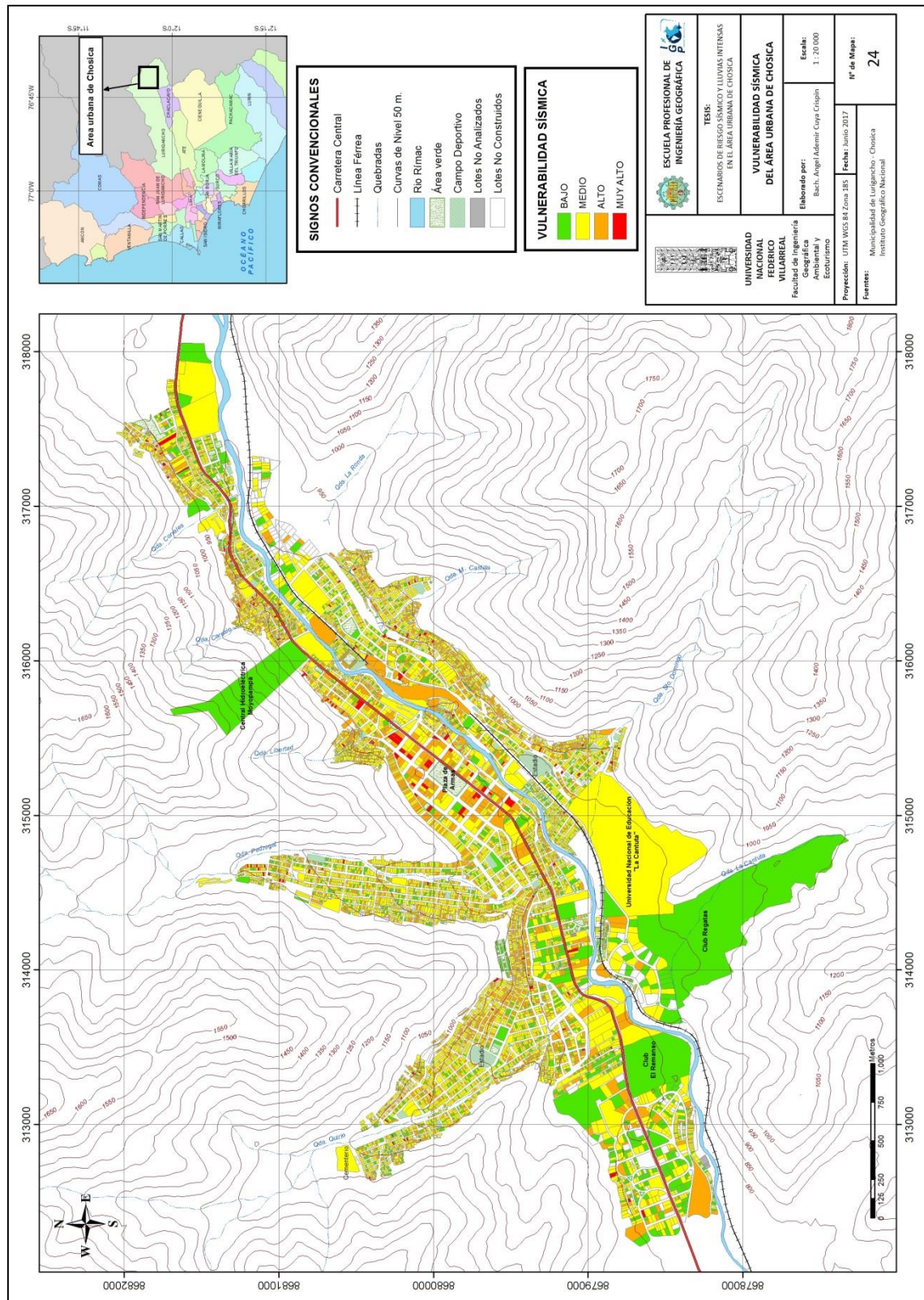
Ante la ocurrencia de un sismo, independientemente de los niveles de peligro, las edificaciones que se encuentran con una vulnerabilidad muy alta, serían los primeros en colapsar y aquellos con vulnerabilidad baja, serían los más resistentes. En el mapa N° 24 se observa el mapa de vulnerabilidad sísmica para el área urbana de Chosica, donde las habilitaciones urbanas que cuentan con mayor cantidad de

lotes con vulnerabilidad sísmica baja son: Urb. Santa María, Urb. Chacrasana, Coop. Viv. El Jardín, Urb. Batasol y la Asoc. de viv. Pablo Patrón.

Las habilitaciones urbanas que cuentan con gran cantidad de lotes con vulnerabilidad sísmica alta son: AA.HH. Nicolás de Piérola, AA.HH. Sierra Limeña, Urb. Nueva Chosica, AA.HH. Libertad, AA.HH. Moyopampa, Asoc. Buenos Aires, Asoc. Buenos Aires Comité 1, Asoc. Comité Hogar Buenos Aires, Asoc. Solís García, AA.HH. Virgen del Rosario y el AA.HH. Santo Domingo.

La zona monumental de Chosica (Urb. Nueva Chosica) es la que alberga la mayor cantidad de lotes con una vulnerabilidad sísmica alta y muy alta, pues aquí se encuentran construcciones de adobe con mucha antigüedad y un estado de conservación paupérrimo.

Los lotes en las demás habilitaciones urbanas en su mayoría presentan una vulnerabilidad sísmica media, así como varias excepciones.



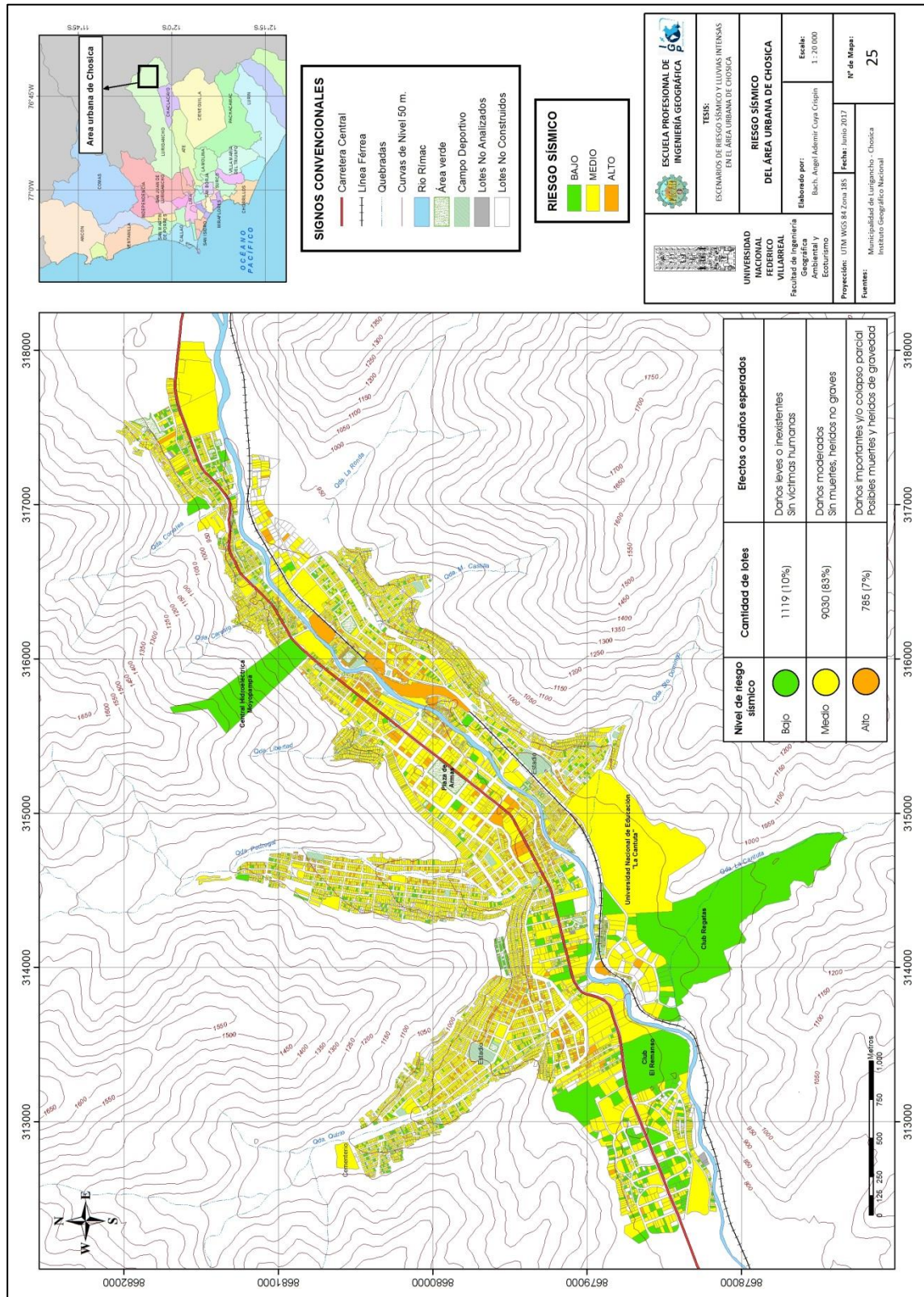
C. Escenario de Riesgo Sísmico

Debido a que no existe peligro alto ni muy alto, entonces de acuerdo a la matriz de riesgo no habrá riesgo muy alto. Los resultados para el riesgo sísmico son los siguientes (ver cuadro N° 34):

Cuadro N° 34. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de riesgo sísmico

NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
BAJO	1119	10%
MEDIO	9030	83%
ALTO	785	7%
Total general	10934	100%

De acuerdo a estos resultados, los escenarios de riesgo sísmico para el área urbana de Chosica serían: 1119 lotes serían los menos afectados, debido al buen suelo y su buena resistencia, estas edificaciones no sufrirían daños o serían mínimos, y no habría pérdidas humanas debido a que no existe riesgo de colapso. Los 9030 lotes que se encuentran con riesgo medio sufrirían daños que comprometen a la estructura pero sin riesgo de colapso y la reparación tendría un costo considerable, las personas ubicadas dentro de las edificaciones pueden presentar lesiones debido a caídas de objetos o tropiezos. Y por último, los 785 lotes con riesgo alto podrían presentar colapsos parciales o daños severos en la construcción, lo cual su costo de reparación sería muy alto, podría haber pérdidas humanas o lesiones serias. En el mapa N° 25 se observa el mapa de riesgo sísmico para el área urbana de Chosica.



5.4.2 Vulnerabilidad, peligro y riesgo por lluvias intensas

Los resultados para la determinación del peligro, vulnerabilidad y riesgo por los peligros generados por lluvias intensas son los siguientes:

A. Peligro por lluvias intensas

Para la determinación del peligro por lluvias intensas, se considera el mapa de peligros generados por lluvias intensas que se realizó en el subcapítulo 5.2. El área urbana de Chosica presenta 3 zonas de peligro: Peligro medio, alto y muy alto.

Luego de superponer las zonas de peligro por lluvias intensas con las áreas de los lotes, se ha determinado lo siguiente (ver cuadro N° 35):

Cuadro N° 35. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de peligro

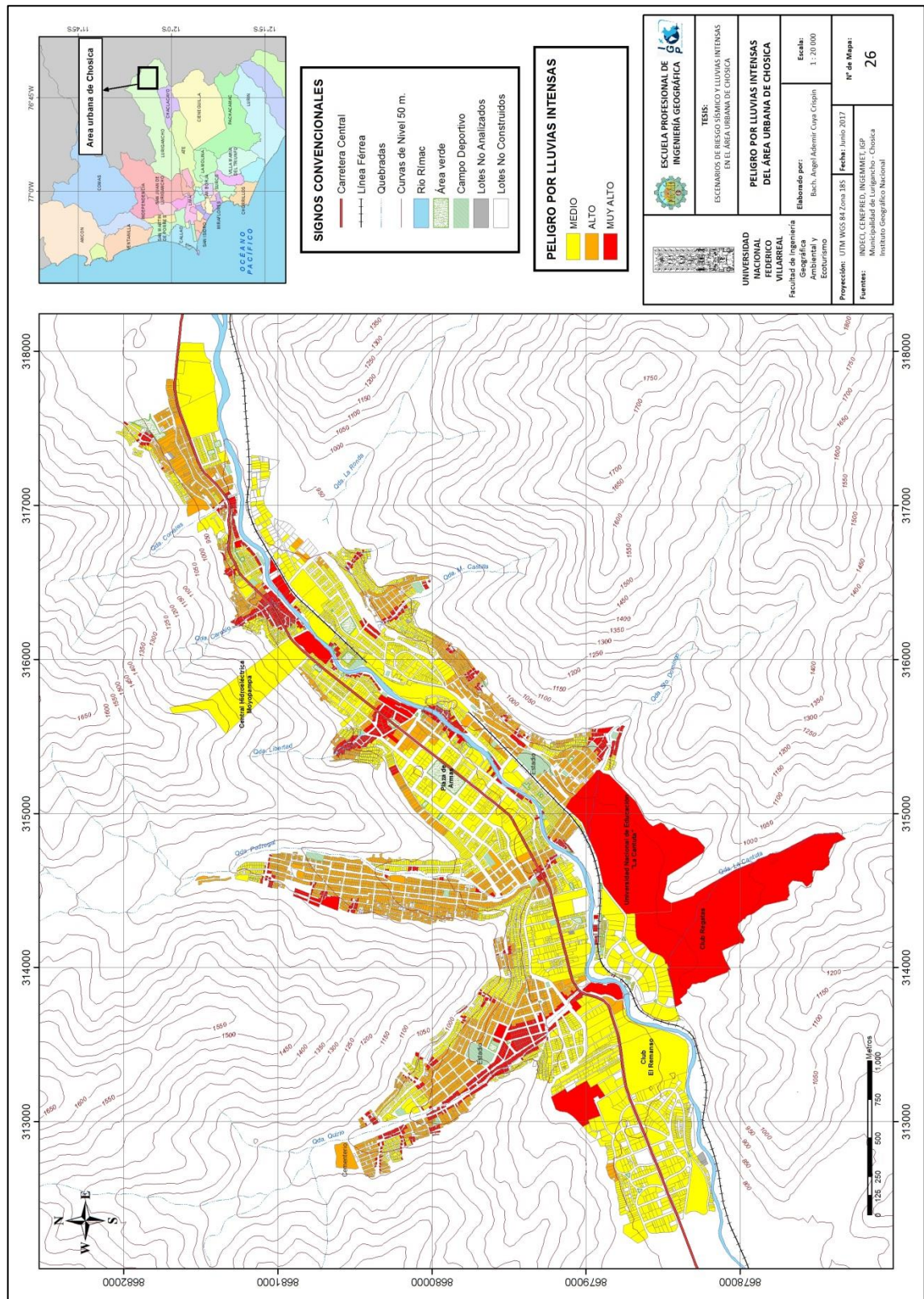
NIVEL DE PELIGRO	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
MEDIO	5361	49%
ALTO	4055	37%
MUY ALTO	1518	14%
Total general	10934	100%

De ocurrir lluvias intensas con las condiciones necesarias para la ocurrencia de flujo de detritos y desborde del río Rímac en el área urbana de Chosica, los niveles de inundación con sedimentos y flujos de lodo serían medias para 5361 de los lotes; es decir, no representa peligro de muerte pero sí puede ocasionar pérdidas económicas considerables dependiendo de la vulnerabilidad. Las principales habilitaciones

urbanas que se encuentran en peligro medio son: Urb. Santa María, Urb. Chacrasana, parte del AA.HH. Sierra Limeña, Coop. De Viv. El Jardín, Urb. Nueva Chosica (Zona Monumental), parte de la Urb. Moyopampa, Urb. Batasol, AA.HH. Señor de los milagros, AA.HH. San Juan de Bellavista, Asoc. Pablo Patrón, Urb. San Fernando Alto, Urb. Alameda de Chosica y la Urb. La Cantuta.

Los lotes que presentan inundaciones de consideración y/o velocidad de escorrentía intensa representan a un total de 4055 lotes. Las principales habilitaciones urbanas que se encuentran en peligro alto son: AA.HH. Nicolás de Piérola, AA.HH. San Antonio de Pedregal, Asoc. San Miguel de Pedregal, Asoc. San José, parte de la Urb. Moyopampa, Asoc. Don Bosco, Asoc. Rayos de Sol, AA.HH. Mariscal Castilla, AA.HH. Virgen del Rosario, Asoc. de Viv. Sauce Grande, Urb. San Fernando Bajo, Coop. Villa del Sol y AA.HH. Los Libertadores.

Por último, 1518 lotes se encuentran con riesgo muy alto; es decir, las edificaciones pueden sufrir serios daños debido a la velocidad de escorrentía intensa y las inundaciones pueden cubrir totalmente a niños. Las principales habilitaciones urbanas que se encuentran en peligro muy alto son: AA.HH. Nicolás de Piérola, AA.HH. San Antonio de Pedregal, AA.HH. Libertad, AA.HH. Moyopampa, Asoc. Comité Hogar Buenos Aires, Asoc. María Parado de Bellido, Asoc. Rayos de Sol, AA.HH. Mariscal Castilla, Asoc. Pablo Patrón, Asoc. Clorinda Málaga de Prado, AA.HH. Virgen del Rosario, Asoc. de Viv. Sauce Grande, AA.HH. El Rímac, AA.HH. Santo Domingo, La Universidad “La Cantuta”, el club Regatas y las zonas contiguas al cauce de las quebradas y el río Rímac. En el mapa N° 26 se observa la ubicación de los lotes de acuerdo a los peligros generados por lluvias intensas.



B. Vulnerabilidad por lluvias intensas

Para la determinación de la vulnerabilidad por lluvias intensas, se han considerado 5 características que influyen cuando ocurren lluvias intensas (Material de construcción, material de techo, número de pisos, etc.). La vulnerabilidad en el área urbana de Chosica en su mayoría es alta, pues a pesar de tener más construcciones de material noble, muchas cuentan con techos ligeros y además con pocos pisos.

Después de realizar el análisis de la vulnerabilidad de los peligros generados por las lluvias intensas, mediante la base de datos del área urbana de Chosica, se ha obtenido los siguientes resultados (ver cuadro N° 36):

Cuadro N° 36. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
BAJO	302	3%
MEDIO	4446	41%
ALTO	5462	50%
MUY ALTO	724	6%
Total general	10934	100%

Ante la ocurrencia de lluvias intensas, independientemente de los niveles de peligro, las edificaciones que se encuentran con una vulnerabilidad muy alta, serían los primeros en ser arrastrados y/o destruidos y aquellos con vulnerabilidad baja serían los más resistentes.

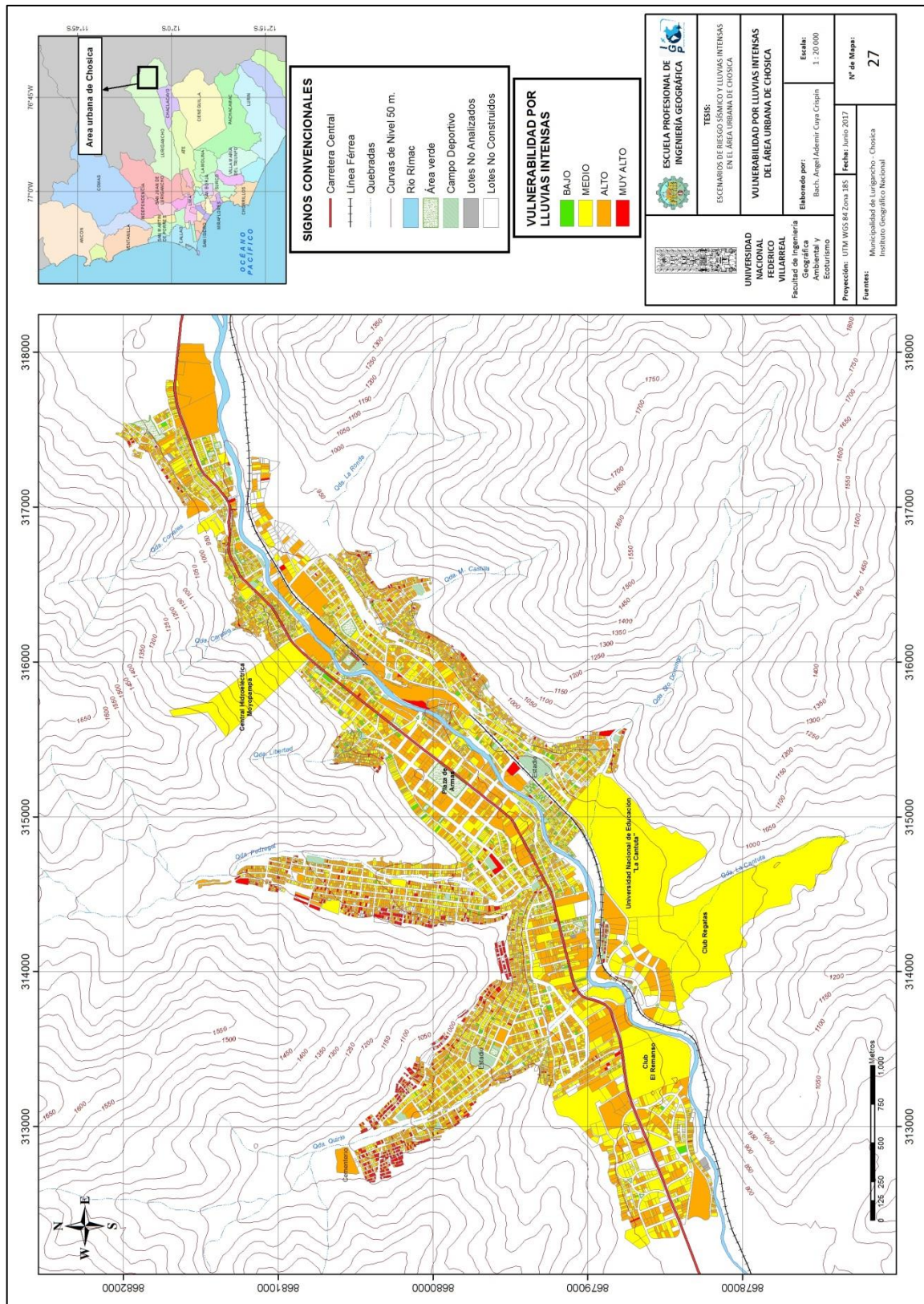
Pocos lotes presentan una vulnerabilidad baja ante lluvias intensas, pues solo representan el 3% en el área urbana de Chosica, donde las habilitaciones urbanas que presentan regularmente lotes con vulnerabilidad baja son la Urb. Alameda de Chosica y la Urb. Batasol, pues muchas de sus construcciones son de material noble y cuentan con varios pisos.

Un 41% de los lotes tienen una vulnerabilidad media, pues a pesar de tener viviendas de material no ligero, tienen pocos pisos. Los lotes con estas características están distribuidos en toda el área urbana de Chosica.

Los lotes con vulnerabilidad alta representan un 50% de los lotes, pues en su mayoría presentan edificaciones con menos de 2 pisos, techos de material ligero y con poca densidad poblacional.

Las viviendas que presentan material ligero (madera y estera) son los que tienen mayor vulnerabilidad. Estas edificaciones que representan el 6% del área urbana de Chosica son fáciles de ser destruidas y arrastradas por los peligros generados por las lluvias intensas, además que la filtración de agua es más fácil; por ende, mayores pérdidas de bienes muebles.

En el mapa N° 27 se observa el mapa de vulnerabilidad por lluvias intensas para el área urbana de Chosica.



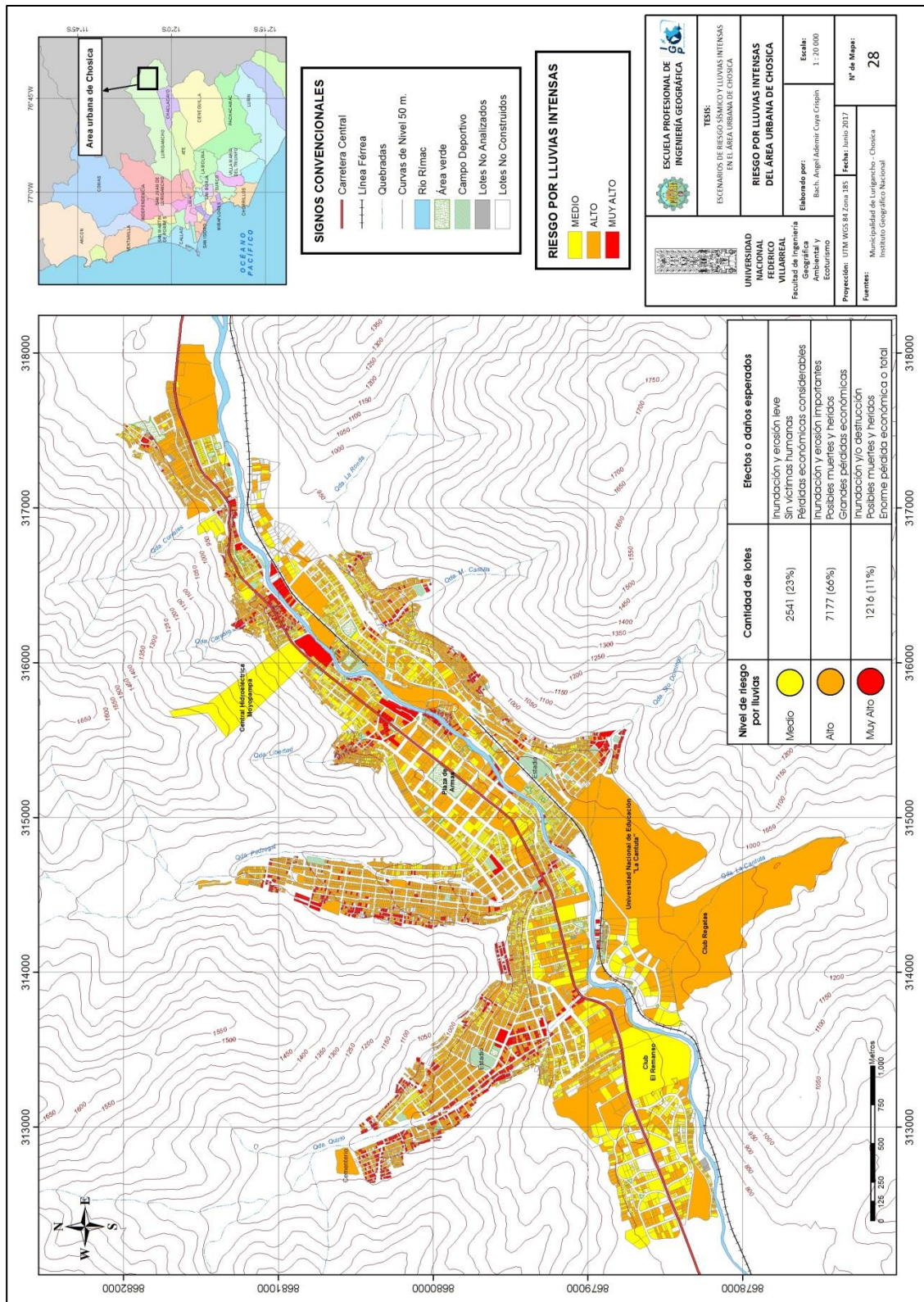
C. Escenario de riesgo por lluvias intensas

Debido a que no existe peligro bajo, entonces de acuerdo a la matriz de riesgo, los resultados para el riesgo por lluvias intensas son los siguientes (ver cuadro N°37):

Cuadro N° 37. Número y porcentaje de lotes con sus niveles de riesgo por lluvias intensas

NIVEL DE RIESGO POR LLUVIAS INTENSAS	NÚMERO DE LOTES	PORCENTAJE DE LOTES
MEDIO	2541	23%
ALTO	7177	66%
MUY ALTO	1216	11%
Total general	10934	100%

De acuerdo a estos resultados, los escenarios de riesgo ante la ocurrencia de lluvias intensas en el área urbana de Chosica serían: el 23% de los lotes que se encuentran con riesgo medio ante lluvias intensas serían afectados levemente y tendrían que recurrir a ciertas medidas para evitar daños de objetos en el interior del hogar. El 66% de los lotes que se encuentran con riesgo alto sufrirían pérdidas económicas considerables, pues sus condiciones no permiten poner a buen recaudo los objetos ubicados en su interior. Y por último, el 11% de los lotes que se encuentran con riesgo muy alto podrían ser destruidos y/o arrastrados o sufrir severos daños en las edificaciones, así como a los bienes muebles, además sufren pérdidas económicas muy altas y tendrían pérdidas de vidas humanas. En el mapa N° 28 se observa el mapa de riesgo por lluvias intensas en el área urbana de Chosica.



5.4.3 Nivel de resiliencia

Los resultados para el nivel de resiliencia son preocupantes, pues indican que la población no tiene la preocupación adecuada, así como tampoco un nivel socioeconómico para poder tener una buena resistencia en caso de desastres. Si la población tuviese un buen nivel de resiliencia, las pérdidas y daños a la vida humana serían menores. En la base de datos, se indica que solo un 8% cuenta con su mochila de emergencia, esto es un indicador del interés que tiene la población en cuanto a preparación.

De acuerdo a la base de datos y la ponderación AHP, se ha determinado que los niveles de resiliencia de la población del área urbana de Chosica son los siguientes (ver cuadro N° 38):

Cuadro N° 38. Nivel de resiliencia de la población de Chosica

RESILIENCIA DE LA POBLACIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE DE ENCUESTADOS
ALTO	14	2%
MEDIO	102	17%
BAJO	188	32%
MUY BAJO	289	49%
Total general	593	100%

Solamente un 2% de los encuestados se encontraría preparado, pues estos son precavidos, han sido capacitados y sabrían cómo reaccionar frente a los peligros y podrían superar los estragos que puedan producir estos peligros.

En cambio un 49% de los encuestados no se encuentra preparado ante la ocurrencia de peligros, pues estos no cuentan con mochila de emergencia, no conocen los números de emergencia ni tienen suficientes recursos económicos para afrontar un desastre. Hace falta una cultura de prevención, pues a pesar de haber sufrido los estragos por sismos y lluvias intensas anteriormente, siguen sin la debida preocupación ante estos problemas.

El resto de las personas encuestadas pueden tener una buena cultura de prevención, pero las condiciones económicas no le permiten tener una buena resiliencia, así como otros que no tienen la cultura adecuada, pero gozan de una situación económica adecuada.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En primer lugar, los conceptos de riesgo en otros países son distintos, por ejemplo en México y España, así como la UNESCO definen al riesgo como la interacción del Peligro, Vulnerabilidad y Exposición, donde la vulnerabilidad se da por fragilidad y resiliencia. En el Perú, el CENEPRED ha determinado que el riesgo es la interacción del peligro y vulnerabilidad, donde la vulnerabilidad se da por exposición, fragilidad y resiliencia. Esta investigación se basa en la vulnerabilidad por exposición, pues si el área urbana de Chosica no estuviese expuesta a sismos o lluvias intensas, no hubiese la necesidad de realizar este tipo de estudios.

En principal objetivo de este estudio fue la de generar escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas evaluando la vulnerabilidad de las edificaciones del área urbana de Chosica, y para lograrlo se ha identificado las diferentes características físicas de las edificaciones como el estado de conservación, material de construcción, número de pisos, tipo de edificación, etc. así como la identificación, cuantificación y estratificación del peligro tanto por sismos y lluvias intensas.

Para la identificación del peligro por sismos, se ha considerado el estudio realizado por Tavera (2012), donde indica la existencia de 2 zonas sísmicas geotécnicas para el área urbana de Chosica, los cuales corresponden a suelos tipo S1 y S2. De acuerdo a la norma técnica peruana (Norma E-030), los suelos tipo S1 tienen un comportamiento rígido donde la vibración del suelo es de baja amplitud; por lo tanto, el daño a las estructuras serán menores, es por ello que de acuerdo al Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres CIDMID (2005), este tipo de suelos corresponden a un peligro bajo. Con respecto a los suelos tipo S2, tienen un comportamiento

semirrígido; es decir, no tienen un comportamiento flexible como los suelos tipo S3 pero no son tan rígidos como los suelos tipo S1 y es por ello que de acuerdo al CISMID (2005), este tipo de suelos corresponden a un peligro medio.

Para la identificación del peligro generado por las lluvias intensas, se ha tomado en cuenta los estudios realizados anteriormente por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro Nacional de Estimación, Prevención, Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), investigadores como Ruiz (2013), Zavala (2012), Villacorta (2015) y eventos pasados subidos en plataformas de video como Youtube, así como acontecimientos narrados en reconocidos periódicos como El Comercio. Además se ha realizado un recorrido por las quebradas (Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio, Corrales, Mariscal Castilla y Santo Domingo) y alrededores del área urbana de Chosica por el autor en un laborioso trabajo de campo entre el 2015 y 2016. No se pudo realizar el recorrido por la quebrada La Cantuta por encontrarse en propiedad privada, es por ello que solo se ha considerado los eventos pasados para la cuantificación del peligro.

Hay una gran variedad de trabajos donde se evalúa las características físicas de las edificaciones para la evaluación de la vulnerabilidad como los trabajos realizados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro Nacional de Estimación, Prevención, Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), Ángel Ochoa (2012), Rubén Castro (2014), etc. en la que se ha empleado diversas técnicas de ponderación tanto cualitativos como complejos (AHP).

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se tomó en cuenta 9 parámetros y para la evaluación de la vulnerabilidad por lluvias intensas solo se tomó 5 parámetros. Esta

diferencia se da porque hay parámetros que no condicionan a aumentar o disminuir la vulnerabilidad por lluvias intensas como lo son las configuraciones geométricas y el volado, y con respecto a la pendiente, es un parámetro que sirvió a INDECI para la evaluación del peligro.

Inicialmente, la presente investigación iba a tener como fuente de características físicas de las edificaciones, la información del catastro que realizó COFOPRI en el año 2007. Pero al verificar la información, indicaba la existencia de viviendas de concreto, lo cual es incorrecto. Pues las viviendas donde se indicaba que era de concreto, solo son viviendas de albañilería simple con un tarrajeo rústico. Además, solo se contaban con ciertas características de las viviendas (Material predominante, estado de conservación y número de pisos) y ha sido necesario incrementar variables que influyen en el daño a la ocurrencia de un sismo o los peligros generados por las lluvias intensas. Es por ello que se realizó un levantamiento propio de información de campo a fin de evitar cualquier tipo de inconsistencias y además tener una base de datos más actualizada.

Tomando en cuenta otras investigaciones, como las que realizó INDECI, donde sus características físicas evaluadas de forma cualitativa; no considera ponderaciones a sus parámetros y descriptores (Proceso analítico jerárquico), los cuales podrían indicar que sus resultados no son precisos. También agregar que sus resultados, solo lo hacían a nivel de manzanas, y no se podía saber que lotes tienen mayor riesgo, pues en esta investigación se podrá determinar cuál es el lote que tendría que tomar las medidas necesarias para reducir su vulnerabilidad.

Antes de realizar un trabajo, es recomendable verificar la información con la que se trabajará. El CENEPRED en el año 2015 realizó el estudio de vulnerabilidad ante flujos

de detritos en 3 quebradas del área urbana de Chosica (Libertad, Carossio y Corrales), y para ello consideraron la información de COFOPRI antes mencionada, sin conocer que dicha base de datos tiene muchas observaciones.

En cuanto a investigaciones como los de Ángel Ochoa (2012) en “Aplicación SIG para la determinación escenarios de riesgo en Pucusana” y de Rubén Castro (2014) en “Evaluación del riesgo de desastres por peligros Naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa”, se observó que en la ponderación, ambos usan la metodología AHP, pero en el segundo, la ponderación de descriptores lo hace de manera cualitativa; es decir, le asigna un nivel de peligro o vulnerabilidad. En cambio, Ochoa (2012) utiliza la metodología tanto en los parámetros como en los descriptores, pero en los descriptores no coloca valores intermedios y no explica cómo se determinan los rangos para estimar los niveles de vulnerabilidad.

En la investigación de Ochoa (2014), se ha evaluado el nivel de riesgo para todos los peligros, es decir, el análisis de la vulnerabilidad se ha realizado de manera conjunta. Lo adecuado es realizar la ponderación de la vulnerabilidad de acuerdo al tipo de peligro, pues los sismos, tsunamis, actividad antrópica, etc. afectan a las edificaciones de distinta manera (Para sismos un mayor número de pisos es más vulnerable, en cambio en caso de tsunamis sería menos vulnerable). Recaltar que estas investigaciones se basaron en la metodología que aplicó INDECI, y los métodos que se aplican en la actualidad es de acuerdo al CENEPRED, donde se utiliza la metodología AHP para la evaluación del riesgo.

En cuanto el “Manual de evaluación de riesgo por fenómenos naturales” elaborado por el CENEPRED (2015), los pesos ponderados para la determinación de la vulnerabilidad

que se encuentra en dicho informe se basa en modelos internacionales. Además dichas ponderaciones son únicas y no toman en cuenta el tipo de peligro, pues los daños ocasionados por estos son distintos. Para un sismo, una construcción de madera reacciona mejor, pero para el caso de los peligros ocasionados por lluvias intensas, una vivienda de madera es más vulnerable por su peso ligero.

Para esta investigación se decidió aumentar algunas variables para la determinación de la vulnerabilidad por lluvias intensas, como por ejemplo el número de pisos. Tanto en noticieros como por las declaraciones de la población, indican que ante la ocurrencia de lluvias intensas, trasladan sus objetos personales a pisos superiores para evitar ser dañados por el agua y lodo. Es por ello que se ha evaluado que a mayor número de pisos, la vulnerabilidad será menor.

En los resultados finales no se muestra el número de personas afectadas debido a que el Instituto Nacional de Estadística e Informática solo brindó el número de población por manzanas, y como la distribución de las edificaciones tienen gran variabilidad dentro del área urbana de Chosica, no es recomendable estimar la cantidad de población afectada, ya que se podría incurrir en error.

Los mapas donde se representa la vulnerabilidad y el riesgo de las edificaciones, tanto para sismos como lluvias intensas, solo toma en cuenta a la fragilidad. Pues para la representación de la resiliencia se tendría que conocer muchos detalles acerca de los habitantes por cada lote en toda el área urbana de Chosica, lo cual es relativamente muy difícil. Es por ello que los resultados en los mapas solo se presentan en base a la vulnerabilidad por fragilidad con su respectivo peligro.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

1. El escenario sísmico para el área urbana de Chosica, es que de los 10934 lotes evaluados, 1119 se encuentran con un riesgo sísmico bajo; es decir, no sufrirían daños o serían mínimos, y no habría pérdidas humanas debido a que no existe riesgo de colapso, 9030 se encuentran con un nivel de riesgo sísmico medio; es decir, sufrirían daños que comprometen a la estructura pero sin riesgo de colapso y la reparación tendría un costo considerable, las personas ubicadas dentro de las edificaciones pueden presentar lesiones debido a caídas de objetos o tropiezos, y por último 785 se encuentran con un nivel de riesgo sísmico alto; es decir, podrían presentar colapsos parciales o daños severos en la construcción, lo cual su costo de reparación sería muy alto, y podría haber pérdidas humanas o lesiones serias.

Las zonas con mayor riesgo sísmico se muestran en mayor porcentaje en el AA.HH. Nicolás de Piérola, AAHH. Pedregal Bajo, AA.HH. San Antonio de Pedregal, Asoc. de viv. San Miguel de Pedregal, Urb. Nueva Chosica (Zona monumental), Urb. Moyobamba, Asoc. de prop. Chosica Vieja y la Urb. San Fernando Alto.

El escenario ante los peligros generados por las lluvias intensas (flujos , inundaciones) para el área urbana de Chosica, es que de los 10934 lotes evaluados en el área urbana de Chosica, 2541 se encuentran con un nivel de riesgo medio; es decir, podrían tener pérdidas económicas considerables sin riesgo de pérdida de vidas humanas, 7177 con un nivel de riesgo alto; es decir,

sufrirían pérdidas económicas altas, pues sus condiciones no permiten poner a buen recaudo los objetos ubicados en su interior y podrían haber pérdidas humanas, y por último 1216 se encuentran con un nivel de riesgo muy alto; es decir, las edificaciones podrían ser destruidos y/o arrastrados o sufrir severos daños, así como a los bienes muebles, además sufren pérdidas económicas muy altas y tendrían pérdidas de vidas humanas.

Aquellos lotes que se encuentran con un riesgo por lluvias intensas muy alto, mayormente se encuentran en las zonas aledañas al paso de las quebradas y en las riberas del río Rímac. También en algunas zonas de las laderas de los cerros (AA.HH. Virgen del Rosario, AA.HH. Nicolás de Piérola, Asoc. San José, etc.) donde las cárcavas y torrentes afectan gravemente a las viviendas que se encuentran en las partes más altas.

Los niveles de resiliencia son malos, pues el 49% de las personas encuestadas, tienen un nivel de resiliencia muy bajo y solo un 2% son resilientes. Un 17% y 32% tienen un nivel de resiliencia medio y alto respectivamente. Más del 80% de la población sufriría en el momento y después de presentado un determinado peligro. Tanto el gobierno local como la misma población, tienen que coordinar y tomar interés en cuanto a la peligrosidad de los sismos y lluvias intensas. El nivel de cultura en gestión de riesgos de desastre es muy bajo en la ciudad de Chosica.

2. El área urbana de Chosica, a lo largo de los años ha sido afectado por 2 principales peligros: los sismos y las lluvias intensas.

De acuerdo a Tavera y Bernal (2005), se espera que un sismo mayor a 8.5 Mw sacuda la costa del Departamento de Lima, es por ello que es necesario la realización de este tipo de estudios, ya que anteriormente las intensidades fueron de hasta IX en la escala modificada de Mercalli (Sismo 1746).

Los niveles de peligro sísmico esperados de acuerdo a la información de suelos, se obtuvo mediante el mapa de zonificación sísmica - geotécnica del área urbana de Chosica (Tavera, 2012), donde se identifica la presencia de 2 tipos de suelo, tipo S1 y S2 que representan un peligro bajo y medio respectivamente.

La ciudad de Chosica siempre ha sido noticia por los grandes desastres que ocasionan las lluvias intensas, principalmente por los huaicos (flujo de detritos) y desbordes del río Rímac, debido a que la población no toma en cuenta el gran peligro al exponerse en zonas de las quebradas y riberas del río.

Los niveles de peligro generados por las lluvias intensas se determinaron mediante estudios realizados por INDECI (2005), INGEMMET (2012 y 2015), CENEPRED (2015), IGP (2012) mediante una superposición espacial y la verificación y complementación de campo a lo largo de las quebradas y alrededores del área urbana de Chosica. Se ha identificado 3 niveles de peligro para el área urbana de Chosica: Peligro medio, alto y muy alto. No hay peligro bajo en la zona de estudio debido a la falta de un sistema de drenaje pluvial que evite las pequeñas y medianas inundaciones.

3. Se construyó una base de datos en ArcGIS obtenidos mediante tomas fotográficas y de videos, para identificar las características físicas de las

edificaciones (estado de conservación, material de construcción, número de pisos, etc.) que sirven para la evaluación de la vulnerabilidad. Además se realizó una encuesta de 6 preguntas para determinar el nivel de resiliencia de la población. Esta información contribuye a una adecuada gestión de riesgos, así como a otros intereses a favor de la población y gestión municipal.

4. La evaluación de la vulnerabilidad se realizó mediante el proceso analítico jerárquico (AHP).

Para evaluación de la vulnerabilidad sísmica, se evaluaron 9 parámetros. El estado de conservación y el material predominante tienen el mayor peso ponderado con 34.5% y 25.9% respectivamente. Le siguen la configuración por elevación con un 10.3%, el número de pisos con 8.6%, el material de techo con 6.9%, la configuración en planta y el volado con 4.2% y por último la pendiente y el tipo de edificación con un peso ponderado de 2.7%.

Para la evaluación de la vulnerabilidad por lluvias intensas, se evaluaron solo 5 parámetros. El material predominante tiene el mayor peso ponderado con 48.4%. Le siguen el material de techo con 22.9%, el número de pisos con 14.7%, el tipo de edificación con 9.5% y por último el estado de conservación con un peso ponderado de 4.5%.

Para la evaluación de la resiliencia, se evaluaron las 6 preguntas de la encuesta. La participación de simulacros tiene el mayor peso ponderado con 30.3%, le siguen el conocimiento de lugares seguros con un 28.6%, la tenencia de mochila de emergencia con un 14.2%, el conocimiento de los números de emergencia con

un 10.7%, la economía con un 9.9% y por último el alojamiento en otra vivienda con un peso ponderado de 6.3%.

5. Se ha obtenido mapas temáticos de acuerdo al material de construcción, estado de conservación, número de pisos, etc. así como los mapas de vulnerabilidad y peligro tanto por sismos como lluvias intensas. Por último se ha generado los mapas de riesgo sísmico y lluvias intensas.

7.2 RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este estudio se desprenden muchas recomendaciones, tanto para la población, como para el gobierno local y central.

El gobierno local no debe entregar constancias o certificados de posesión de terreno a nuevos invasores, pues estos por tener un lugar donde vivir, no toman en cuenta el gran peligro donde se ubican como los cursos de quebradas, torrentes y cárcavas. La quebrada Carossio tiene su paso por la calle Miguel Grau, es por ello que la mayoría de esas viviendas son afectadas gravemente cuando suceden lluvias intensas.

Por otro lado, aquellas viviendas que tienen construcciones de adobe, deberían reemplazarlas por estructuras de ladrillo y cemento, con el apoyo de un ingeniero civil, pues las construcciones de adobe son los que más se desploman cuando suceden sismos de gran magnitud.

Las construcciones de madera y estera deben ser cambiados con mayor necesidad, por construcciones de material noble, pues la ciudad de Chosica es frecuentemente afectada

por las lluvias intensas, por lo que las viviendas de material ligero son los más afectados ante los flujos de lodo, detritos y desbordes, así como las mismas precipitaciones.

La Municipalidad de Lurigancho-Chosica debe poner mano firme a la hora que las familias deciden construir sus viviendas, pues la mayoría de las viviendas son construidas de manera empírica, por maestros de obra que no tienen conocimientos en la construcción de viviendas. No se debe permitir la construcción de viviendas sin una licencia de construcción y deben promover ello mediante facilidades de pago u otro tipo de campañas, ya que el factor principal para que las personas no soliciten licencia de construcción son los altos costos que se solicitan. Esta situación se repite en casi todos los lugares del Perú.

Una de las zonas que deberían evacuar urgentemente, es la parte alta de la quebrada Santo Domingo, pues se tiene gran cantidad de rocas sueltas y en cualquier momento pueden deslizarse y provocar un desastre, por la presencia de gran cantidad de viviendas de material ligero. Aquella zona es una bomba de tiempo, se requiere la reubicación u otra solución dependiendo de la situación legal, por parte del gobierno local o central.

A lo largo de la Carretera Central se requiere de obras e infraestructura en las zonas de las quebradas (como el badén de la quebrada Pedregal) para que la carretera no se vea afectada y exista bloqueo, pues en muchas ocasiones, tanto autos, buses y camiones quedan varados por la presencia de los flujos de detritos y lodo. Muchos camiones que transportan alimentos no perecibles son los que son más afectados debido a que los alimentos se descomponen y hay pérdidas en millones de soles.

Dentro del área urbana de Chosica también se requiere de un sistema de drenaje pluvial para evitar las pequeñas y medianas inundaciones y discurra el agua hacia el río Rímac, así como la construcción adecuada de pistas y veredas con materiales absorbentes. Ejemplos de estos sistemas de drenaje se dan en su mayoría en las ciudades amazónicas del Perú, como La Merced, Oxapampa, San Ramón, Tingo María, etc. donde a pesar de las grandes precipitaciones que se dan en esa región del Perú, las aguas no quedan empozadas en las calles a no ser que se presente inundaciones por desborde de ríos.

Los flujos de lodo y detritos se generan por la gran erosión que provocan las lluvias intensas favorecidos por el material suelto y la forma del relieve; es por ello, que una solución para evitarlos, sería la colocación de elementos como geomembranas para evitar la erosión del agua de las lluvias con la superficie, preferiblemente en las zonas donde hay mayor acumulamiento de material suelto. Esta obra debe ser acompañada con obras hidráulicas que lleven las aguas a zonas de menor peligro o al río Rímac. Esta solución es adecuada para zonas de poca área (quebrada Carossio), ya que demandaría enormes gastos en zonas extensas.

Se deben instalar señalizaciones adecuadas en toda el área urbana de Chosica para el caso de lluvias intensas, pues en las visitas que se llevó a cabo, habían pocas señalizaciones y las pocas que habían no estaban en condiciones adecuadas (sucias y dobladas que no permiten su visualización), por lo que es necesario colocar nuevas y buenas señalizaciones.

También se requiere la reubicación de algunas zonas como el AA.HH. Los Libertadores y la zona llamada Los Cañaverales (Urb. La Cantuta) pues son afectados principalmente

por el desborde del río Rímac, o en todo caso la colocación de altos y resistentes muros de contención para evitar que el río se desborde en esas zonas.

Cada vez que haya lluvias en la zona, y las obras como diques se colmaten, se deberían limpiar a tiempo, pues cabe la posibilidad que existan lluvias en días consecutivos o fechas cercanas a la última lluvia y se pueden originar grandes pérdidas, incluso si hubiese una acumulación de materiales, los daños podrían ser peores a lo que normalmente sucede.

El mapa de peligros generados por las lluvias intensas, debe servir para la construcción de nuevas obras que mitiguen los daños a la población, pues hay algunas obras (AA.HH. Virgen del Rosario) en que los muros desvían la caída de los flujos y rocas, pero estas se desvían a algunas viviendas (minoría), lo cual debería desembocar en una zona libre. Es una tarea difícil, puesto que las viviendas abarcan casi todas las áreas en las laderas de los cerros.

En cuanto a la resiliencia de la población del área urbana de Chosica, el comité de Defensa Civil de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica, deben capacitar e instruir a los pobladores sobre la preparación y reacción a los peligros de sismos y lluvias intensas. Deben elaborar afiches y volantes con la información adecuada, y lo importante que es construir de una manera segura. Se debe promover una cultura de prevención. También es importante como se debe actuar después de ocurrido el desastre, y dar a conocer la importancia de tener una mochila de emergencia.

Si bien no es parte de este estudio, en el trabajo de campo se conoció que el AA.HH. Señor de los Milagros carece de sistema de agua potable, solo se abastecen por medio de

un pilón de agua. Se debe dar solución a ese aspecto, pues la población se ve afectada por la falta de este recurso vital. Además en los noticieros locales (Canal 8) se reporta que en muchas zonas del área urbana de Chosica, hay ausencia de agua potable por varios días, esto hace a la población más vulnerable. La entidad encargada debería dar una solución a esta problemática, pues es importante para la población.

Las autoridades y la población deben trabajar en conjunto para que los niveles de riesgo sean menores, y de esta manera evitar pérdidas económicas y humanas, generando una mejor calidad de vida para todos.

Este tipo de investigaciones es de vital importancia, porque permite realizar la gestión del riesgo en el área urbana de Chosica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad C. (2009). Huaycos en 1987 en el distrito de Lurigancho – Chosica (Lima – Perú). Lima – Perú. 12 pp.
- APESEG. (2005). Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en 42 distritos de Lima y Callao, CISMID. Lima – Perú. 10 pp.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá – Colombia. 173 pp.
- Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2010). Estudio hidrológico y ubicación de la red de estaciones hidrométricas en la cuenta del río Rímac. Lima – Perú. 225 pp.
- Barcia K. (2006). Centro cultural y recreacional en Chosica. Lima – Perú. 422 pp.
- Becerra R. (2015). Riesgo sísmico de las edificaciones en la urbanización Horacio Zevallos de Cajamarca – 2015. Cajamarca – Perú. 85 pp.
- Buzai G. y Humacata L. (2016). Implementación de tecnologías de la información geográfica en la enseñanza de la geografía. Buenos Aires – Argentina. 191 pp.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2009). Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. Lima – Perú. 95 pp.
- 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.
- Castro, R. (2014). Evaluación de riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del Distrito de Punta Hermosa. Lima – Perú. 212 pp.

- Centro de Operaciones de Emergencias Nacional – COEN. (2015). Informe de los huaycos que afectan el distrito de Lurigancho – Chosica. Lima – Perú. 29 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2013). Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales. Lima – Perú. 253 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2015). Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2° Edición. Lima – Perú. 256 pp.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres – CENEPRED. (2015). Guía metodológica para la evaluación de los efectos socioeconómicos y ambientales e impacto de los desastres. Lima – Perú. 312 pp.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres – CENAPRED. (2004). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. México DF. 386 pp.
- Condori, C. y Tavera, H. (2010). Análisis y localización de probables área de ruptura por sismos, en el borde occidental del Perú: Distribución de valores de “b”. Bol. Soc. Geol. Perú 106: 23-36.
- Cosamalón, A. (2009). Gestión del riesgo de desastre para la planificación del desarrollo local. 1° Edición. Lima – Perú. 88 pp.
- Coperazione Internazionale – COOPI y Institut de Recherche pour le Développement – IRD. (2011). Recursos de Respuesta inmediata y de Recuperación Temprana ante la ocurrencia de un Sismo y/o Tsunami en Lima Metropolitana y Callao. 189 pp.
- Cossio M. y Aguilar I. (2014). Reducción de riesgo de desastres en Villa El Salvador. 1° Edición. Lima – Perú. 45 pp.

- Cotrina, L. (1982). Huaycos y desbordes del río Rímac. Lima – Perú. 122 pp.
- Fernández P. (2001). Determinación del tamaño muestral. Recuperado de <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp#parametros>
- García F. (2013). Metodologías propuestas por el CENAPRED para elaborar mapas de riesgo por inundación. México DF. 22 pp.
- Guadalupe E. y Carrillo N. (2012). Caracterización y análisis de los huaycos del 5 de abril del 2012 Chosica – Lima. Lima – Perú. 14 pp.
- Hesse, M. (2006). Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastre en la planificación e inversión para el desarrollo. Lima – Perú. 59 pp.
- Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. (2008). Guía metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España. 2º Edición. Madrid – España. 176 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2005). Mapa de peligros y plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Chosica. Lima – Perú. 288 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Lima – Perú. 73 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2011). Manual de estimación del riesgo ante movimientos de masa en laderas. Lima – Perú. 93 pp.
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. (2010). Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el distrito de Lurigancho – Chosica. Lima – Perú. 55 pp.
- Giraldo M. y Collas M. (2012). Educación comunitaria para la gestión del riesgo de desastres: Módulos para capacitadores regionales. 1º Edición. Lima – Perú. 253 pp.

- Ho, W., Dey, P. K. y Higson, H. (2006): Multiple criteria decision-making techniques in higher education, *International Journal of Educational Management*. vol. 20 N° 5. 319-337 pp.
- Juárez A. (2014). Aplicación de sistemas de información geográfica para la identificación del riesgo por caídas de bloques asociado a la sismicidad. Caso del estudio: Santa María Tixmadejé, Acambay. México DF. 88 pp.
- Kuroiwa J. (2016). Manual para la reducción del riesgo sísmico de vivienda en el Perú. Lima – Perú. 110 pp.
- Lafuente, M., Grases J. y Genatios C. (2014). Revisión de la normativa sísmica en América Latina. Caracas – Venezuela. 598 pp.
- Lozano O. (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos. Lima – Perú. 30 pp.
- Mingo L. (1992). Estudio técnico asegurador de los riesgos de la naturaleza en España. Madrid – España. 464 pp.
- Municipalidad distrital de Lurigancho – Chosica. (2015). Informe de evaluación de riesgos por flujo de detritos en el área de influencia de las quebradas: Rayos de Sol, Carossio y Libertad en el distrito de Lurigancho – Chosica. 109 pp.
- Narváez L., Lavell A. y Pérez G. (2009). La gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos. 1° Edición. Lima – Perú. 103 pp.
- Noriega, I. (2005). Deslizamiento de laderas ocasionados por lluvias intensas. México DF. 132 pp.
- O'Connor H. (1988). Investigación del huayco de Chosica 1987, sus efectos y medidas de mitigación. Lima – Perú. 99 pp.

- Ochoa, A. (2012). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana. Lima –Perú. 204 pp.
- Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica. España. 820 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura – UNESCO. (2014). Gestión del riesgo de desastres. París – Francia. 76 pp.
- Rivas J. (2011). Elaboración de cartografía integrada de peligros asociados: Aplicación a la cuenca del arroyo Jaboneros, Málaga, España. 109 pp.
- Ruiz G. (2013). Estimación del riesgo de huaicos activados por lluvias que afectan la infraestructura vial en la cuenca del río Rímac. México DF. 205 pp.
- Sato J. (2012). La gestión del riesgo de desastres en el Perú. Documento Pais 2012. Lima – Perú. 146 pp.
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw- Hill Book Co., N.Y. 287 pp.
- Sauter, F. (1989). Introducción a la sismología, Fundamentos de Ingeniería Sísmica I. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 270pp.
- Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres. (2014). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres – PLANAGERD 2014 - 2021. Lima – Perú. 62 pp.
- Silgado, E. (1978). Historia de Los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Lima – Perú. 130 pp.
- Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres – SINAPRED. (2002). Programa nacional de capacitación en gestión del riesgo: Módulo I Gestión del riesgo para comités territoriales de prevención, mitigación y atención de desastres. Managua – Nicaragua. 124 pp.

- Tavera, H., Bernal, I. y Salas, H. (2007). El Terremoto de Pisco del 15 de agosto de 2007: Aspectos Sismológicos. Lima- Perú. 13-22.
- Tavera, H. (2014). Escenario de Sismo y Tsunami en el Borde Occidental de la Región Central del Perú. Lima- Perú. 30 pp.
- Tavera, H. (2014). Evaluación del Peligro Asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. Lima- Perú. 48 pp.
- Tavera H. (2012). Zonificación sísmica geotécnica del área urbana de Chosica. Lima – Perú. 98 pp.
- Toskano, G. (2005). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Lima – Peru. 100 pp.
- Varga D. y Vila J. (2006). Ecología del paisaje y sistemas de información geográfica ante el cambio socioambiental en las áreas de montaña mediterránea. Una aproximación metodológica al caso de los valles d'Hortmoier y Sant Aniol (Alta Garrotxa. Girona). Murcia – España. 16 pp.
- Villacorta S., Núñez S., Huarez C. y Fidel L. (2015). Evaluación geológica y consecuencias de los huaicos de Chosica del 23-03-15: Crónica de un desastre anunciado. Lima – Perú. 68 pp.
- Zavala B., Vílchez M. y Núñez S. (2012). Flujos de detritos del 05/04/2012 entre las quebradas La Ronda y Los Cóndores, margen izquierda del río Rímac, características geodinámicas y evaluación del peligro. Lima – Perú. 49 pp.
- Zilbert L. (2001). Gestión local del riesgo. Managua – Nicaragua. 90 pp.

ANEXOS

ANEXO N° 1

BASE DE DATOS UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SEGÚN SU UBIGEO
(BASE DE DATOS PARCIAL)

UBIGEO	N° DE PISOS	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	CONF. EN PLANTA	CONF. EN ELEVACIÓN	VOLADO	TIPO DE EDIFICACIÓN	MATERIAL DE TECHO	PENDIENTE	HABILITACIÓN URBANA	OBSERVACIÓN
44001001	1	Ladrillo	Malo	Irregular	Regular	No	Mult Horizontal	PVC o Calamina	Medio	Urb. La Cantuta	
44002001	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002003	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002004	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002005	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002006	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002007	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002009	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Sin Techo	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002011	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002012	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002013	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002014	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002015	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002016	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002017	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002018	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002019	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002020	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Mult Horizontal	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002021	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002022	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002023	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002024	1	Adobe	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002025	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44002026	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44004001	2	Ladrillo	Regular	Regular	Irregular	No	Casa	PVC o Calamina	Alto	Urb. La Cantuta	Negocios
44004002	2	Ladrillo	Regular	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	PVC o Calamina	Muy Alto	Urb. La Cantuta	
44004003	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Alto	Urb. La Cantuta	

44004004	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Alto	Urb. La Cantuta	
44004005	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Alto	Urb. La Cantuta	
44004006	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Alto	Urb. La Cantuta	
44004007	3	Ladrillo	Regular	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	PVC o Calamina	Alto	Urb. La Cantuta	
44004008	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Alto	Urb. La Cantuta	
44004009	4	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Irregular	Si	Mult Vertical	Sin Techo	Alto	Urb. La Cantuta	
44006001	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006002	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006003	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	Bodega
44006004	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006005	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006006	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006007	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006008	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006009	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44006010	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44008001	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008002	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008003	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008004	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008005	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008007	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008008	1	Madera	Malo	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008009	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008010	1	Madera	Malo	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008011	1	Madera	Malo	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008012	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008013	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008014	1	Estera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008015	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Irregular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008016	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008017	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	Bodega
44008018	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44008019	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44009002	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44009004	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44010001	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Mult Horizontal	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013001	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	

44013002	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013003	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013004	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013005	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013006	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013007	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013008	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013009	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Sin Techo	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013010	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Irregular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013011	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013012	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44013013	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44014001	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Otros	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	Capilla
44015001	3	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015002	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015003	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015004	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015005	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015006	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015007	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015008	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015009	1	Adobe	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015010	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015011	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44015012	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016001	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016002	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016003	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016004	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016005	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016006	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016007	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44016008	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44017001	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018001	3	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018002	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018003	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018004	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	

44018005	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018006	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018007	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018008	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018009	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018010	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018011	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44018012	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44020001	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44020002	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44020003	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44020004	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44020005	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021001	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021002	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021003	1	Madera	Malo	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021004	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021005	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021006	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021007	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021008	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021009	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021010	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	Bodega
44021011	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021012	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021013	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44021014	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44024001	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024002	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024003	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024004	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Club	Aligerado	Medio	Urb. La Cantuta	Club Regatas
44024006	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024007	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024008	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024009	1	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024010	1	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024011	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024012	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	

44024013	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024014	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024016	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024018	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024019	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024020	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024021	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44024022	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44026001	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44026002	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44026003	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44026004	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44026006	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027001	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Medio	Urb. La Cantuta	
44027002	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027004	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027005	1	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027006	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027008	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027010	1	Adobe	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44027011	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029001	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44029002	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44029003	1	Adobe	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029004	1	Adobe	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029005	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029007	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029008	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029009	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029010	3	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029011	4	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Mult Vertical	Sin Techo	Bajo	Urb. La Cantuta	
44029012	1	Madera	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. La Cantuta	
44029013	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Medio	Urb. La Cantuta	
44029014	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. La Cantuta	
44029015	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. La Cantuta	
44029016	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. La Cantuta	
44030001	3	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Otros	Aligerado	Bajo	Urb. La Cantuta	Universidad
45001001	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Alto	Urb. Santa María	

45001002	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Alto	Urb. Santa María	
45001003	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45001004	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Alto	Urb. Santa María	
45001005	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Alto	Urb. Santa María	
45001006	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Alto	Urb. Santa María	
45001007	2	Ladrillo	Malo	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45001008	1	Madera	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45001009	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45001010	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	PVC o Calamina	Bajo	Urb. Santa María	Bodega
45001011	2	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	Si	Mult Horizontal	PVC o Calamina	Medio	Urb. Santa María	
45001012	4	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Irregular	No	Casa	Aligerado	Medio	Urb. Santa María	Mansión
45001013	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Medio	Urb. Santa María	
45002001	1	Adobe	Malo	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. Santa María	
45002003	2	Ladrillo	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45002004	1	Ladrillo	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. Santa María	
45002005	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Sin Techo	Medio	Urb. Santa María	
45002006	1	Adobe	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Medio	Urb. Santa María	
45003001	3	Ladrillo	Regular	Regular	Irregular	No	Mult Vertical	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45003003	2	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45003004	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45003005	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45004001	3	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Otros	Aligerado	Medio	Urb. Santa María	Hostal
45004003	1	Ladrillo	Muy Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45004004	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45004005	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45004006	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45004007	2	Ladrillo	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005001	3	Ladrillo	Bueno	Irregular	Irregular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005002	2	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005003	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005004	4	Ladrillo	Bueno	Irregular	Irregular	Si	Mult Vertical	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005005	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Sin Techo	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005006	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005008	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005009	1	Adobe	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005010	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45005011	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008001	3	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Otros	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	Hostal

45008002	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008003	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008004	1	Ladrillo	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008005	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008006	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008007	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008008	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008009	3	Ladrillo	Muy Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008011	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008012	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008013	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	Si	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45008014	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45008015	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Bajo	Urb. Santa María	
45009001	1	Adobe	Malo	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	Bodega
45009002	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	Si	Otros	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	Hogar Asilo
45009003	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009004	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009005	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009006	1	Adobe	Regular	Regular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009008	1	Ladrillo	Regular	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009009	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Otros	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	Colegio
45009010	1	Adobe	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009012	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009013	1	Adobe	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009014	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009015	1	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009016	2	Adobe	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45009017	1	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010001	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010002	2	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010003	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010004	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010005	2	Ladrillo	Regular	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010007	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	
45010008	3	Ladrillo	Bueno	Regular	Regular	No	Mult Vertical	PVC o Calamina	Muy Bajo	Urb. Santa María	3° piso madera
45010009	2	Ladrillo	Bueno	Irregular	Regular	No	Otros	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	Hospedaje geriátrico
45010010	2	Ladrillo	Malo	Irregular	Regular	No	Casa	Aligerado	Muy Bajo	Urb. Santa María	

ANEXO N° 2

DOSSIER FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO

Fotografía: Parte alta del AA.HH. Nicolás de Piérولا



Fotografía: Parte alta del AA.HH. Nicolás de Piérولا



Fotografía: Viviendas en la parte alta del cerro en AA.HH. Nicolás de Piérola



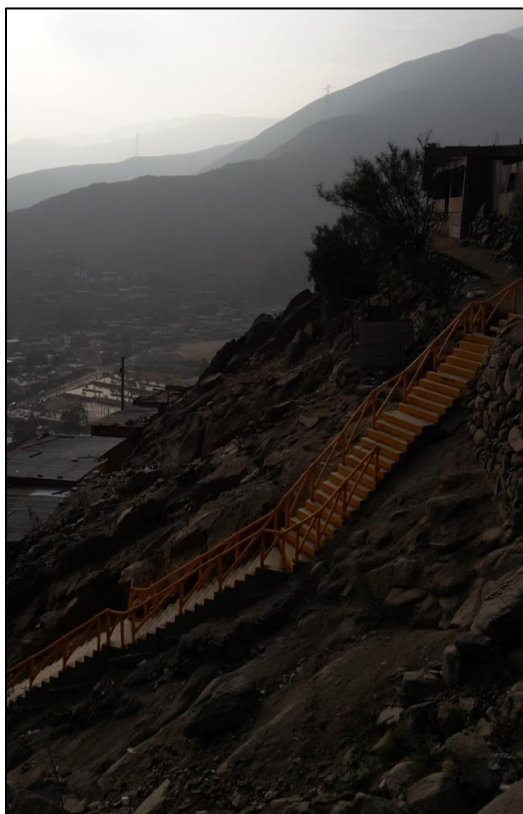
Fotografía: Encuesta a una señora en lo más alto del AA.HH. Nicolás de Piérola



Fotografía: Parte baja de la quebrada Quirio



Fotografía: Escaleras empinadas en el AA.HH. Sierra Limeña



Fotografía: Encuesta a una señora en el AA.HH. San Antonio de Pedregal



Fotografía: Encuesta a una señora en el AA.HH. San Antonio de Pedregal



Fotografía: Encuesta a un señor en el AA.HH. Pedregal Bajo



Fotografía: Encuesta a un señora en el AA.HH. La Libertad



Fotografía: Colegio Andrés A. Cáceres en el AA.HH. San Antonio de Pedregal



Fotografía: Plaza de Armas de la ciudad de Chosica



Fotografía: Puente provisional en el AA.HH. Pedregal Bajo



Fotografía: Viviendas de la Asoc. Buenos Aires Comité 1



Fotografía: Señalización de zona segura mal ubicado en la Asoc. Comité Hogar Buenos Aires



Fotografía: Hidroeléctrica de Moyopampa visto desde la parte alta de la Asoc. Comité Hogar Buenos Aires



Fotografía: Río Rímac en la Asoc. María Parado de Bellido



Fotografía: Río Rímac en la Asoc. Moyopampa



Fotografía: Viviendas en el AA.HH. Señor de los Milagros



Fotografía: Campo deportivo en el AA.HH. Mariscal Castilla



Fotografía: Capilla en el AA.HH. Santo Domingo



Fotografía: Zona segura en el AA.HH Santo Domingo



Fotografía: Viviendas en la parte alta del AA.HH. Santo Domingo



Fotografía: Estadio Solís García, en Coop. Villa del Sol



Fotografía: Coliseo Carmela Estrella en la Urb. San Fernando Bajo



Fotografía: Alameda Ramón Castilla



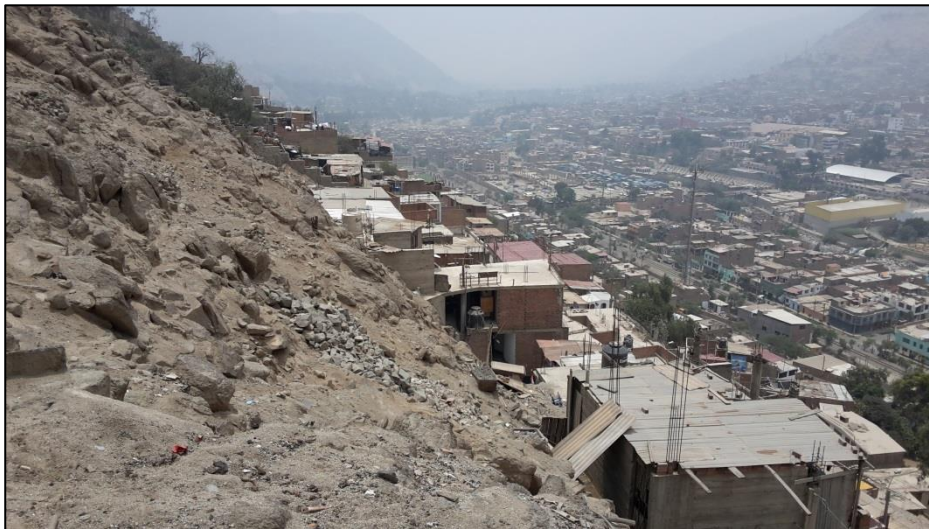
Fotografía: Estación Chosica del Ferrocarril Central Andino



Fotografía: Viviendas destruidas por los flujos de detritos de Abril del 2012 en el AA.HH. San Juan de Bellavista



Fotografía: Viviendas expuestas a caídas de rocas en el AA.HH. Virgen del Rosario



Fotografía: Desvío de las aguas del río Rímac hacia la hidroeléctrica de Huampaní

