

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ELABORACIÓN DE ESCENARIOS DE DAÑOS SÍSMICOS PARA VIVIENDAS APLICADA EN EL PP.JJ. CIUDAD BLANCA-PAUCARPATA-AREQUIPA

Tesis presentada por el Bachiller:

Ramos Bautista, Juan Emerson

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

MSc. Ing. Rosas Espinoza, Jorge

Arequipa – Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

ELABORACIÓN DE ESCENARIOS DE DAÑOS SISMICOS PARA
VIVIENDAS APLICADOR EN EL P.P.S.J. CIUDAD BLANCA
PAUCARPATA - AREQUIPA.

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Juan Emerson Ramos Bautista.


Nuestro DICTAMEN es:

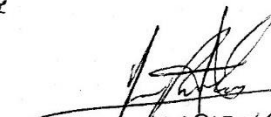
APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 14 de JUNIO del 2019


Código 1887

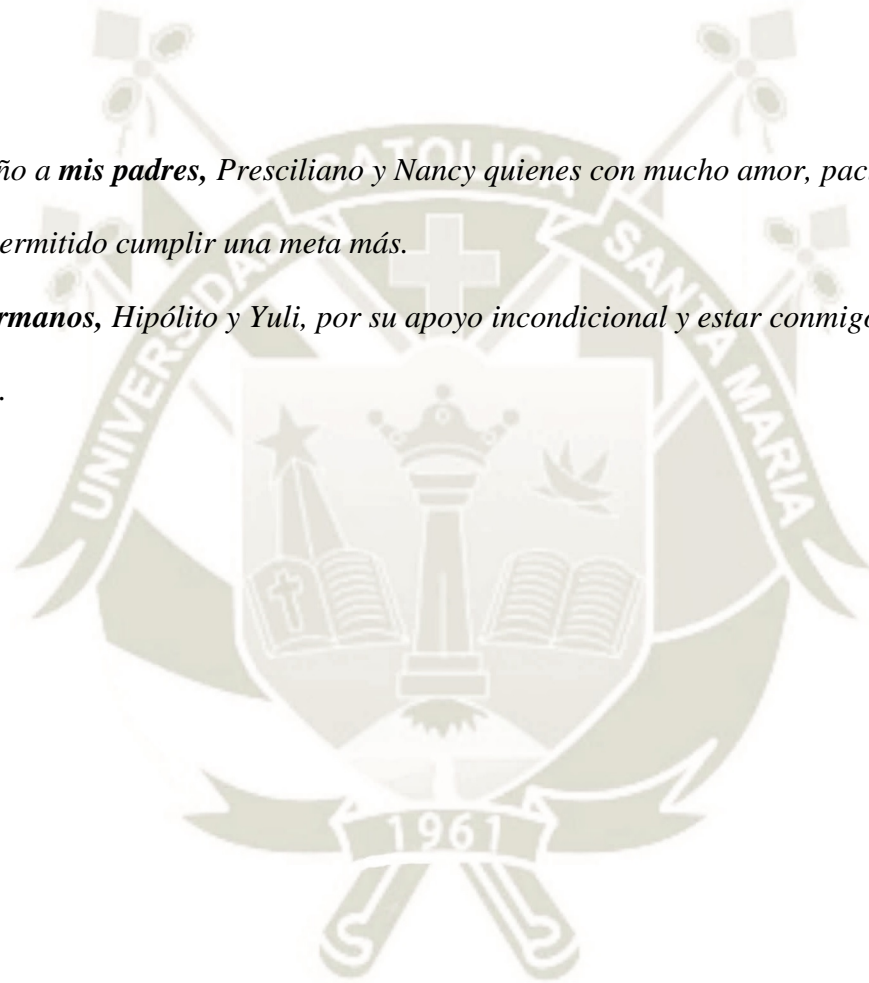

Código 1732


Código 2766

Dedicatoria

*Con cariño a **mis padres**, Presciliano y Nancy quienes con mucho amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir una meta más.*

*A **mis hermanos**, Hipólito y Yuli, por su apoyo incondicional y estar conmigo en todo momento.*



Agradecimientos

A Dios, por su bendición y haberme guiado a lo largo de toda mi vida.

A mí alma mater, Universidad Católica de Santa María, por formarme con valores y conocimientos para el desenvolvimiento profesional al servicio de la sociedad.

A mi asesor Ing. Jorge Rosas Espinoza por su apoyo y orientación el desarrollo de esta investigación

A mis jurados, Ing. Oscar Félix Chávez Vega e Ing. Enrique Alfonso Ugarte Calderón por su apoyo para la elaboración de esta tesis.

A los pobladores de PP. JJ. Ciudad Blanca, por brindarme La información para esta investigación y abrir las puertas de sus hogares.

A la municipalidad Distrital de Paucarpata, Gerencia de Obras Publicas y de Catastro Urbano, por brindar la información de los planos catastrales.

A mis familiares y amigos que siempre estuvieron presente en el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

Esta investigación evalúa la vulnerabilidad sísmica, determina los daños de las edificaciones en general y elabora Escenarios de Daños Sísmicos (EDS). Con este estudio se pretende gestionar de mejor manera las emergencias sísmicas y mitigar los daños ante la incidencia de desastres naturales. Los escenarios se construyen en el PP. JJ. Ciudad Blanca, las edificaciones estudiadas caracterizan las tradicionales construcciones que se desarrollan en torno a la informalidad y el bajo nivel técnico sismo resistente.

La tesis se estructura de la siguiente manera: en una primera parte se especifica la importancia de esta tesis de investigación y los objetivos planteados para lograrlos. Luego se establece el marco teórico sobre metodologías para la elaboración de EDS, donde se da más énfasis al método del Índice de Vulnerabilidad (MIV), empleado en el proyecto RISK-UE (2003), que caracteriza a las viviendas por un índice de vulnerabilidad (IV), este índice se evalúa por medio de tres parámetros; el sistema estructural predominante de la edificación, los modificadores regionales y modificadores que controlan el daño. Para obtener los daños probables en las edificaciones, se emplean funciones semi-empíricas que están en función de la acción sísmica (Intensidad= I) y las edificaciones, representadas por su índice de vulnerabilidad (IV). Para aplicar la metodología anteriormente mencionada, fue necesario realizar algunas adaptaciones a nuestra realidad, lo cual implicó detallar en los siguientes capítulos sobre el comportamiento dinámico de los sistemas estructurales predominantes en la zona de estudio y describir los patrones que controlan el daño en los sismos ocurridos recientemente.

Una vez estimado los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad, se realizó la recolección de datos de las edificaciones, para lo cual se usó fichas de encuestas que levantaron un total de 574 viviendas. Posteriormente la información recolectada fue transferida a programas de computadora para su análisis.

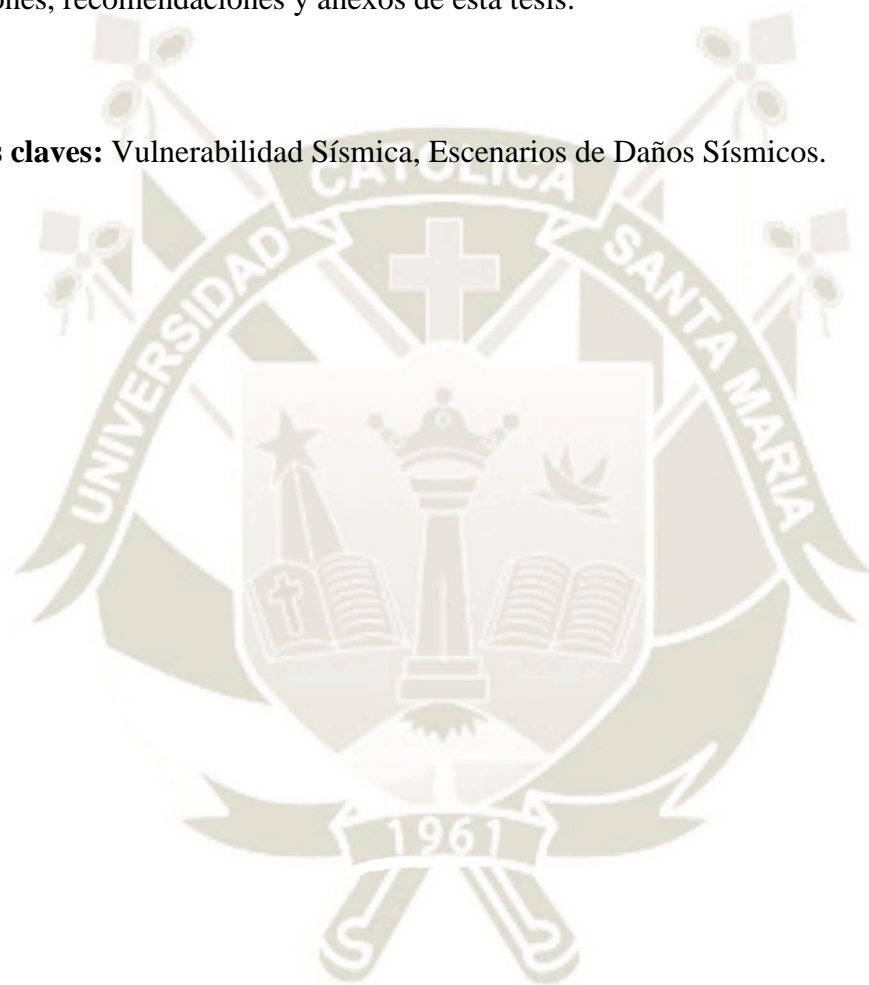
En el desarrollo del análisis de vulnerabilidad, se gestiona toda la información mediante un análisis estadístico descriptivo, donde los resultados de las clases de vulnerabilidad y los parámetros que tienen incidencia en el daño, se expresan en su frecuencia absoluta y relativa.

Como parte complementaria del análisis se gestiona la información con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG), herramienta que ha permitido la creación de mapas de clases de vulnerabilidad y la visualización espacial y tridimensional de la distribución de los escenarios de daños. Así mismo la georreferenciación con Google Maps y Google Earth ayudan a comprender mejor la zona estudiada.

La estimación del daño (Dm), correlaciona el daño en cinco estados; Nulo, Leve, Moderado, Grave, Muy Grave y Colapso, con los cuales se construye la matriz de probabilidad de daño, que expresan en forma discreta la probabilidad de sufrir un estado de daño para una determinada intensidad.

Finalmente, la metodología arroja resultados que reflejan la distribución de daños con una relación estrecha con la vulnerabilidad de las viviendas. Entonces se presentan las conclusiones, recomendaciones y anexos de esta tesis.

Palabras claves: Vulnerabilidad Sísmica, Escenarios de Daños Sísmicos.



ABSTRACT

This research evaluates seismic vulnerability, determines damage to buildings in general and elaborates Seismic Damage Scenarios (EDS). This study aims to better manage seismic emergencies and mitigate damage from the incidence of natural disasters. The scenarios are constructed in the pp. jj. Ciudad Blanca, the studied buildings characterize the traditional constructions that are developed around informality and low technical level earthquake resistant.

The thesis is structured as follows: the first part specifies the importance of this research thesis and the objectives proposed to achieve them. Then the theoretical framework is established on methodologies for the elaboration of EDS, where more emphasis is given to the method of the Vulnerability Index (VIM), used in the RISK-EU project (2003), which characterizes housing by a vulnerability index (IV), this index is evaluated by means of three parameters; the predominant structural system of the building, the regional modifiers and modifiers that control the damage. In order to obtain the probable damages in the buildings, semi-empirical functions are used which are in function of the seismic action (Intensity= I) and the buildings, represented by their vulnerability index (IV). To apply the mentioned methodology, it was necessary to make some adaptations to our reality, which implied detailing in the following chapters about the dynamic behavior of the predominant structural systems in the studied area and describing the patterns that control the damage in the earthquakes that occurred recently.

Once the parameters for vulnerability assessment were estimated, data were collected from 574 buildings, using survey sheets. Subsequently, the information collected was transferred to computer programs for analysis.

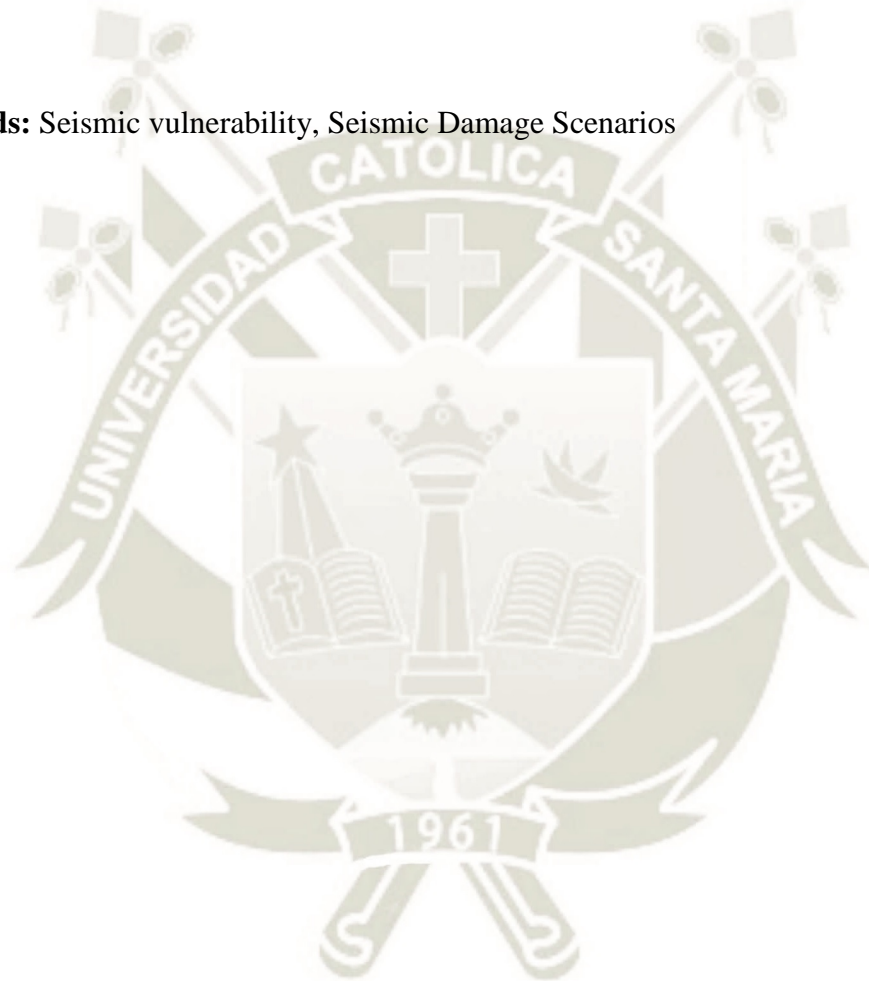
In the development of the vulnerability analysis, all the information is managed through a descriptive statistical analysis, where the results of the vulnerability classes and the parameters that have an impact on the damage are expressed in their absolute and relative frequency.

As a complementary part of the analysis, the information was managed with helping of a Geographic Information System (GIS), a tool that has made it possible to create maps of vulnerability classes and spatial and three-dimensional visualization of the distribution of damage scenarios. Likewise, georeferencing with Google Maps and Google Earth help to better understand the studied area.

The damage estimation (Dm) correlates the damage in five states; Null, Mild, Moderate, Serious, Very Serious and Collapse, with which the matrices of damage probability are constructed, which express in a discreet way the probability of suffering a state of damage for a certain intensity.

Finally, the methodology provides results that reflect the distribution of damage with a close relationship to housing vulnerability. Then conclusions, recommendations and annexes of this thesis are presented.

Keywords: Seismic vulnerability, Seismic Damage Scenarios



INTRODUCCIÓN

Arequipa, a lo largo de los años ha sido escenario de grandes movimientos sísmicos con innumerables consecuencias en daños materiales, pérdidas de vidas humanas y distintos efectos colaterales que magnifican su destructividad. En definitiva, estos terremotos volverán a repetirse. De ahí la importancia del presente estudio para disminuir su impacto.

En el Perú los estudios de prevención de daños sísmicos tienen limitaciones, se desconoce el estado en que se encuentran las viviendas y no se puede estimar el nivel de exposición y predisposición ante un terremoto. La gran mayoría de las viviendas Arequipeñas son construidas sin asesoría de un profesional calificado y con materiales de baja calidad. Esto condiciona que se magnifique el daño a sufrir ante un probable sismo.

Esta investigación evalúa la vulnerabilidad sísmica y los daños de las edificaciones en general, mediante la elaboración de Escenarios de Daños Sísmicos (EDS), de modo que se realice de forma rápida y sencilla, con lo cual se pretende disponer de una mejor información para mitigar los daños ante la incidencia de desastres naturales, ya que estos fenómenos no causarían daños si podríamos entender cómo funcionan y crear viviendas acordes a ella.

El estudio toma como base la metodología empleada por el proyecto Risk-UE, 2003 (método del índice de vulnerabilidad) con las modificaciones para poder ser aplicada a nuestro medio. Esta metodología se basa en las experiencias sobre el comportamiento de edificaciones durante sismos pasados, los cuales han permitido identificar algunos parámetros más importantes que controlan el daño. La combinación de dichos parámetros, por medio de una escala preestablecida, en un único valor numérico, es lo que define el índice de vulnerabilidad de las viviendas.

Finalmente se presentará los resultados del EDS en referencia a la información primaria recolectada en la zona seleccionada en el distrito de Paucarpata.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	.....	iii
ABSTRACT	.....	v
INTRODUCCIÓN	.....	vii
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL	.....	1
1.1 Problema de investigación	.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema	.....	1
1.1.2 Formulación del problema	.....	2
1.2 Justificación de la Investigación	.....	2
1.3 Objetivos de la investigación	.....	3
1.3.1 Objetivo General	.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	.....	3
1.4 Hipótesis	.....	4
1.5 Variables	.....	4
1.5.1 Variable Independiente	.....	4
1.5.2 Variable Dependientes	.....	4
1.6 Esquema de trabajo	.....	6
1.6.1 Parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad	.....	7
1.6.2 Trabajo de campo	.....	7
1.6.3 Análisis de vulnerabilidad	.....	7
1.6.4 Discusión de resultados	.....	8
1.7 Campo de Verificación	.....	8
1.7.1 Ubicación espacial	.....	8
1.7.2 Ubicación temporal	.....	8
1.7.3 Unidades de estudio	.....	9
CAPITULO 2. MARCO TEORICO	.....	10
2.1 Análisis de antecedentes investigativos	.....	10

2.1.1. Método del índice de vulnerabilidad	10
2.1.2. Método del ATC-13 y ATC -25	12
2.1.3 Método de la EMS-98.....	14
2.1.4 Método proyecto Risk-UE.....	18
2.1.4.1 Tipologías constructivas	19
2.1.5 Problemas asociados a los métodos empíricos	23
2.2 Bases Teóricas de la Investigación.....	24
2.2.1 Vulnerabilidad	24
2.2.2 El daño sísmico.....	25
2.2.2.1 No estructural.	25
2.2.2.2 Estructural.....	25
2.2.3 Grados de Daños.....	25
2.2.4 Exposición	26
2.2.5 Peligro.....	26
2.2.6 Riesgo	26
2.2.7 Sismo	26
2.2.8 Población y muestra.....	27
CAPITULO 3. COMPORTAMIENTO DINAMICO DE LOS EDIFICIOS Y	
PARÁMETROS QUE INCIDERON EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS	
VIVIENDAS DURANTE SISMOS OCURRIDOS EN EL PASADO	28
3.1 Sistema estructural	28
3.2 Concreto armado	28
3.2.1 Pórticos	28
3.2.3 Dual	30
3.3 Sistema estructural de albañilería.....	31
3.4 Sistema estructural de sillar.....	32
3.5 parámetros que incidieron en el comportamiento de las viviendas durante los sismos ocurridos en Pisco, 2007 y Ecuador, 2010.	33
3.4.1 Cimentaciones	33
3.4.2 Materiales de construcción	34

3.4.3 Piso blando	35
3.4.4 Densidad de muros	37
3.4.5 Muros mixtos.....	38
3.4.6 Tabiquería en voladizo de fachada	39
3.4.7 Tabiquería no confinada	39
3.4.8 Columna corta.....	40
3.4.9 Cercos y parapetos.....	42
3.4.10 Tanques elevados.....	42
3.4.11 Edificios en conjunto, posición en elevación (Efecto golpeteo)	43
3.4.12 Edificios en esquina.....	44

CAPITULO 4. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS PARA LA EVALUACION

DE LA VULNERABILIDAD SIMICA.....45

4.1 Método índice de vulnerabilidad.....	45
4.2 Tipos de sistemas estructurales (<i>Iv</i>)	46
Albañilería.....	48
4.2.1 Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina (A1).....	48
4.2.2 Muros de carga de sillar o bloquetas (A2).....	49
4.2.3 Muros de carga mixto (sillar-bloquetas-ladrillo) (A3)	50
4.2.4 Muros de carga de ladrillo artesanal (A4)	51
4.2.5 Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado) (A5).....	52
4.2.6 Albañilería totalmente reforzada (A6).....	53
Concreto armado	54
4.2.7 Estructura de pórticos con tabiquería conectada (CA1)	54
4.2.8 Estructura de pórticos (CA2).....	55
4.2.9 Muros estructurales (CA)	56
4.2.10 Estructura dual, con tabiquería conectada (CA4).....	56
4.2.11 Estructura dual (CA5).....	57
4.3 Modificadores regionales	59

4.3.1 Niveles de diseño sísmico.....	59
4.3.2 Periodos de construcción	60
4.3.2.1 Evolución de los códigos de diseño y construcción en el Perú	60
• 1950 -1960-1970	61
• E-030 1977:.....	61
• E-060 1989:.....	62
• E-030 1997:.....	62
• E-030 2003:.....	62
• E-070 2006:.....	63
• E-060 2009:.....	63
• E-030 2016:.....	63
4.4 Modificadores que controlan el daño MC.....	65
4.4.1 Estado de conservación	65
4.4.2 Número de pisos	67
4.4.3 Sistema resistente	68
4.4.4 Irregularidad en planta.....	69
4.4.5 Irregularidad en altura	70
4.4.5.1 Tabiquería no confinada en voladizos	70
4.4.5.2 Edificios de tipo base torre	71
4.4.5.3 Escalonamiento de voladizos.....	72
4.4.5.4 Piso blando	73
4.4.5.5 Columna corta.....	74
4.4.5.6 Estructuras metálicas y/o tanques elevados.....	76
4.4.6 Cambio de uso	77
4.4.7 Modificadores por posición en manzana	77
4.4.7.1 Posición en planta.....	77
4.4.7.2 Diferencia de altura (efecto golpeteo)	78

4.4.8 Cimientos.....	79
4.4.9 Pendiente del terreno	81
CAPITULO 5. FICHA DE ENCUESTA	83
5.1 Descripción de la ficha de encuesta	83
5.1.1 Datos generales.....	83
5.1.2 Tipo de sistema estructural	83
5.1.3 Modificadores del comportamiento sísmico.....	84
5.1.4 Datos complementarios	84
CAPITULO 6. TRABAJO EN CAMPO.....	86
6.1 Ubicación de la zona de estudio	86
6.2 Fundación de la zona de estudio	86
6.3 Tipo de suelo de la zona de estudio.....	87
6.4 Delimitación de la zona de estudio	87
6.5 Salidas de campo	90
CAPITULO 7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	92
7.1 Tipo de estadística y tamaño de muestra.....	92
7.2 Elaboración del Sistema de Información Geográfica (GIS).....	92
7.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica	94
7.3.1 Asignación del tipo de sistema estructural	94
7.3.2 Resultados de tipos de sistemas estructural	95
7.3.3 Resultado de secuencia de construcción.....	97
7.3.4 Resultados de número de pisos.....	98
7.3.5 Resultado sobre si cuenta con planos la edificación.....	99
7.3.6 Resultados de modificaciones en la edificación	100
7.3.7 Resultados de la evaluación del índice de vulnerabilidad	100
CAPITULO 8. ELABORACIÓN DE ESCENARIOS DE DAÑOS SÍSMICOS	108
8.1 Funciones de vulnerabilidad sísmica o curvas de fragilidad.....	108
8.2 Estimación del grado de daño	110
8.3 Correlación del grado de daño	111

8.4 Matrices de probabilidad de daño para el PP. JJ. Ciudad Blanca.	111
8.5 Escenarios de daños estimados para Ciudad Blanca.	115
8.6 Edificios inhabitables en cada escenario	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
CONCLUSIONES.....	127
RECOMENDACIONES	130
BIBLIOGRAFIA.....	131
ANEXO	133



Índice de figuras

Figura 1: Esquema de trabajo _____	6
Figura 2: Cuantificación de los términos de cantidad en la escala EMS-98. _____	17
Figura 3: Correlación del grado de daño con la funcionabilidad de la edificación después de un terremoto. _____	17
Figura 4: Sistema de un edificio conformado por pórticos. _____	29
Figura 5: Sistema de un edificio conformado por muros estructurales. _____	30
Figura 6: Sistema dual de un edificio. _____	31
Figura 7: Sistema estructural de albañilería. _____	32
Figura 8: Sistema estructural de sillar. _____	33
Figura 9: Ejemplo de influencia de una buena cimentación. pabellón del hospital San Juan de Dios de Pisco. terremoto Pisco, 2007. a) pabellón construido con buena cimentación. b) colapso del pabellón por tener una cimentación deficiente. _____	34
Figura 10: Uso inadecuado de unidades de albañilería, terremoto Pisco e Ica, 2007. _____	35
Figura 11: Falla de muros de sillar por mecanismo de piso blando, terremoto de Arequipa, 2001. _____	35
Figura 12: Mecanismo de falla por piso blando _____	36
Figura 13: Falla por mecanismo de piso blando, terremoto de Pisco, 2001 _____	36
Figura 14: Falla de columna del primer nivel por piso blando y falta de confinamiento, el edificio tenía columnas esbeltas en el primer nivel. terremoto Ecuador, 2016. _____	37
Figura 15: Escasa densidad de muros en la dirección de la fachada. terremoto Pisco, 2007. _____	38
Figura 16: Primer piso de adobe y el segundo de albañilería, Pisco, 2007 _____	38
Figura 17: Daños en tabiques de fachada en voladizo, terremoto Pisco, 2007. _____	39
Figura 18: a) Ejemplo de construcción por etapas. muros y columnas construidas, falta vigas soleras y techo. b) primer piso construido, falta techar, los muros no están confinados. c) daños producidos por falta de confinamiento de vigas soleras. d) muro confinado. _____	40
Figura 19: Efecto columna corta. _____	41
Figura 20: Efecto columna corta. hospital de Ica _____	41
Figura 21: Cercos sin refuerzo que se voltearon. terremoto Pisco, 2007. _____	42
Figura 22: a) colapso de tanque de polipropileno. b) colapso de tanque de concreto, terremoto Pisco, 2007. _____	43
Figura 23: Choque de edificios (efecto golpeteo) terremoto Pisco, 2007. _____	43
Figura 24: Distribución asimétrica de la rigidez. _____	44

Figura 25: Edificio ubicado en la esquina que colapso en el terremoto de Ecuador,2016.	__44
Figura 26: Muros entrelazados de bloquetas sin confinamiento con techo de calamina.	____48
Figura 27:Muros entrelazados de sillar sin confinamiento con techo de calamina.	_____48
Figura 28: Muros de carga de sillar.	_____49
Figura 29: Muros de carga de bloquetas.	_____49
Figura 30: Muros de carga mixto, sillar-ladrillo	_____50
Figura 31: Muros de carga mixto, sillar-bloqueta.	_____50
Figura 32: Construcción de muros de carga de albañilería con ladrillos artesanales.	____51
Figura 33: Ladrillos artesanales: a) ladrillo pandereta, b) ladrillo hueco para techo y c) ladrillo sólido.	_____51
Figura 34: Construcción de muros de carga de albañilería con ladrillos mecanizados.	____52
Figura 35. Ladrillos mecanizados: a) ladrillo pandereta, b) ladrillo hueco para techo y c) ladrillo king kong.	_____52
Figura 36: Albañilería totalmente reforzada	_____53
Figura 37: Estructura de pórticos con tabiquería conectada.	_____54
Figura 38: Pórticos con tabiquería aislada con tecnopor espesor 1”.	_____55
Figura 39: Sección de tabiquería aislada con tecnopor espesor 1”.	_____55
Figura 40: Muros estructurales.	_____56
Figura 41: Se aprecia una edificación que tiene una buena apariencia, buen acabado y en el otro lado un mal mantenimiento.	_____66
Figura 42: Evidente mal estado de conservación.	_____67
Figura 43: Configuración en planta de la edificación	_____70
Figura 44: Tabiquería no confinada en voladizos mayores a 80 cm.	_____71
Figura 45: Edificio de tipo base torre.	_____72
Figura 46: Edificios con escalonamiento de voladizos.	_____73
Figura 47: Edificio con piso blando.	_____74
Figura 48: Colegio Julio C. Tello con columnas cortas.	_____75
Figura 49: Predisposición al daño de los tanques elevados.	_____76
Figura 50: Parámetro según su disposición urbana en planta.	_____78
Figura 51: Modificador de altura en función de la diferencia de altura de los edificios adyacentes. tesis Lantada (2007).	_____79
Figura 52: Cimientos típicos de las viviendas autoconstruidas: cimiento corrido, zapatas y zapatas con vigas de cimentación.	_____80
Figura 53: Fórmula para calcular la pendiente del terreno	_____81

Figura 54: Modificador en función de la pendiente del terreno donde está construida la vivienda. _____	81
Figura 55: Modelo de ficha de encuesta _____	85
Figura 56: Ubicación de la zona de estudio _____	86
Figura 57: Vista satelital de la zona estudiada. _____	88
Figura 58: División de la zona de estudio en tres zonas. _____	89
Figura 59: Ejemplo de vivienda encuestada. _____	90
Figura 60: Distribución de los sistemas estructurales predominantes en el PP. JJ. Ciudad Blanca _____	95
Figura 61: Análisis de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad Blanca, en función de la vulnerabilidad EMS-98 _____	103
Figura 62: Mapa de clases de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad Blanca, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98. _____	105
Figura 63: Mapa de clases de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad Blanca, con Google Maps, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98. _____	106
Figura 64: Mapa de clases de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad Blanca, con Google Earth, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98 _____	107
Figura 65: Funciones semi-empíricas de vulnerabilidad para los tipos de sistemas estructurales predominantes. _____	109
Figura 66: Correlación del daño para cada intensidad de la EMS-98. _____	112
Figura 67: Numero de edificios dañados para un escenario de intensidad VIII, en función del año de construcción de la vivienda. _____	114
Figura 68: Numero de edificios dañados para un escenario de intensidad VIII, en función del año de construcción de la vivienda _____	114
Figura 69: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de I=V Y I=Vi, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	116
Figura 70: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de I=VII Y I=VIII, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	117
Figura 71: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de I=VIII Y I=IX, para el PP. JJ ciudad blanca. _____	118
Figura 72: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de I=XI Y I=XII, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	119
Figura 71: Distribución de daños sísmicos para el escenarios de I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	120

Figura 71: Distribución de daños sísmicos para el escenarios de I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	121
Figura 74: Distribución tridimensional de daños sísmicos para el escenario de I=VIII, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	122
Figura 75: Distribución tridimensional de daños sísmicos para el escenario de I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca. _____	123
Figura 76: Numero de edificios inhabitables para los escenarios de daños. _____	126



Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables _____	5
Tabla 2: Obicación espacial de la zona de estudio. _____	8
Tabla 3: Coordenadas de la zona de estudio. _____	8
Tabla 4: Escala numérica del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini 1984 de albañilería. _____	11
Tabla 5: Escala numérica del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini 1984 de concreto armado. _____	11
Tabla 6: Estados de daño según ATC-13. _____	13
Tabla 7: Ejemplo de matriz de daño (dpm) para edificios de altura mediana de albañilería no reforzada con muros de carga, según ATC-13. _____	13
Tabla 8: Clases de vulnerabilidad de la EMS-98 (Gruntal,1998). _____	14
Tabla 9: Descripción de los cinco grados de daños de la EMS-98 para estructuras de muros de carga. _____	15
Tabla 10: Descripción de los cinco grados de daños de las EMS-98 para estructuras de concreto armado. _____	16
Tabla 11: Ejemplo de matriz de daños para clase de vulnerabilidad a. _____	18
Tabla 12: Índices de vulnerabilidad propuestas para los edificios de la matriz de tipologías (btm) de RISK-UE (Milutinovic y Trendafiloski, 2003) _____	20
Tabla 13: Ejemplo del modificador regional para las edificaciones de granada. _____	22
Tabla 14: Modificadores por comportamiento del índice de vulnerabilidad V_i , para edificios de mampostería no reforzada (Milutinovic y Trendafiloski,2003). _____	22
Tabla 15: Índice de vulnerabilidad sistema estructural de albañilería: es el valor más probable, Iv^- y Iv^+ definen el intervalo probable. _____	53
Tabla 16: Índice de vulnerabilidad sistema estructural concreto armado: Iv^* es el valor más probable, Iv^- y Iv^+ definen el intervalo probable. _____	57
Tabla 17: Índice de vulnerabilidad sistema estructural concreto armado y albañilería: Iv^* es el valor más probable, Iv^- y Iv^+ definen el intervalo probable _____	58
Tabla 18: Valores asignados al modificador regional para las edificaciones del PP.JJ. Ciudad Blanca-Arequipa. _____	64
Tabla 19: Modificador de comportamiento según el estado de conservación de la edificación. _____	67
Tabla 20: Modificador de comportamiento según su número de pisos de la edificación _____	68

Tabla 21: Modificador de comportamiento según su sistema resistente de la edificación	69
Tabla 22: Modificador de comportamiento según su irregularidad en planta de la edificación.	
_____	70
Tabla 23: Modificador por irregularidad en altura: voladizos > 80 cm, edificaciones tipo base torre y escalonamiento de voladizos.	73
Tabla 24: Modificador de comportamiento según su irregularidad vertical: columna corta y piso blando.	75
Tabla 25: Modificador por irregularidad vertical: tanques elevados y/o estructuras metálicas.	
_____	76
Tabla 26: Modificador por cambio de uso	77
Tabla 27: Modificador en función de su posición en manzana.	78
Tabla 28: Modificador en función de su diferencia en altura	79
Tabla 29: Modificador en función de la cimentación de la edificación.	80
Tabla 30: Modificadores de comportamiento del índice de vulnerabilidad para albañilería y concreto armado.	82
Tabla 31: Tipo de sistema estructural predominante en la zona de estudio.	95
Tabla 32: Secuencia de construcción de las edificaciones analizadas.	97
Tabla 33: Número de pisos de las edificaciones predominantes en el PP. JJ. Ciudad Blanca.	
_____	98
Tabla 34: Numero de construcciones informales en el PP. JJ. Ciudad Blanca.	99
Tabla 35: Modificaciones en las edificaciones del PP. JJ. Ciudad Blanca.	100
Tabla 36: Clases de vulnerabilidad de la EMS-98 con índices de vulnerabilidad del método RISK-UE, 2003).	101
Tabla 37: Límites de las clases de vulnerabilidad para el PP.JJ Ciudad Blanca.	102
Tabla 38: Clases de vulnerabilidad para el PP.JJ Ciudad Blanca.	102
Tabla 39: Correlación del grado de daño según la EMS-98	111
Tabla 40: Matriz de probabilidad de daño para edificios de albañilería de PP. JJ. Ciudad Blanca.	112
Tabla 41: Edificios inhabitables para el PP.JJ. Ciudad Blanca.	125

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

El Perú forma parte del cinturón de fuego del pacífico, donde se da el proceso de colisión y fricción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, fuente que genera los sismos de mayor intensidad. Arequipa por su ubicación es una región altamente sísmica, por tanto, no está libre de ser afectado en algún momento por sismos de gran intensidad.

El incremento de la población a lo largo de los años ha generado un crecimiento desordenado, la población construye sus viviendas de acuerdo a posibilidades. La albañilería representa una construcción muy accesible, pero al ejecutarse con mano de obra no calificada, sin asesoramiento profesional y materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas adecuadas, condicionan que la mayoría de las viviendas sean vulnerables sísmicamente.

La construcción informal en su mayoría presenta problemas desde su planificación arquitectónica, estructuración y finalmente construcción. Las personas recurren a la informalidad ante la necesidad de vivienda, este hecho no es ajeno a todo el Perú, puesto que los gobernantes para obtener votos en las elecciones permiten las denominadas invasiones, donde principalmente se genera las viviendas con bajo nivel técnico. Si bien es cierto, algunos propietarios tratan de cumplir las exigencias técnicas de la norma sismo resistente y contratan un profesional calificado para que elabore los planos, la construcción se encarga a un maestro de obra recomendado, el cual puede o no ejecutar según los planos y especificaciones técnicas. Además, que el proyectista no llega a realizar las visitas técnicas al lugar de la obra en sus diferentes etapas de construcción.

A estos problemas se agrega la falta de mapas detallados de posibles escenarios de daños sísmicos, que son fundamentales para la planificación de la reducción de la amenaza. La carencia de estos mapas no permite observar los efectos potenciales que se generan en los movimientos sísmicos. Y también no dejar de lado la poca organización institucional, comunitaria y la inestabilidad política.

1.1.2 Formulación del problema

El PP. JJ. Ciudad blanca representa muy bien a todas las viviendas que se generan por medio de la informalidad y al pasar lo años se convierten en urbanizaciones que acogen a gran cantidad de familias. Estos centros urbanos tienen deficiencias desde la ocupación del terreno, lotización y construcción, por lo que tienen un bajo nivel técnico y son altamente vulnerables a un sismo de gran intensidad.

Cabe mencionar que no existen estudios de escenarios de daños sísmicos en nuestra ciudad de Arequipa. Los estudios que se realizan son de edificaciones tratadas individualmente y no de un grupo o de toda una población. Por tanto, se desconoce cuáles podrían ser los escenarios de daños sismos de la ciudad, razón por la cual no se desarrollan planes de contingencias específicos para cada zona según sea su vulnerabilidad y no hay una correcta distribución de recursos.

1.2 Justificación de la Investigación

La ocurrencia de un terremoto en Arequipa, el daño físico probable que cause y su distribución en las diferentes zonas, será solo el inicio de una catástrofe, cuyas dimensiones alcanzan a todos los sectores de la sociedad. No es posible evitar los desastres naturales, pero si debemos preparar y equipar a las personas para que puedan resistirlas y lograr una capacidad de respuesta. Entonces la relevancia de este estudio radica en el reto de enfrentar los desastres actuando con mayor aumento de conocimiento y adaptación.

Hoy en día el conocimiento acerca de los sismos tiene avances notables: se conoce como se generan, la ocurrencia de sismos en el pasado y las intensidades de estas, lo cual permite disponer de mapas detallados de sismicidad. Sin embargo, aun no es posible determinar cuándo van suceder esos sismos. Asimismo, resulta muy difícil tener conciencia en materia de terremotos, puesto que, no tenemos memoria propia sobre la destructividad de los terremotos o los olvidamos con el pasar de los años. Por esta razón es de suma importancia elaborar los EDS que permitan salidas en el planeamiento de prevención de desastres.

Es importante resaltar que los terremotos han puesto en evidencia la importancia de planificar las ciudades y la influencia que puede tener el comportamiento de los edificios en costes económicos y vidas. Podemos poner ejemplos de terremotos ocurridos: Arequipa 2001, aproximadamente 320 mil personas fueron afectadas, 17 500 viviendas destruidas, Chincha y Pisco agosto 2007, con más de 431.00 mil personas afectadas y 76.000 mil viviendas totalmente destruidas e inhabitables, Haití enero 2010, con más de 300.00 mil víctimas y más de 1.5 millones de personas sin hogar, Tohoku en Japón, marzo 2011, 15.000 muertos, 45.700 construcciones destruidas y 144.300 dañadas. El costo de reconstruir edificaciones, calles, líneas vitales y demás infraestructuras ascienden a muchos Millones en dinero, por eso frente a la imposibilidad de evitar estos desastres, la medida de reducción de vulnerabilidad de los elementos expuestos, es la medida más eficaz para prevenir daños.

Arequipa incremento su población de 263, 077 personas en 1940 a 1, 152,303 en 2007 y 1, 382, 730 en 2017, según los censos del INEI. Este incremento se debe principalmente a la migración de las poblaciones de la sierra hacia las ciudades. El incremento de población viene de la mano con la necesidad de conseguir vivienda, lo cual conlleva a la informalidad. Por tanto, no se sabe el nivel de predisposición de las viviendas para resistir sismos.

En este sentido, los Escenario de Daños Sísmico (EDS) es considerada como una evaluación de primer nivel del impacto de un terremoto. Es el estudio de la capacidad de una población de resistir y absorber el impacto del sismo. En consecuencia, las medidas a tomar para la planificación de emergencias y prevención de desastres sísmicos, deberían basarse en estimaciones de daños sísmicos para así proteger a las personas.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Elaborar Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) para las edificaciones del PP. JJ Ciudad Blanca en el distrito de Paucarpata – Arequipa.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Describir, analizar y extender las metodologías empíricas actuales de evaluación de vulnerabilidad sísmica, basados en tipos de sistemas estructurales y modificadores por comportamiento sísmico.

- b) Elaborar fichas para el levantamiento de los índices de vulnerabilidad de las viviendas.
- c) Recopilar los datos necesarios para crear una base de datos, completa, fiable y apoyada con un mapa de catastro de la zona de estudio.
- d) Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas utilizando el método índice de vulnerabilidad.
- e) Generar las matrices de probabilidad de daño en función de la vulnerabilidad e intensidad de sacudida esperada.
- f) Presentar gráficamente los diferentes grados de daños de las edificaciones, apoyadas en una base de datos espacial; en un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- g) Desarrollar el Plan de Gestión de Emergencias Sísmicas para la zona de estudio.

1.4 Hipótesis

Elaborado los Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) en función de la vulnerabilidad de las viviendas, es posible conocer el nivel de exposición, predisposición de las viviendas y tomar medidas de planificación de emergencias y prevención de desastres sísmicos.

1.5 Variables

1.5.1 Variable Independiente

Tipos de sistemas estructurales y modificadores de comportamiento sísmico de las viviendas.

1.5.2 Variable Dependientes

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable	Unidad	Indicadores	Herramientas	Descripción Conceptual	Descripción Operacional
Tipologías constructivas y modificadoras de comportamiento sísmico.	Independiente	Índices normalizados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipologías constructivas ✓ Modificadores regionales ✓ Modificadores por comportamiento. 	Fichas de levantamiento	<p>La Real Academia Española (RAE) define tipologías como el estudio y clasificación que se practica en diversas ciencias.</p> <p>La Real Academia Española (RAE) define modificador como dato o factor que se toma necesario para analizar o valorar una situación.</p>	En nuestra investigación las tipologías y los modificadores de comportamiento las cuantificaremos a través de las fichas de levantamiento que está delimitada por los índices normalizados.
Índice de vulnerabilidad.	Dependiente	Correlación de daños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Clases de vulnerabilidad ✓ Mapas de vulnerabilidad ✓ Correlación de daños 	Escalas de clases de vulnerabilidad	De acuerdo a la Risk-UE define vulnerabilidad como el grado de pérdidas que determinado elemento o conjunto de elementos experimenta como consecuencia de un terremoto.	En nuestra investigación se tomará el índice de vulnerabilidad para generar mapas dinámicos de correlación de daños.

Fuente: elaboración propia

1.6 Esquema de trabajo

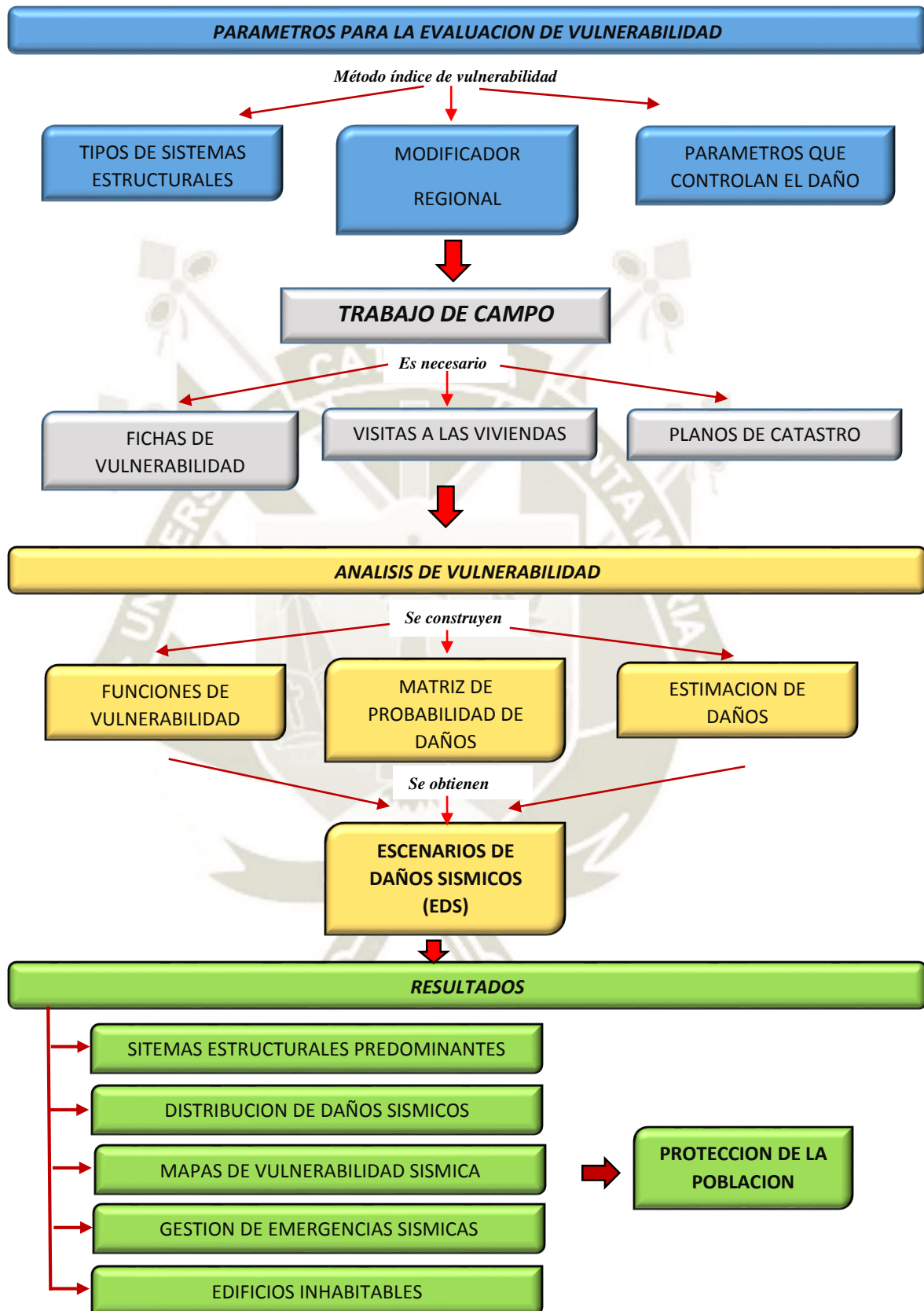


Figura 1: Esquema de trabajo

Fuente: Elaboración propia

1.6.1 Parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad

- Se realizó una revisión de documentos de las distintas metodologías de evaluación de vulnerabilidad sísmica; como son el método italiano, EMS-98, índice de vulnerabilidad, Risk-UE, entre otros, con el fin de analizar y buscar las desviaciones en alcance de los parámetros y modificadores, para que de este modo sean aplicables a nuestra región.
- La información relacionada se buscó en bibliotecas de la Universidad Católica de Santa María, Universidad Nacional de San Agustín, entre otros. También información del CISMID, como páginas web y otras fuentes.

1.6.2 Trabajo de campo

- Las fichas de encuesta se construyeron para tomar datos de forma rápida, sencilla y precisa. Se apoyó de programas de computadora para la transformación de datos y su posterior análisis.
- La ficha de encuesta toma datos tales como; ubicación del predio, tipo de construcción, código catastral, parámetros estructurales, parámetros no estructurales, proceso constructivo, año de construcción, pendiente del terreno, estado de conservación, número de pisos, irregularidad en planta, irregularidad en piso, cimientos, columna corta, etc. Y son apoyadas en todo momento por planos catastrales.
- Para la encuesta se procedió a explicar el objetivo de la investigación. La inspección de la vivienda estaba condicionada a la aceptación del dueño de la vivienda. De ser positivo la inspección visual de la vivienda, se tomó todos los datos pertinentes. De denegarse la aceptación se procedió a tomar distintas estrategias para tomar la mayor información posible.

1.6.3 Análisis de vulnerabilidad

- Como su nombre lo indica se desarrolla en análisis estadístico de los datos obtenidos, se construyen las funciones de vulnerabilidad, matrices de probabilidad, estimación de daños y los escenarios de daños sísmicos, tanto de forma estadística e individual.

1.6.4 Discusión de resultados

- Distribución de los sistemas estructurales encontrados en la zona de estudio.
- Clases de vulnerabilidad según la EMS-98
- Mapa de vulnerabilidad de la zona en estudio, según a la clase de vulnerabilidad que pertenece cada vivienda.
- Matrices de probabilidad de daño en función de la vulnerabilidad e intensidad de sacudida esperada.
- Distribución de daños sísmicos para el escenario planteado.
- Formular conclusiones y recomendaciones sobre los resultados obtenidos.

1.7 Campo de Verificación

La investigación se desarrollará en el PP.JJ. ciudad blanca del distrito de Paucarpata.

1.7.1 Ubicación espacial

Tabla 2: Ubicación espacial de la zona de estudio.

Región	Arequipa
Provincia	Arequipa
Distrito	Paucarpata
Lugar	PP.JJ. Ciudad Blanca

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Coordenadas de la zona de estudio.

coordenadas	Latitud Sur	Latitud Oeste
PP. JJ. Ciudad Blanca	16° 25'04'' 29'18	71° 29'18

Fuente: Elaboración propia.

1.7.2 Ubicación temporal

El estudio de vulnerabilidad se realiza aproximadamente en 31 días, donde se encuestó 20 viviendas por día, de las 574 viviendas que son en total.

1.7.3 Unidades de estudio

La unidad de estudio de la investigación son las viviendas del PP.JJ. Ciudad Blanca del distrito de Paucarpata. Las viviendas de la zona de estudio se consideran como viviendas típicas de nuevos pueblos emergentes y construidos con un bajo nivel técnico. La selección se apoya con los planos catastrales de la ciudad de Arequipa. Se consciente esta decisión debido a la naturaleza topográfica de la zona, que cuenta con tres zonas muy marcadas; baja pendiente, media y muy alta pendiente, los cuales nos brindara información muy valiosa y diferenciada para su posterior análisis.



CAPITULO 2. MARCO TEORICO

Como parte del marco teórico para esta investigación se presenta los antecedentes de estudios realizados anteriormente por otros investigadores internacionales y experiencias peruanas. Y también se presenta las definiciones conceptuales de la teoría necesaria para comprender el tema de investigación.

2.1 Análisis de antecedentes investigativos

El resultado de un estudio de vulnerabilidad sísmica, siempre es la descripción global del daño que experimenta una estructura de una tipología dada, sometida a la acción de un sismo de cierto nivel de fuerza y caracterizado por diferentes parámetros (Barbat, 1998)

No hay una única metodología para determinar la vulnerabilidad de los edificios. Dentro de la ingeniería sísmica se pueden encontrar numerosas metodologías y técnicas propuestas por distintos autores; se clasifica principalmente en: los métodos analíticos y los métodos empíricos. La primera se basa principalmente en el estudio del desempeño sísmico de la edificación mediante espectros de capacidad y curvas de fragilidad. En cambio, la segunda está basadas en la experiencia del comportamiento de tipos de edificaciones durante los sismos que sucedieron en años anteriores y la caracterización de deficiencias potenciales. Los métodos analíticos utilizan modelos mecánicos de respuesta estructural, tomando como datos las características mecánicas de la estructura. Generalmente son laboriosos y son ayudados por software de evaluación.

En este estudio se emplea las metodologías empíricas, prestando principal atención en quienes tienen conceptos de tipos de sistemas estructurales y parámetros de comportamiento sísmico.

2.1.1. Método del índice de vulnerabilidad

(Benedetti y Petrini, 1982) Italia, fueron los primeros en utilizar el método del índice de vulnerabilidad. El comportamiento de las edificaciones en los terremotos ocurridos en Italia, permitieron identificar algunos parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios. Estos parámetros se recopilaron en una ficha de levantamiento, el cual se viene utilizando desde el año 1982, esta ficha determina de forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica. El I_v se obtiene a partir de la evaluación de 11 parámetros relacionados con componentes estructurales y no estructurales. La expresión usada es:

$$I_V = \sum_{i=1}^N k_i \cdot w_i \quad \dots (1)$$

Donde N es el número de parámetros considerados, k_i evaluación del parámetro i , y w_i es el peso que tiene según su importancia relativa. En la tabla 4 se aprecia el esquema de la metodología del índice de vulnerabilidad.

Tabla 4: Escala numérica del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini 1984 de albañilería.

clasificación →		k_i				
No.	Parámetro	A	B	C	D	w_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Influencia de la cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Elementos horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1

Fuente: Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti & Petrini, 1984.)

Tabla 5: Escala numérica del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini 1984 de concreto armado.

clasificación →		k_i			
No.	Parámetro	A	B	C	w_i
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1
4	Influencia de la cimentación	0	1	2	1
5	Elementos horizontales	0	1	2	1
6	Configuración en planta	0	1	2	1
7	Configuración en elevación	0	1	2	2
8	Separación máxima entre muros	0	1	3	1
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1
11	Estado de conservación	0	1	2	2

Fuente: Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti & Petrini, 1984.)

Los parámetros se clasifican de A hasta D, en albañilería y A hasta C en viviendas de concreto armado, ordenado de forma decreciente (D) malas y (A) buena, conforme sea la calidad de la construcción de la vivienda. Así para la estimación de escenarios de daños basta con asignar a los edificios su índice de vulnerabilidad y utilizar funciones que las relacionen con la intensidad del sismo esperado. Esta estimación se puede hacer vivienda por vivienda y también de forma estadística, agrupando las viviendas en grupos de vulnerabilidad.

2.1.2. Método del ATC-13 y ATC -25

El Consejo de Tecnología Aplicada (Applied Technology Council) tiene el objetivo de asesorar y asistir a profesionales en el campo de Ingeniería Civil. Elaboró dos informes ATC-13 (1985) y ATC-25 (1991) sobre análisis de riesgo sísmico, por encargo de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (Federal Emergency Management Agency, FEMA).

ATC-13 “*Earthquake Damage Evaluation data for California*” es un proyecto para evaluar los daños sísmicos que son causados por terremotos en California. Considera siete estados de daño. Toma 78 matrices de probabilidad de daño para diferentes tipos de servicios e instalaciones; 40 de los cuales corresponden a edificios y los 38 restantes a otras estructuras. El método empleado es de Delphi, trata estadísticamente la opinión de los expertos sobre un parámetro sísmico, así como también el nivel de confianza que este deposita en su opinión manifestada. Los daños se distribuyen en tres partes: la más baja, la más alta y la más óptima.

El mayor porcentaje de las viviendas se encuentra entre el daño más alto y más bajo, mientras que el intermedio es un valor probable. Posteriormente se hallan las posibilidades de cada uno de los diferentes estados de daños definidos en la Tabla N°6, estos están en función de la probabilidad y los intervalos de la definición de daños.

Tabla 6: Estados de daño según ATC-13.

Estado de daño	Clasificación	Rango del DF (%)	Valor central del DF	Descripción del grado o estado de daño
1	Daño nulo (none)	0	0	No hay daños
2	Daño leve (slight)	0-1	0.5	Daño mínimos y localizados. No requieren reparación para mantener la operatividad.
3	Daño ligero (light)	1-10	5	Daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad.
4	Moderado (moderate)	10-30	20	Daño significativo localizado en bastantes elementos y que es necesario reparar.
5	Severo (heavy)	30-60	45	Daños generales. Es necesario efectuar reparaciones importantes.
6	Grave (major)	60-99	80	Daños graves que pueden interrumpir la operatividad. Hay que reparar, sustituir o derribar
7	Colapso (destroyed)	100	100	Destrucción de elementos e inutilidad total de la línea o elemento.

Fuente: Earthquake Damage Evaluation Data for California (ATC, 1985)

Tabla 7: Ejemplo de matriz de daño (DPM) para edificios de altura mediana de albañilería no reforzada con muros de carga, según ATC-13.

Estado de daño	Factor central	Intensidad MMI						
		VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sin daño (1)	0	***	***	***	***	***	***	***
Insignificante (2)	0.5	4.7	1.5	***	***	***	***	***
Leve (3)	5	89.9	49.5	3.7	***	***	***	***
Moderado (4)	20	5.4	46.4	56.3	7.6	0.9	***	***
Fuerte (5)	45	***	2.6	42	63.4	21.4	5.3	3.1
Grave (6)	80	***	***	1	29	74.7	80	43
Destrucción (7)	100	***	***	***	***	3	14.7	53.9

Fuente: Earthquake Damage Evaluation data for California (ATC, 1985)

ATC-25 “Seismic vulnerability and impact of disrruption of lifelines in the conterminous United Sates” se centra en la interrupción de las líneas vitales por causa de los terremotos. Esta metodología permite evaluar de forma rápida y eficiente el daño esperado en la totalidad de las infraestructuras, debido a que simplifica los estados de daño en cuatro. La intención de la ATC-25 es que sea aplicable a cualquier zona de Estados Unidos, brindando recomendación y penalizaciones de acuerdo a lugar que varían entre 0 y 1. Su aplicación de esta metodología en una zona distinta a Estados Unidos requiere de un análisis cuidadoso que permita su adaptación y penalización correspondiente.

2.1.3 Método de la EMS-98

La escala de intensidades EMS-98 es una actualización de la MKS-64. La actualización se fundamentó en experiencias disponibles durante esos años. Cuando se aplicaba el método se evidenciaba que la escala necesitaba mejoras; principalmente en cuanto al alcance del método y sobre incorporar las técnicas de construcción que se estaban implementando con nuevas tecnologías. El método Considera que el concepto de vulnerabilidad es fundamental para la construcción de intensidades. Se observa como diferentes tipos de viviendas pueden pertenecer a una misma clase de vulnerabilidad y edificios con un mismo sistema estructural pueden presentar respuestas sísmicas diferentes. Si dos grupos de edificaciones son sometidos a un mismo sismo y un grupo responde mejor que otro, se puede decir que los edificios menos dañados poseen menor vulnerabilidad sísmica que los más dañados. De modo tal que la palabra “Vulnerabilidad” toma gran importancia en la forma de responder de los edificios. La EMS-98 agrupa los edificios de distintas categorías sobre la base de tipos de estructuras y la clase de material de construcción utilizados para resistir las fuerzas laterales. Se consideró cuatro grandes categorías definidas por los materiales predominantes empleados en su construcción: albañilería, concreto armado metal y madera.

Tabla 8: Clases de vulnerabilidad de la EMS-98 (Gruntal, 1998).

Tipo de Estructura	Clase de Vulnerabilidad					
	A	B	C	D	E	F
MAMPOSTERÍA	Paredes de peña viva / roca de cantera	○				
	Adobe (ladrillo de tierra)	○	—			
	Roca simple	—	○			
	Roca masiva	—	○	—		
	Unidades de roca manufacturada	—	○	—		
	Ladrillo no reforzado, pisos de HA	—	○	—		
	Reforzado o confinado				—	○
HORMIGÓN ARMADO (HA)	Armazón sin diseño sismorresistente (DSR)	—	○	—		
	Armazón con un nivel moderato de DSR	—	○	—	—	
	Armazón con un alto nivel de DSR		—	○	—	
	Paredes sin DSR	—	○	—		
	Paredes con un nivel moderato de DSR		—	○	—	
	Paredes con un nivel alto de DSR			—	○	—
ACERO			—	○	—	
MADERA	—	○	—			

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

Como se observa hay seis clases de vulnerabilidad decreciente desde A hasta F, las primeras tres (A, B y C) indican la resistencia de una vivienda considera típica; de adobe, ladrillos y una estructura de concreto armado. Las clases restantes D y E representan menor vulnerabilidad, como resultado de que la vivienda fue construida con conceptos sismo resistentes. También entran en este rango las construcciones de madera bien construida, albañilería reforzada y estructuras de acero.

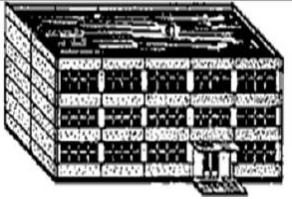
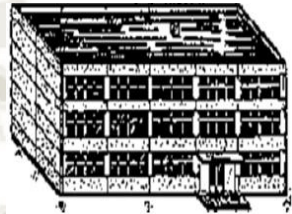



Finalmente, la clase F representa la vulnerabilidad de una estructura de alto diseño sismo resistente. Mantiene los cinco grados de daño: 1 más leve y 5 más grave.

Tabla 9: Descripción de los cinco grados de daños de la EMS-98 para estructuras de muros de carga.

<p>Grado 1: daños de despreciables a ligeros (Ningún daño estructural, daño no-estructural ligeros).</p> <p>Algunas fisuras en muy pocos muros. Caída de pequeños trozos de revestimiento. Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos</p>	
<p>Grado 2: daños moderados (Daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados).</p> <p>Grietas en muchos muros. Caída de trozos bastantes grandes de revestimiento, colapso de chimeneas.</p>	
<p>Grado 3: daños graves (Daños estructurales moderados, daños no estructurales graves).</p> <p>Grietas grandes y generalizadas en mayoría de muros. Se sueltan tejas del tejado. Se dañan elementos individuales no estructurales (tabiques y tejados).</p>	
<p>Grado 4: daños muy graves (Daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves).</p> <p>Daños serios en muros. También se dañan parcialmente los tejados y forjados.</p>	
<p>Grado 5: destrucción (Daños estructurales muy graves).</p> <p>Colapso total o casi total de los edificios.</p>	

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

Tabla 10: Descripción de los cinco grados de daños de las EMS-98 para estructuras de concreto armado.

<p>Grado 1: daños de despreciables a ligeros (daño no estructural o daño ligero en elementos no estructurales)</p> <p>Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros. Fisuras en muros y particiones.</p>	
<p>Grado 2: daños moderados (Daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados).</p> <p>Grietas en las vigas y pilares de los pórticos y en muros estructurales. Grietas en tabiques y particiones. Caída de enlucidos y revestimiento frágiles. Caída de mortero de las juntas de paneles prefabricados.</p>	
<p>Grado 3: daños graves (Daños estructurales moderados, daños no estructurales graves).</p> <p>Grietas en vigas y juntas de viga/pilar, en la base de los pórticos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revoques de concreto armado, pandeo de armaduras de refuerzo. Grandes grietas en muros y particiones; se dañan tabiques aislados.</p>	
<p>Grado 4: daños muy graves (Daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves).</p> <p>Grandes grietas en elementos estructurales con daños en el concreto por compresión y rotura de armaduras; fallos en la trabazón de armadura de las vigas; inclinación de pilares. Colapso de algunos pilares o, incluso de una planta alta.</p>	
<p>Grado 5: destrucción (Daños estructurales muy graves).</p> <p>Colapso de la planta baja o de partes del edificio</p>	

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

Determina el comportamiento de las edificaciones de forma cualitativa como cuantitativa, las distribuye en porcentajes que sufren determinado daño esperado para los distintos grados de intensidad. Se asignan valores medios hasta 10% para *algunos*, del 35% para *muchos* y del 80% para la *mayoría*. También se distribuye en márgenes de

variabilidad que va desde el 0 al 15 % para *algunos*, del 15 al 55% para *muchos* y del 55 al 100% para la *mayoría*.

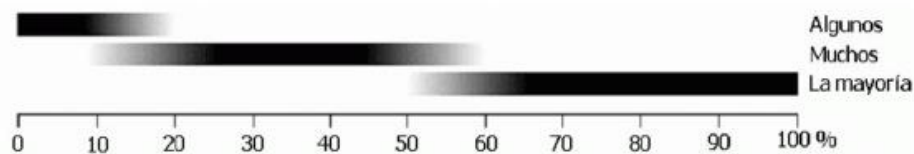


Figura 2: Cuantificación de los términos de cantidad en la escala EMS-98.

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

También se puede evaluar la funcionalidad de los edificios después de un terremoto (Figura N°3). Para ello se tiene en cuenta la posibilidad de ocurrencia de réplicas, que pueden incrementar los daños que ya tiene la estructura.



Figura 3: Correlación del grado de daño con la funcionalidad de la edificación después de un terremoto.

Fuente: Elaboración de Escenarios de Daños Sísmicos en la Ciudad de Granada (Feriche, 2012)

Para cada caso de vulnerabilidad se obtiene *las matrices de probabilidad de daño*, se establece que el daño es de tipo binomial que depende del número de estados de daño N y de un parámetro d , que puede tomar valores de 0 a 1. La distribución binomial define la probabilidad de sufrir el daño K , en función de un solo parámetro d mediante la siguiente ecuación.

$$P_k(N, d) = \frac{(N)!}{(N - k)! k!} d^k (1 - d)^{N-k} \quad k = 0, \dots, N \quad \dots (2)$$

Teniendo en cuenta que existen 5 grados de N la ecuación queda:

$$P_k(5, d) = \frac{(5)!}{(5 - k)! k!} 5^k (1 - d)^{5-k} \quad k = 0 - 5 \quad \dots (3)$$

Se muestra en la Tabla 11 un ejemplo de una matriz de daños completa, corresponde a una clase de vulnerabilidad.

Tabla 11: Ejemplo de matriz de daños para clase de vulnerabilidad A.

Grado de daño	Clase de vulnerabilidad A					
	Intensidad					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Nulo (0)	0.9	0.42	0.04	0	0	0
Ligero (1)	0.1	0.40	0.17	0.04	0.01	0
Moderado (2)	0	0.15	0.32	0.17	0.04	0
Grave (3)	0	0.03	0.30	0.33	0.19	0.03
Destrucción (4)	0	0	0.15	0.32	0.41	0.22
Colapso (5)	0	0	0.03	0.13	0.35	0.75

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

También es posible utilizar el agrado de daño para estimar el número de edificios inhabitables tras un terremoto, para tal caso se sigue la metodología de Colum y Spence (1992,2002) que considera la siguiente ecuación.

$$N^{\circ} E. Inhabitables = N^{\circ} E. de Grado 4 + N^{\circ} Grado 5 + 50\% Grado 3 \quad \dots (4)$$

2.1.4 Método proyecto Risk-UE

Propone métodos avanzados de análisis de riesgo sísmico, donde, incorporan las principales características de las edificaciones, patrimonios culturales y unidades de urbanismo. Los países participantes fueron: Bulgaria, Grecia, Francia, Italia, Yugoslavia, Rumania y España. Las metodologías se distribuyen siete módulos.

- ✓ M1: Sistema de información geográfica (GIS), inventario y base de datos
- ✓ M2: Estudio de peligrosidad Sísmica.
- ✓ M3: Análisis de la Exposición del Sistema Urbano (USE).
- ✓ M4: Estudio de la vulnerabilidad de los edificios actuales.
- ✓ M5: Estudio de vulnerabilidad del casco antiguo de las ciudades, de los monumentos y edificios históricos.
- ✓ M6: Estudio de vulnerabilidad de las líneas vitales y las infraestructuras esenciales.
- ✓ M7: Escenarios de riesgo sísmico.

El módulo 4: Contiene dos metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. La primera metodología se basa en el índice de vulnerabilidad, el cual corresponde al nivel I, metodología que se va analizar en esta tesis. La segunda se basa en espectros de capacidad y curvas de fragilidad, el cual por su alto nivel de análisis corresponde al nivel II.

El nivel I clasifica el parque inmobiliario de la ciudad en diferentes clases de vulnerabilidad, para posteriormente realizar los escenarios de daños. El nivel II, busca obtener el espectro de capacidad y curvas de fragilidad para el edificio analizado. En cuanto a la acción sísmica en al primer nivel considera la intensidad macro sísmica EMS-98, en cambio, el segundo nivel considera términos de espectros de respuesta inelástica o espectros de demanda. A continuación, se describe el método del nivel I.

2.1.4.1 Tipologías constructivas

Sintetiza diferentes características de edificios construídos. El proyecto RISK-UE (Tabla N°12) contiene 23 clases de edificios (10 en mampostería, 7 concreto armado y 1 en madera).

Tabla 12: Índices de vulnerabilidad propuestas para los edificios de la Matriz de Tipologías (BTM) de Risk-UE (Milutinovic y Trendafiloski, 2003)

TIPOLOGIA	DESCRIPCION	INDICES VULNERABILIDAD REPRESENTATIVOS					
		I_V^{min}	I_V^-	I_V^*	I_V^+	I_V^{max}	
MAMPOSTERIA	M1.1	Muros de carga con mampostería de piedra y cascotes	0.62	0.81	0.873	0.98	1.02
	M1.2	Muros de carga con roca simple	0.46	0.65	0.74	0.83	1.02
	M1.3	Muros de carga con roca masiva	0.3	0.49	0.616	0.793	0.83
	M2	Adobe	0.62	0.687	0.84	0.98	1.02
	M3.1	Muros de carga de fábrica y forjados de madera.	0.46	0.65	0.74	0.83	1.02
	M3.2	Muros de carga de fábrica y bóveda de mampostería.	0.46	0.65	0.776	0.953	1.02
	M3.3	Muros de carga de mampostería no reforzada con forjados mixtos de acero y cerámica.	0.46	0.527	0.704	0.83	1.02
	M3.4	Muros de carga de mampostería no reforzada con forjados de losas de HA	0.3	0.49	0.616	0.793	0.86
	M4	Muros de carga de mampostería confinados y reforzados.	0.14	0.33	0.451	0.633	0.7
	M5	Edificios de mampostería totalmente reforzada.	0.3	0.49	0.694	0.953	0.7
HORMIGON	RC1	Estructuras de hormigón resistente al momento.	-0.02	0.047	0.442	0.8	1.02
	RC2	Estructuras de hormigón resistentes al cortante.	-0.02	0.047	0.386	0.67	0.86
	RC3.1	Estructuras de hormigón con tabiquería regular.	-0.02	0.007	0.402	0.76	0.98
	RC3.2	Estructuras de hormigón armado irregulares tabicadas.	0.06	0.127	0.522	0.88	1.02
	RC4	Sistemas duales de muros y pórticos de HA.	-0.02	0.047	0.386	0.67	0.86
	RC5	Prefabricados de hormigón.	0.14	0.207	0.384	0.51	0.7
	RC6	Prefabricados de hormigón resistentes al cortante.	0.3	0.367	0.544	0.64	0.86
ACERO	S1	Estructuras metálicas resistentes al momento.	-0.02	0.467	0.363	0.64	0.86
	S2	Estructuras metálicas arriostradas.	-0.02	0.467	0.287	0.48	0.7
	S3	Metálicas con muros de relleno de fibra.	0.14	0.33	0.484	0.64	0.86
	S4	Metálicas con muros de corte.	-0.02	0.047	0.224	0.35	0.54
	S5	Sistemas compuestos de acero y HA.	-0.02	0.257	0.402	0.72	1.02
MADE RA	W	Estructuras de madera.	0.14	0.207	0.447	0.64	0.56

Fuente: *The European RISK-UE Project (Milutinovic & Trendafiloski, 2003)*

Milutinovic y Trendafiloski (2003) adoptan nuevos conceptos para los modificadores de los índices de vulnerabilidad de las viviendas, se basa en una serie de penalización o mejoras, basados en la ATC-21. De este modo prima la información que se puede conseguir de cada edificio en particular. Entonces el índice de vulnerabilidad planteado se evalúa mediante la siguiente ecuación.

$$\bar{I}_{v-edificio} = I^*_{v-clase} + \Delta M_R + \sum_{j=1}^n M_{Cj} \quad \dots (5)$$

Donde:

- $I^*_{v-clase}$: Índice de vulnerabilidad según al sistema estructural al que pertenece, los valores se representan en la Tabla N° 12.
- ΔM_R : Modificador regional, los valores se representan en la Tabla N° 13.
- M_{Cj} : Modificador por comportamiento, los valores se representan en la Tabla N° 14.

ΔM_R . El modificador de comportamiento regional refleja el tiempo y la calidad constructiva de las edificaciones con las características propias de la zona de estudio. Para determinar este valor del modificador regional se tiene en cuenta las normativas sismo resistentes y su fecha de aplicación.

M_{Cj} . El modificador de comportamiento sísmico, es la suma de los modificadores parciales. Toma como base las experiencias sobre el comportamiento de edificaciones durante sismos, los cuales han permitido identificar algunos parámetros más importantes que controlan el daño durante un sismo. Estos parámetros permiten evaluar las viviendas según su ubicación del edificio en aislado y en manzana. Los modificadores se asocian a su sistema estructural ya sea en albañilería o concreto armado.

Tabla 13: Ejemplo del modificador regional para las edificaciones de Granada.

Periodo Construcción	Normativas Sísmicas aplicables	Calidad de la práctica constructiva	Nivel de diseño Sísmico	Modificador regional	
				Fábrica de ladrillo	Concreto armado
				M4 y M5	RC
≤1925	----	¿?	No	+0.14	----
19326-1945	----	Deficiente	No	+0.12	----
1946-1960	----	Deficiente	No	+0.10	+0.14
1961-1969	MV-101 (1964-1969)	Deficiente	Bajo	0.08	+0.12
1970-1976	PGS-1 (1970-1976)	Aceptable	Bajo	0.08	+0.10
1977-1996	PDS-1, 1974 (1977-1996)	Aceptable	Bajo	0.08	+0.10
1997-2004	NCSE-94 (1997-2004)	Aceptable	Moderado	0.08	+0.08
≥2004	NCSE-02 (>2004)	Aceptable	Moderado	0.08	0

Fuente: The European RISK-UE Proyect (Milutinovic & Trendafiloski, 2003)

Tabla 14: Modificadores por comportamiento del índice de vulnerabilidad V_i , para edificios de mampostería no reforzada (Milutinovic y Trendafiloski, 2003).

Factores de comportamiento	Parámetros	Valores MC
Estado de conservación	Buen mantenimiento	-0.04
	Mala mantenimiento	+0.04
Altura o número de pisos	Bajo (1 o 2)	-0.02
	Medio (3,4 o 5)	+0.02
	Alto (6 o más)	+0.06
Sistema estructural	Distancia entre muros	-0.04
	Atado de muros	+0.04
	Conexión muros columnas	
Piso blando	Planta diáfana	+0.04
Irregularidad en planta	...	+0.04
Irregularidad en altura	...	+0.02
Cubierta	Conexión con la cubierta	+0.04
Intervenciones	Reparaciones	-0.08
Disposición urbana	Intermedio	-0.04
	Esquina	+0.04
	Terminal	+0.06
Cimientos	Cimientos a diferentes niveles	+0.04
Morfología del terreno	Pendiente	+0.02
	Precipicio o alcantarillado	+0.04

Fuente: The European RISK-UE Proyect (Milutinovic & Trendafiloski, 2003)

Este método empírico caracteriza los edificios con el índice de vulnerabilidad y la acción sísmica en términos de intensidad macro sísmica. Una vez conocida la vulnerabilidad de las viviendas y la intensidad de sismo que se puede producir en esa zona, se construye la función de probabilidad de daños. Las funciones semi-empíricas se pueden obtener con la siguiente ecuación.

$$u_D = 2.5 \left[1 + \tanh \left(\frac{I + 6.25\bar{I}_v - 13.1}{2.3} \right) \right] \quad \dots (6)$$

Esta ecuación fue propuesta por Sandi y Floriel (1995) y usada por Giovinazzi y Lagomarsino (2002) para la evaluación estadística de daños de edificios ordinarios.

2.1.5 Problemas asociados a los métodos empíricos

Es muy importante tener en cuenta que los resultados de los trabajos de métodos empíricos basados en el estudio de los efectos causados por terremotos ocurridos en otros lugares son subjetivos, sin embargo, es una herramienta muy útil al momento de gestionar emergencias sísmicas para cada escenario probable. Además, de que resulta ser fácil, económica y se puede aplicar a nuestra región de Arequipa. El nivel de confiabilidad mejora en cuanto se mejore el detalle de información de las viviendas.

2.2 Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad sísmica de un edificio, o grupo de edificios de una manzana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia del movimiento sísmico de una severidad determinada (Barbat, 1998).

Se denomina vulnerabilidad a la probabilidad de ocurrencia del grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico.

Metodologías para estimar la vulnerabilidad. Existen dos tipos de vulnerabilidad:

- **Vulnerabilidad observada:** es la que observa los daños después de que suceda un terremoto. Este tipo de vulnerabilidad permite ver los factores que han contribuido al daño.
- **Vulnerabilidad estimada:** utiliza métodos empíricos para evaluar la vulnerabilidad, con el fin de estimar los daños de terremotos futuros es necesario conocer el nivel de predisposición de las viviendas para de esta forma, con los datos obtenidos se pueda mejorar el sector inmobiliario. En esta tesis nos centramos en evaluar este tipo de la vulnerabilidad.

A continuación, mencionaremos los métodos para estimar la vulnerabilidad que pueden ser métodos empíricos, analíticos o la unión de ambos.

- ✓ **Métodos empíricos:** basados en observaciones de daños de terremotos pasados en función de su intensidad sentida
- ✓ **Métodos analíticos:** basada en cálculos mecánicos de la respuesta estructural de los edificios
- ✓ **Método basado en juicio d expertos**

También se dan lo método híbridos que son la unión de cualquiera de los métodos antes mencionados.

2.2.2 El daño sísmico

Fragilidad o resistencia de una edificación ante un evento sísmico. Son todas las consecuencias negativas no deseadas que son producidas durante un sismo, estas pérdidas pueden ser materiales, vidas humanas, daños en la infraestructura de líneas vitales y de servicio.

2.2.2.1 No estructural.

Se refiere a los elementos arquitectónicos que no están relacionadas con el sistema resistente de la estructura, desde luego que su interacción es importante y debe ser atendida.

Con la experiencia de sismos se ha podido observar que algunos edificios se comportaron eficientemente desde el punto de vista estructural, pero sufrieron grandes daños debido a elementos arquitectónicos.

2.2.2.2 Estructural.

Depende de los elementos que formar parte del sistema estructural de la edificación tales como columnas, placas, vigas, losas, etc. Se toman en cuenta el tipo de sistema estructural, sistema resistente y la característica de los materiales empleados para su construcción. La mayoría de métodos de vulnerabilidad centran su atención en la descripción del daño físico estructural que sufren las edificaciones como resultado de un sismo determinado

2.2.3 Grados de Daños

Se emplean términos y definiciones cualitativas que sirven como indicadores de daño de la edificación, consiste un nivel de deterioro que puede sufrir las viviendas. Existen diversas escalas de estados de daños, sin embargo, la mayoría ha utilizado cinco estados básicos de identificación las cuales son:

- 1) Nulo
- 2) Leve
- 3) Moderado
- 4) Severo
- 5) Colapso

Las clases de daños están fuertemente condicionadas por la necesidad de que puedan distinguirse fácilmente por la población. Normalmente para una clase de vulnerabilidad concreta solo se mencionan los dos daños mayores posibles al que puede estar expuesto la vivienda.

Los conceptos de vulnerabilidad y daño están muy unidos, puesto que los factores que se toman en cuenta para medir la vulnerabilidad son los que influyen en el daño que va sufrir la estructura. De esta forma los estudios post-terremotos ayudan a entender los parámetros que controlan el daño. En este punto se ponen en evidencia los defectos de las edificaciones, habiéndose producidos en su etapa de proyecto, procedimiento constructivo o los materiales utilizados.

2.2.4 Exposición

Es el conjunto de elementos que están expuestos a un riesgo sísmico. Estos elementos pueden ser las poblaciones, infraestructura, actividades económicas, etc. Se da en una determinada área.

2.2.5 Peligro

Mide el tamaño de las fuerzas y acciones esperadas que afectaran las viviendas en un lugar determinado en futuros sismos. Cualquier movimiento que pueda afectar a la estructura.

2.2.6 Riesgo

Grado de pérdida esperado ante un una determinada magnitud de sismo y un periodo de exposición determinado. El riesgo suele expresarse mediante el producto de peligrosidad y vulnerabilidad del elemento expuesto.

$$R_S = P * V \quad \dots (7)$$

El riesgo expresa una valoración global de las consecuencias del evento, en función de las pérdidas humanas, heridos y su influencia en pérdidas económicas.

2.2.7 Sismo

Un sismo es un temblor o una sacudida de la tierra por causas internas. El término es sinónimo de terremoto o seísmo, aunque en algunas regiones geográficas los conceptos de

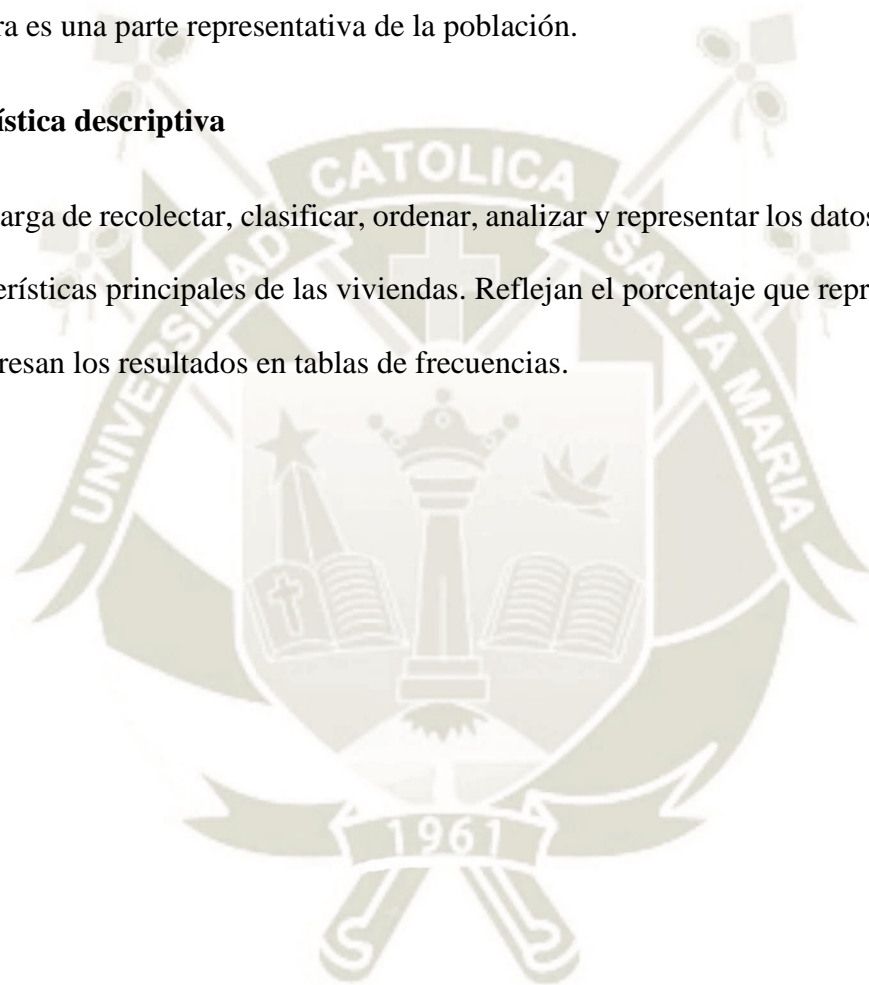
sismo o seísmo se utilizan para hacer referencia a temblores de menor intensidad que un terremoto.

2.2.8 Población y muestra

La muestra es el medio para poder estimar la realidad, para de esta forma se construya el universo, siempre y cuando se cumpla, con las técnicas y principios de la muestra. La muestra es una parte representativa de la población.

Estadística descriptiva

Se encarga de recolectar, clasificar, ordenar, analizar y representar los datos para obtener las características principales de las viviendas. Reflejan el porcentaje que representa del total y se expresan los resultados en tablas de frecuencias.



CAPITULO 3. COMPORTAMIENTO DINAMICO DE LOS EDIFICIOS Y PARÁMETROS QUE INCIDIERON EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DURANTE SISMOS OCURRIDOS EN EL PASADO

3.1 Sistema estructural

El sistema estructural de las edificaciones es uno de los factores más importantes al momento de estudiar la vulnerabilidad de las viviendas. Es el modelo físico que sirve como marco de la estructura, que cumple la función de resistir cargas, cuyo dimensionamiento condiciona diversos límites de servicio y ruptura. Tiene directa relación con el material empleado en su construcción, puesto que, la fragilidad de algunos materiales, supone un fallo rápido y es una propiedad no deseable que condiciona la respuesta estructural. De otro lado la resistencia es una propiedad deseable en las construcciones ya que se oponen a las fuerzas que actúan en el terremoto. Así también la calidad de la construcción en sus diferentes etapas y componentes tiene gran importancia. Entonces el modo tradicional de disponer estructuras en nuestra región de Arequipa, sirve para clasificar los sistemas estructurales predominantes.

3.2 Concreto armado

3.2.1 Pórticos

Es uno de los sistemas más antiguos, compuestas principalmente por estructuras de columnas, vigas y losa, rellenas con tabiquería de albañilería, construidos después de que se vacían la estructura de concreto armado, logrando de esta manera un aislamiento entre albañilería y pórtico. Para que el sistema funcione efectivamente como pórtico se tiene que prestar mucha atención al diseño detallado de las conexiones viga-columna.

En el comportamiento sísmico de pórticos en concreto armado, se trata principalmente de darle ductilidad, que le permita un comportamiento adecuado durante movimientos sísmicos severos. No obstante, los últimos terremotos han descubierto las deficiencias de este tipo de edificaciones, en el diseño y en las técnicas de construcción empleadas. Así por ejemplo en el terremoto de Pisco, 2007 muchas estructuras de albañilería se han desempeñado mejor que estructuras de concreto armado.

El concreto armado es un material heterogéneo y con comportamientos complejos. Presentan un buen desempeño sísmico, se caracterizan por tener la capacidad de evitar un colapso inesperado durante un terremoto de gran magnitud, absorben la energía sísmica a través de deformaciones inelásticas, donde el comportamiento de conexión viga-columna toma suma

importancia y tiene incidencia directa sobre la estabilidad total del edificio. De modo que, si se pierde rigidez y resistencia en la conexión viga-columna, se puede generar mecanismos de colapso localizado o incluso comprometer toda la estructura. Los principios básicos a tener en cuenta según estudios y experiencia serían los siguientes. 1) Prevenir un fallo frágil en las conexiones, 2) mantener la integridad de las conexiones de tal forma que desarrollen su capacidad última y que al mismo tiempo las columnas mantengan su capacidad de transmitir cargas axiales, 3) prevenir la degradación del concreto en las conexiones minimizando el agrietamiento.



Figura 4: Sistema de un edificio conformado por pórticos.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Muro estructural

En comparación con el sistema estructural de pórticos, los edificios con muros estructurales tienen un mejor comportamiento sísmico resistente debido a su mayor rigidez, que disminuye los desplazamientos laterales y les permite resistir sismos de gran magnitud.

En este sistema resulta más sencillo predecir el comportamiento global de la estructura, en comparación con el sistema de pórticos y de albañilería. En el terremoto de Chile del 2010 se evidenció el buen desempeño de este tipo de estructuras.



Figura 5: Sistema de un edificio conformado por muros estructurales.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Dual

Son estructuras en donde las pantallas proporcionan la rigidez al edificio, mientras que los pórticos conservan su ductilidad. Cada uno de estos sistemas contribuye a suplir las carencias del otro. La deformación de un pórtico es de corte y las pantallas es de flexión, entonces bajo una superposición de deformaciones tienden a igualarse, así se obtendrá una deformación de modo intermedio.

En los pisos inferiores el pórtico se deforma mucho y el muro estructural poco, es por eso que el muro estructural absorbe la mayor cantidad del esfuerzo cortante del sismo. Se debe ser muy cuidadoso en cuanto a la configuración de los elementos rígidos, debido a que los muros estructurales tienen extrema diferencia de rigidez respecto a los pórticos, lo cual puede causar concentraciones excesivas de esfuerzos en algunas zonas de edificio.



Figura 6: Sistema dual de un edificio.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Sistema estructural de albañilería

Es el sistema estructural más utilizado en la ciudad de Arequipa. Son viviendas cuyos elementos sismo resistentes lo conforman muros de albañilería confinados en concreto armado. Los materiales empleados; ladrillo, mortero, concreto y acero, en conjunto tienen un comportamiento difícil de analizar. Los estudios de estos comportamientos están sujetos a observaciones experimentales y a la norma de albañilería E-070.

Las viviendas de albañilería en nuestro medio generalmente son de uno, dos y tres pisos, habiendo casos donde estas viviendas tienen una mayor cantidad de pisos. Esto no resultaría ser un problema puesto que en la norma de albañilería indica que se puede a construir hasta cinco pisos, pero el problema se genera cuando no se cumple las disposiciones y limitaciones que establece la norma de diseño de edificaciones de albañilería. Algunos de estos defectos tienen que ver con el tratamiento que se le da a la continuidad de muros portantes y las aberturas. También es importante destacar la cualidad de los elementos de refuerzos, ya que a medida presenten defectos en el empalme y anclajes de las armaduras, serán más vulnerables. Sin dejar de lado la correcta separación de las juntas entre viviendas.

Otro de los aspectos más preocupantes tiene que ver con la geometría de los terrenos, los terrenos en su gran mayoría tienen una reducida densidad de muro, especialmente en la dirección paralela a la fachada, esta condición se vuelve cada vez más crítica a medida que la altura de la vivienda aumenta.



Figura 7: sistema estructural de albañilería.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Sistema estructural de sillar

Se sabe que el sillar se usó en edificaciones monumentales, grandes edificaciones construidas principalmente en el centro histórico, iglesias, monasterios, etc. Sin embargo, muchas viviendas de Arequipa aún se construyen con este tipo de material.

Son construcciones tradicionales que usualmente tienen un mortero de baja calidad y tienen poca resistencia a cargas laterales debido a su deficiente conexión a los elementos verticales y horizontales. Las losas son de concreto armado y en el segundo nivel se continúa la construcción con otro tipo de material, esto genera un cambio de rigidez entre ambos niveles.



Figura 8: Sistema estructural de sillar.

Fuente: Fotografía propia.

3.5 parámetros que incidieron en el comportamiento de las viviendas durante los sismos ocurridos en Pisco, 2007 y Ecuador, 2010.

En este título se toma principalmente los estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el informe titulado Defectos que Incidieron en el Comportamiento de las Construcciones de Albañilería en el Sismo de Pisco del 15-08-2007, elaborado por Ángel San Bartolomé. A si como también el informe realizado por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de Ecuador, titulado Análisis de los Edificios que Colapsaron Durante el Terremoto del 16 de abril del 2016 en Ecuador, elaborado por Roberto Aguiar y Yordy Mieles. En ambos informes se presentan y detallan información sobre los parámetros que inciden en el daño de las viviendas durante un sismo.

3.4.1 Cimentaciones

Las estructuras construidas en ladrillo y concreto armado tienen un comportamiento frágil, puesto que estos materiales con una pequeña distorsión angular se fracturan. Por tanto, resulta importante tener una buena cimentación en suelos de baja calidad y en los suelos en general. Un ejemplo de una cimentación deficiente se evidencio en un pabellón antiguo del hospital de Pisco, donde los ambientes quedaron inutilizados, debido a una mala cimentación que no eran adecuadas para suelos arcilla limosos. En cambio, los nuevos pabellones tenían una buena cimentación y respondieron correctamente.



Figura 9: Ejemplo de influencia de una buena cimentación. Pabellón del hospital san juan de dios de Pisco. Terremoto Pisco, 2007. a) pabellón construido con buena cimentación. b) colapso del pabellón por tener una cimentación deficiente.

Fuente: (Bartolome, 2007)

En las viviendas construidas informalmente en Arequipa los conceptos como la dimensión y profundidad de la cimentación está a libre potestad del propietario o del maestro de obra, casi siempre se trata de economizar y se reducen las dimensiones de los cimientos o se rellenan con piedras para que su llenado sea más sencillo. De igual forma no se puede negar que los planos que son encargados para su estructuración, son elaborados únicamente en un gabinete y no se realiza la inspección del terreno para constatar las características físicas reales del suelo, ya que muchas edificaciones de la zona de estudio fueron construidas en rellenos o en pendientes muy altas.

3.4.2 Materiales de construcción

En conformidad con la norma E.0.70 (*limitaciones de uso, cap. 5.3*) las unidades artesanales de albañilería sólido y huecas, en las zonas sísmicas 2 y 3, solo pueden ser usadas en viviendas de uno a tres pisos. Sin embargo, se ha puesto en evidencia que los ladrillos artesanales, el sillar y bloques de concreto vacías (bloquetas) son usados para construir viviendas de 4 pisos a más. El comportamiento de estas unidades tiende a ser frágiles, de modo que se trituran y pierden la resistencia y la rigidez de los muros. En la figura N° 10, se aprecia como unidades de ladrillo artesanal y bloquetas se tritularon en el terremoto de Pisco e Ica, 2007.

En Arequipa las viviendas de sillar también sufrieron daños importantes durante el terremoto de junio del 2001, algunas colapsaron como se aprecia en la Figura N° 11.



Figura 10: Uso inadecuado de unidades de albañilería, terremoto Pisco e Ica, 2007

Fuente: (Bartolome, 2007)



Figura 11: Falla de muros de sillar por mecanismo de piso blando, terremoto de Arequipa, 2001.

Fuente: (Blanco, 2001)

3.4.3 Piso blando

El piso blando surge esencialmente en edificios compuestos por vigas y columnas (pórticos). Se genera donde hay un cambio brusco en la rigidez entre los pisos consecutivos. El piso con poca rigidez experimenta alta flexibilidad por la poca densidad de muros.

En sismos de regular intensidad se producen grandes desplazamientos laterales que resultan en una excentricidad de la carga “P” en los pisos superiores. Entonces se genera un momento $\Delta \cdot P$ que debe ser contrarrestado por los momentos de las columnas del piso blando.

Es muy común usar la primera planta de la edificación para cocheras, tiendas comerciales o restaurant; de modo que no cuentan con muros divisorios que aporten rigidez, mientras que en los pisos superiores si tienen muchos muros de albañilería los cuales rigidizan ese nivel.

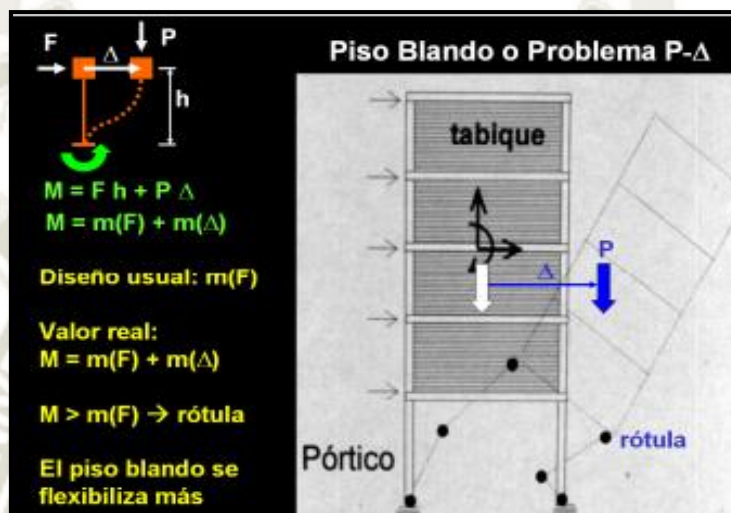


Figura 12: Mecanismo de falla por Piso Blando

Fuente: (Imagen Google, 2019)

Consecuencias de piso blando se registraron en el sismo de Pisco, 2007 (figura N° 13). Así también en el terremoto de Ecuador se registraron casos de piso blando y el efecto de viga fuerte columna débil (figura N° 14).



Figura 13: Falla por mecanismo de piso blando, terremoto de Pisco, 2001

Fuente: (Bartolome, 2007)



Figura 14: falla de columna del primer nivel por piso blando y falta de confinamiento, el edificio tenía columnas esbeltas en el primer nivel. Terremoto Ecuador, 2016.

Fuente: (Aguilar & Mieles, 2016)

3.4.4 Densidad de muros

Los edificios deben contar con una densidad mínima de muros en cada dirección. Según la Norma E-070 la densidad que aportan los muros debe ser por lo menos igual a la fuerza cortante que genera el sismo severo del análisis.

En el proceso de construcción de las edificaciones existen muchas deficiencias que afectan la densidad de los muros. Por ejemplo, en el asentado de los ladrillos, no se saturan los ladrillos adecuadamente, apenas se moja con la manguera o se remoja en una cubeta, estas acciones condicionan a que el ladrillo absorba el agua del mortero y pierda su resistencia, a esto se le suma el inadecuado arrostramiento de los muros. En base a la norma E-070 que hace mención al asentado del ladrillo a una altura máxima de 1.30 por jornada, es una actividad que tampoco se respeta en el caso de las viviendas autoconstruidas.

Los factores mencionados y otros de igual importancia hacen que a pesar de que aparentemente se cuente con una densidad de muros correctos se produzcan daños durante los terremotos. En la figura N° 15, del terremoto de Pisco.2007 se pudo apreciar como las viviendas con baja densidad en una dirección colapsaron.



Figura 15: Escasa densidad de muros en la dirección de la fachada. Terremoto Pisco, 2007.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.5 Muros mixtos

En el estudio realizado por Bartolomé en el terremoto de Pisco del 2007, las viviendas compuestas por materiales mixtos presentaron problemas muy graves; es así que las viviendas que eran construidas en un primer nivel con adobe colapsaron como si se tuviese piso blando. En la imagen N° 16 se observa lo anteriormente mencionado.

Las viviendas en su concepción son construidas pensando en que son edificaciones provisionales y que luego se construirá una estructura más resistente, sin embargo, al pasar de los años esa estructura que solo era una vivienda temporal, sea de ladrillo artesanal, sillar y bloquetas, se convierte en parte sistema estructural de la edificación; los muros provisionales no se eliminan, sino al contrario se empalman con la nueva construcción.



Figura 16: Primer piso de adobe y el segundo de albañilería, Pisco, 2007

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.6 Tabiquería en voladizo de fachada

Una de las acciones más comunes durante la preparación del encofrado del techo, es crear grandes voladizos en las fachadas y los patios. Esta situación se vuelve crítica a medida que aumentan los pisos de la edificación. Los voladizos se cierran con parapetos o tabiques de ladrillo, pero no tienen confinamiento (sin columnetas), la conexión dentada existente resulta insuficiente para soportar la acción sísmica. Si bien es cierto no forma parte del sistema estructural, pero, durante el sismo se agrietan, se desprenden y pueden aplastar a personas que se encuentren en el primer nivel. En la figura N° 17 se aprecia los daños sufridos en los voladizos no confinados producto del terremoto de Pisco, 2007.



Figura 17: Daños en tabiques de fachada en voladizo, terremoto Pisco, 2007.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.7 Tabiquería no confinada

El uso de elementos de refuerzo conserva la integridad una vez que se produce el agrietamiento en los muros de albañilería durante un sismo. Sin embargo, debido a que la mayor parte de las personas construye sus viviendas por etapas, existen etapas donde los muros no se encuentran confinados, así, por ejemplo, cuando se construye el primer nivel, se levantan muros, pero no son confinados hasta que se decida techar el segundo nivel. Los muros no confinados no son capaces de resistir cargas laterales, por tanto, pueden desplomarse y generar daño a la vivienda y a las personas que residen en la edificación.

En la figura N°18 se muestran construcciones con muros no confinados con notables daños que fueron causados por el terremoto de Pisco del 2007.

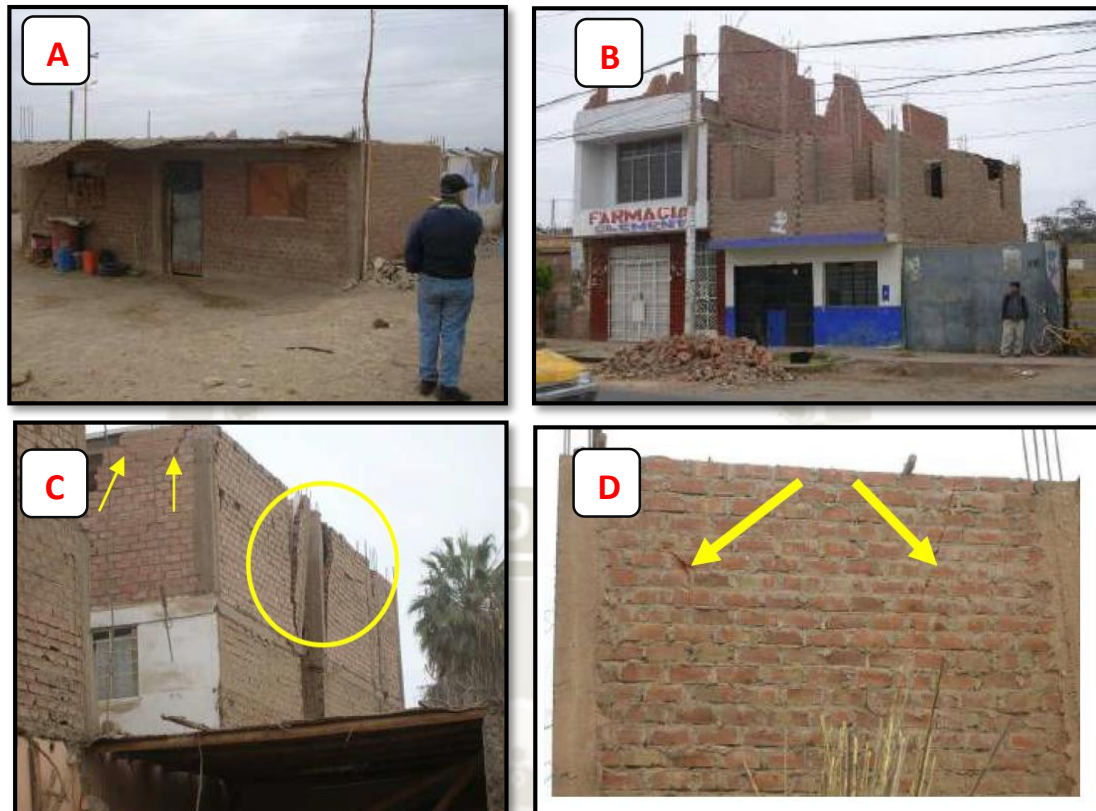


Figura 18: a) ejemplo de construcción por etapas. Muros y columnas construidas, falta vigas soleras y techo. b) primer piso construido, falta techar, los muros no están confinados. c) daños producidos por falta de confinamiento de vigas soleras. d) muro confinado.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.8 Columna corta

El efecto de columna corta consiste en una restricción parcial de desplazamiento lateral de cuerpo de una columna, que obliga a concretar la demanda de deformaciones y tensiones en su porción libre. Es una de las causas más catastróficas en edificaciones afectadas por sismos, los efectos pueden variar; desde ser solo *efectos locales* que afectan directamente el miembro afectado, hasta *efectos globales* que involucra la estructura como sistema.

El problema no es que la columna corta sea corta, sino que no haya sido considerada así en su análisis y diseño de la estructura, o al menos preciar su influencia en el comportamiento estructural.

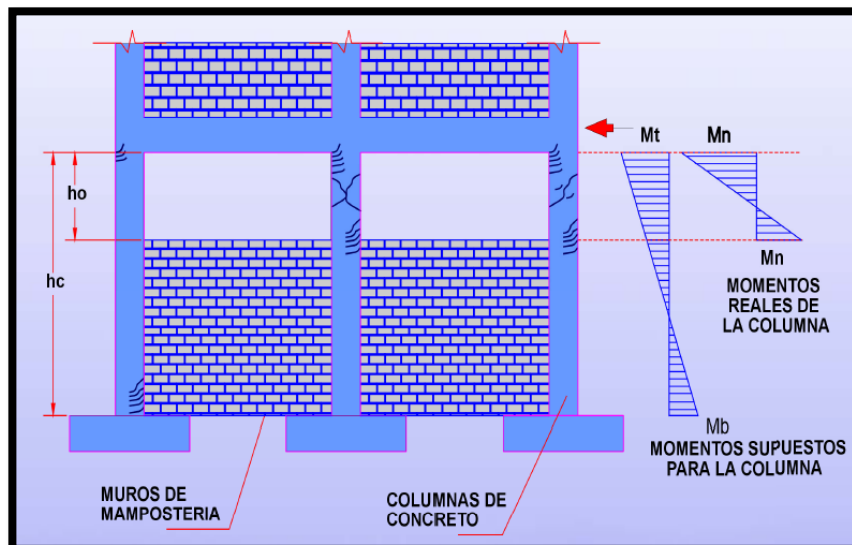


Figura 19: Efecto columna corta.

Fuente: OPS/EMS Mitigación de desastres en instalaciones de salud: Aspectos Estructurales.

En la arquitectura clásica desde 1995 que se usaba en colegios, universidades y hospitales, siempre ha existido el problema de columna corta. Estas edificaciones construidas en esos años aún permanecen en operatividad y son un peligro latente. En el terremoto de pisco (figura N° 20) se puede apreciar como el hospital de Ica tuvo este problema, del mismo modo, el problema de columna corta se presentó en el Instituto Tecnológico de Pisco con daños muy graves que comprometían a la estructura.



Figura 20: Efecto columna corta. Hospital de Ica

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.9 Cercos y parapetos

Estos elementos necesitan arriostres debido a que trabajan a carga sísmica perpendicular y producen su volcamiento.

En el concepto del propietario de las edificaciones resulta un gasto innecesario colocar arriostres a los parapetos y a los cercos perimetrales, o si se colocan están muy distanciadas y no cumplen su función a toda su capacidad. Después del terremoto de Pisco se observó que los muros que carecían de arrostramiento terminaron volcándose. Lo cual nos indica el alto potencial de daño que tiene para las personas.



Figura 21: Cercos sin refuerzo que se voltearon. Terremoto Pisco, 2007.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.10 Tanques elevados

Los tanques de almacenamiento usados en las viviendas generalmente son de polipropileno de alta densidad. Son estructuras que requieren un análisis que difieren de aquellos utilizados en edificios, debido a su naturaleza de comportamiento hidrodinámico. La interacción fluido-estructura durante un sismo genera un efecto de látigo produciendo un cambio brusco entre la rigidez de los apoyos y el último piso. Estos tanques se colocan sobre estructuras metálicas, las cuales no están ancladas a la losa del techo. Son colocadas en zonas donde hay espacio y no necesariamente fueron consideradas en el análisis del diseño de la edificación, lo cual puede generar daños considerables en la edificación. Ejemplos del comportamiento y daños en los tanques se pudo apreciar durante el terremoto de Pisco, 2007 (figura N° 22).

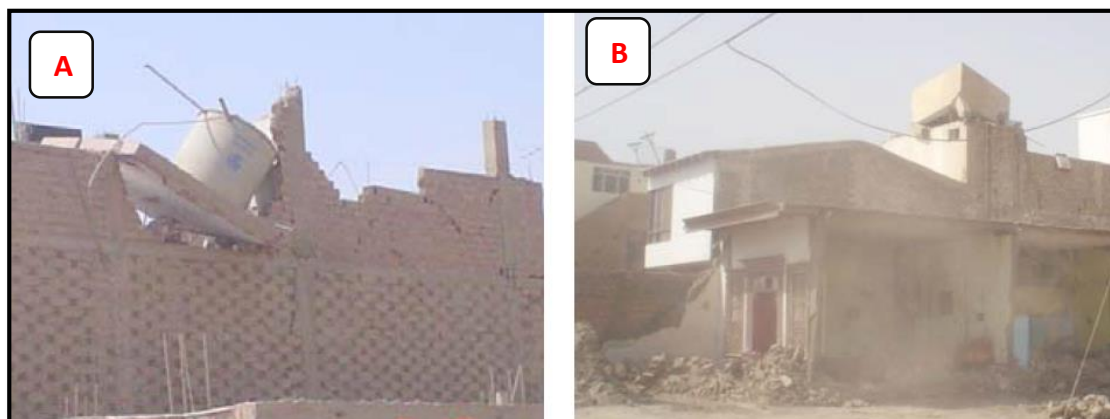


Figura 22: A) colapso de tanque de polipropileno. B) colapso de tanque de concreto, terremoto Pisco, 2007.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.11 Edificios en conjunto, posición en elevación (Efecto golpeteo)

Debido a la diferencia de rigidez y de la altura de los techos de las edificaciones que colisionan, se produce el efecto de golpeteo. Cada vivienda se mueve según a su periodo de vibración, situación que puede ocasionar daños debido a que la losa del techo se desplaza horizontalmente y golpea en forma perpendicular a los componentes estructurales de la edificación continua. Al producirse el sismo, los primeros pisos de la edificación altas quedan confinados por las edificaciones bajas colindantes, quedando restringido su movimiento y a menudo se producen daños importantes entre los pisos inmovilizados y los pisos libres. Ejemplos del efecto golpeteo se muestra en la figura siguiente, terremoto Pisco, 2007.



Figura 23: Choque de edificios (efecto golpeteo) terremoto Pisco, 2007.

Fuente: (Bartolome, 2007)

3.4.12 Edificios en esquina

Se debe tener mayor consideración con los edificios que se ubican en las esquinas y terminales. Esta condición desfavorable, se produce debido a que las viviendas al no tener juntas sísmicas se comportan como un bloque, por lo que, no solo se debe considerar los desplazamientos si no a también las rotaciones que producen especialmente en las viviendas de esquina, a esto se denomina la irregularidad torsional en planta.

En la figura N° 24 se ilustra la distribución asimétrica de la rigidez perimetral que genera excentricidades y, por tanto, efectos de torsión en sus diafragmas que lleva a la colisión de viviendas colindantes. Ejemplo de ello se ilustra en la figura N° 25 de un edificio ubicado en esquina, que colapso durante el terremoto de Ecuador en el 2016.

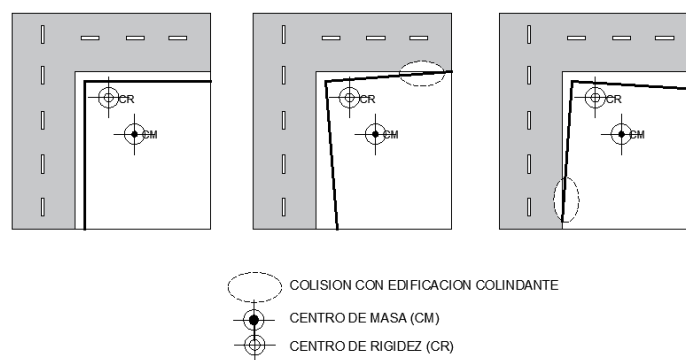


Figura 24: Distribución asimétrica de la rigidez.

Fuente: Elaboración propia



Figura 25: Edificio ubicado en la esquina que colapso en el terremoto de Ecuador, 2016.

Fuente: (Aguilar & Mielles, 2016).

CAPITULO 4. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SIMICA

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en esta investigación pretende expresar las diferentes formas en la que responden los edificios a las vibraciones producidas por terremotos. Si dos viviendas son sometidas exactamente a una misma vibración y un edificio responde mejor que el otro, se puede afirmar que el edificio menos dañado es menos vulnerable sísmicamente. Entonces para evaluar la vulnerabilidad de las viviendas se identifican los sistemas estructurales y los modificadores del índice de vulnerabilidad.

4.1 Método índice de vulnerabilidad

El método índice de vulnerabilidad (\bar{I}_v) cuantifica el comportamiento sísmico del edificio de 0 (menos vulnerable) a 1 (más vulnerable). La cuantificación final \bar{I}_v depende de tres sumandos: **1)** tipo de sistema estructural, **2)** modificador regional y **3)** modificadores por comportamiento sísmico.

$$\bar{I}_v = I_v^* + \Delta M_R + \Delta M_C \quad \dots(8)$$

Donde:

- I_v^* : Índice de vulnerabilidad según el tipo de sistema estructural, los valores se representan en la Tabla N° 17.
- ΔM_R : Modificador regional, los valores se representan en la Tabla N° 18.
- ΔM_C : Modificador por comportamiento sísmico, los valores se representan en la Tabla N° 29.

a) **Tipo de sistema estructural** I_v^* El método a utilizar es el índice de vulnerabilidad de Milutinovic y Trendafiloski (2003) empelado en el proyecto Risk-UE. Asigna varios Índices de Vulnerabilidad (I_v^*) a cada *tipo de sistema estructural*, los sistemas se describen en párrafos siguientes.

Donde:

- I_v^* es valor más probable del índice de vulnerabilidad.
- $[I_v^-, I_v^+]$ definen el valor superior e inferior del valor probable de I_v .

- b) **Modificador regional ΔM_R** El modificador regional atiende la calidad de la construcción según las características propias de la región estudiada, el cual está en función de las exigencias o requerimientos de las normas de construcción y sismo resistentes vigentes en el año que fue construida la vivienda.
- c) **Modificadores por comportamiento sísmico ΔM_C** Es la suma parcial de los modificadores particulares de cada edificio que controlan el daño. Toma como base las experiencias sobre el comportamiento de edificaciones durante los terremotos que ocurrieron en el pasado, los cuales han permitido identificar algunos parámetros más importantes que controlan el daño. Este modificador permite valorar las características individuales y en manzana de la edificación. Los modificadores se asocian a su tipología ya sea en albañilería o concreto armado.

A continuación, se desarrollan con mayor profundidad cada uno de estos indicadores que sirven para calcular la vulnerabilidad sísmica de una vivienda.

4.2 Tipos de sistemas estructurales (\bar{I}_v)

El concepto de vulnerabilidad sísmica según su sistema estructural requiere ser tratado y entendido con mucha claridad, para ello se procederá a explicar sus alcances.

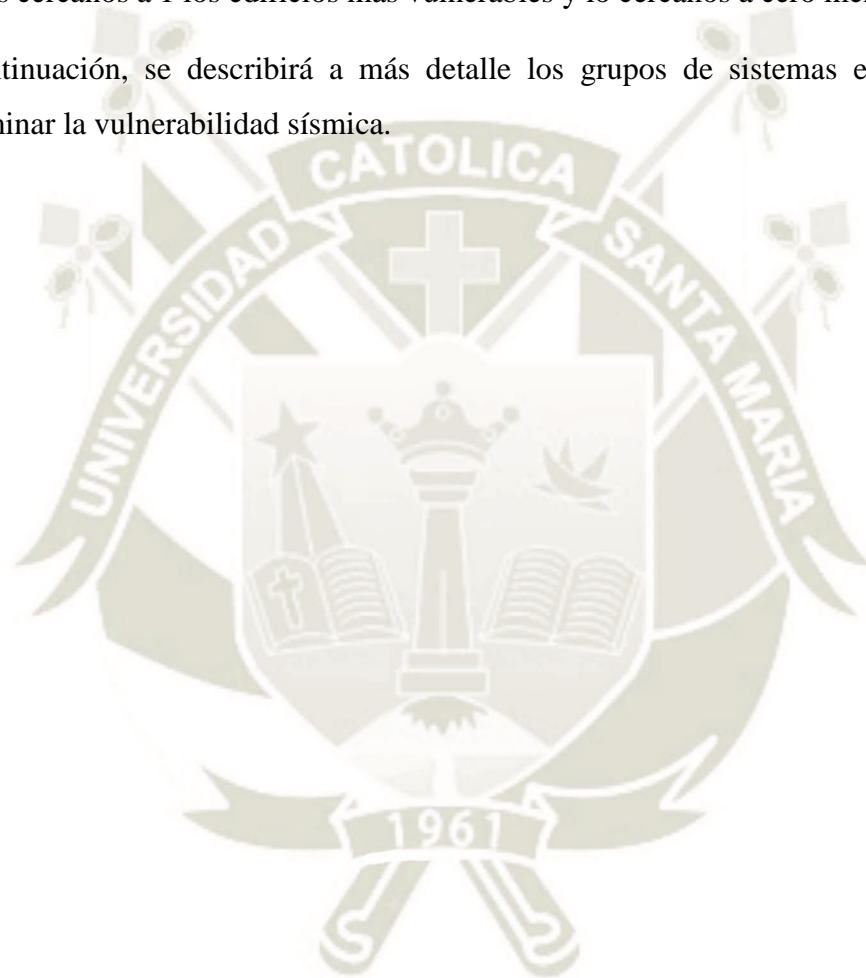
La cantidad de vibración que se requiere para destruir una vivienda de adobe, sillar o ladrillo construida con un bajo nivel técnico sismo resistente, no es la misma que la que se requiere para destruir un edificio de concreto armado bien construido y, por tanto, tales diferencias necesitan ser consideradas en nuestro estudio. También podemos comparar los efectos no estructurales que provoca un terremoto, por ejemplo, un lapicero sobre un escritorio puede rodar y caer con apenas una pequeña vibración, mientras que la fuerza de la vibración requerida para tirar abajo una computadora es mucho mayor. Entonces es necesario realizar una buena discriminación de los tipos de sistemas estructurales de los edificios en la zona de estudio.

En esta investigación para expresar una parte de la vulnerabilidad de los edificios se basa en los sistemas estructurales. Los sistemas estructurales más comunes de la región de Arequipa se presentan mediante una tabla de vulnerabilidad. La tabla de vulnerabilidad clasifica en dos grupos principales: albañilería y concreto armado. Es importante mencionar que para esta tesis de investigación se ha evaluado la vulnerabilidad de *edificaciones comunes*, dejando para investigaciones posteriores las *edificaciones importantes*. No obstante recordar

que también hay construcciones de acero y de madera, pero en muy poca cantidad, por lo que en este estudio no se tomaran en cuenta.

Los tipos de sistema estructural presentadas en esta tesis de pre-grado, para evaluar las vulnerabilidades sísmicas, toman como punto de partida el parque inmobiliario presentado en el método del Índice de vulnerabilidad, desarrollado por Milutinovic y Trendafiloski (2003). Según este criterio, la vulnerabilidad de los edificios oscila entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a 1 los edificios más vulnerables y lo cercanos a cero menos vulnerables.

A continuación, se describirá a más detalle los grupos de sistemas estructurales para determinar la vulnerabilidad sísmica.



Albañilería

4.2.1 Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina (A1)

Son construcciones tradicionales que usan materiales básicos de construcción, tales como, roca labrada (sillar), ladrillo artesanal o bloquetas de concreto, que se enlazan en las esquinas, normalmente se asienta con mortero de baja calidad y los techos son de calaminas, los cuales no proporcionan rigidez lateral. Estas pequeñas viviendas tienen baja resistencia a las cargas laterales, por tanto, se considera que son edificaciones altamente vulnerables y se le asigna un valor medio de 0.84.



*Figura 26: Muros entrelazados de Bloquetas sin confinamiento con techo de calamina.
Fuente: Fotografía propia.*



*Figura 27: Muros entrelazados de Sillar sin confinamiento con techo de calamina.
Fuente: Fotografía propia.*

4.2.2 Muros de carga de sillar o bloquetas (A2)

Este tipo de construcción es muy común en nuestra región de Arequipa. El sillar y las bloquetas son utilizadas en las construcciones de muros debido a que tiene un gran avance en su asentado. Los muros construidos de estos materiales tienen un comportamiento rígido y frágil, el mayor problema se desarrolla en las juntas, debido a que estos materiales son porosos y absorbe el agua del mortero, haciendo que fragüe rápido y tenga baja resistencia. Tales edificaciones pueden sufrir daños en los muros fácilmente, por lo que, las vigas y columnas de confinamiento utilizadas son muy importantes. El peso del techo es uno de los factores más importantes en el rendimiento de este tipo de viviendas, haciendo los techos pesados más peligrosos. Se le asigna un valor de vulnerabilidad de 0.74.



*Figura 28: Muros de carga de sillar.
Fuente: Fotografía propia.*



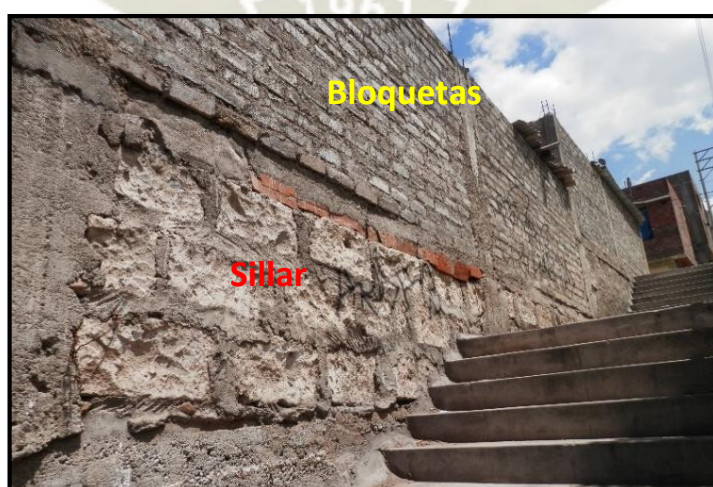
*Figura 29: Muros de carga de bloquetas.
Fuente: Fotografía propia.*

4.2.3 Muros de carga mixto (sillar-bloquetas-ladrillo) (A3)

Las diferentes rigideces que presentan cada material en los muros hacen impredecible su comportamiento. La degradación de la rigidez lateral en alguno de los muros mixtos puede comprometer a la estructura. Por ejemplo, la baja adherencia del sillar con el mortero condiciona siempre fallas de forma escalonada a través de las juntas, en cambio una falla en el ladrillo podría ser diagonal. También los defectos constructivos en cada material son diferentes; las cangrejeras formadas en la unión muro-columna del sillar son más grandes que de un ladrillo. Los muros mixtos principalmente forman parte del primer nivel de las viviendas o solo de alguno uno de los muros. Pero se tiene casos de muros mixtos en segundos niveles. Su vulnerabilidad se considera alta, tomando el valor 0.78.



*Figura 30: Muros de carga mixto, sillar-ladrillo
Fuente: Fotografía propia.*



*Figura 31: Muros de carga mixto, sillar-bloqueta.
Fuente: Fotografía propia.*

4.2.4 Muros de carga de ladrillo artesanal (A4)

Este tipo de construcción es muy común debido a que los ladrillos artesanales tienen menor costo en comparación con los ladrillos mecanizados. En general, la vulnerabilidad se ve afectada por el número, el tamaño y la posición de las aberturas, que cortan la continuidad de los muros portantes, así como por las juntas de los ladrillos, eflorescencia y los muros sin elementos de refuerzos. Los ladrillos artesanales resultan ser más pesados y más frágiles que los ladrillos mecanizados, condiciones que desfavorecen al momento de resistir las cargas sísmicas. Son edificaciones tan comunes que hasta la fecha de esta investigación se siguen construyendo con este material. El índice de vulnerabilidad asociado a este tipo de sistema estructural es de 0.61.



*Figura 32: Construcción de muros de carga de albañilería con ladrillos artesanales.
Fuente: Fotografía propia.*

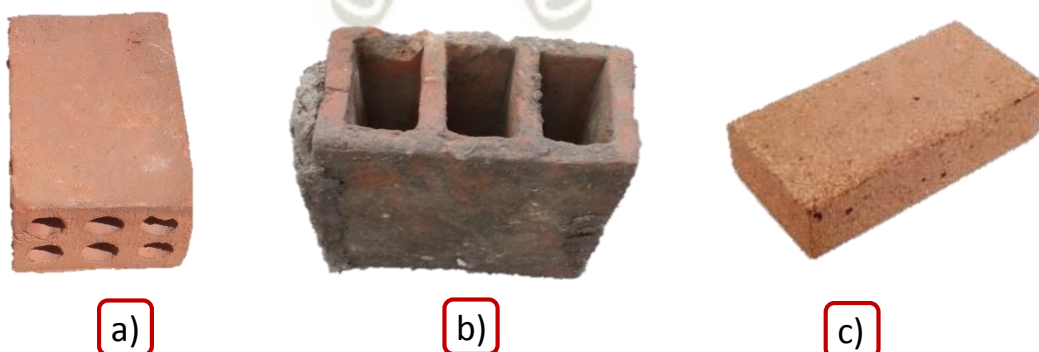


Figura 33: ladrillos artesanales: a) ladrillo pandereta, b) ladrillo hueco para techo y c) ladrillo sólido.

Fuente: Fotografía propia.

4.2.5 Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado) (A5)

Los muros se unen mediante una solera rígida con vigas perimetrales, creando así estructuras de cajón que reduce de manera efectiva el riesgo del colapso fuera del plano de los muros. Esta mejora del rendimiento solo se materializa si la unidad de ladrillo cumple con las especificaciones técnicas de la norma técnica E-070 de albañilería. Son construcciones más recientes que las anteriores y tiene directa relación con la capacidad económica del propietario. El índice de vulnerabilidad asociado a este tipo de sistema estructural es de 0.46.



Figura 34: Construcción de muros de carga de albañilería con ladrillos mecanizados.

Fuente: Fotografía propia.

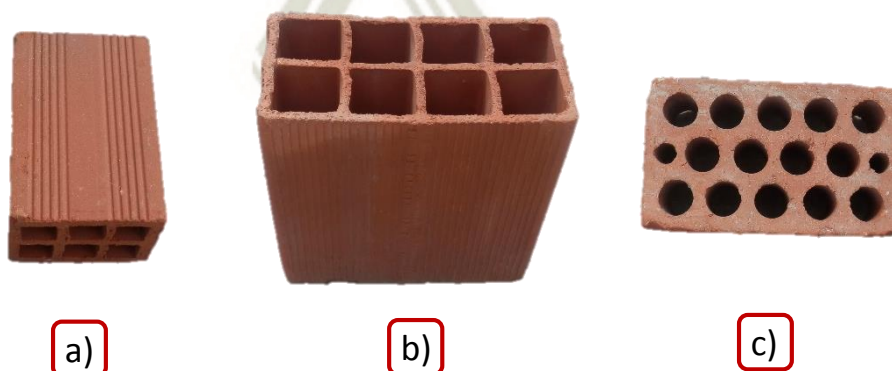


Figura 35. Ladrillos mecanizados: a) ladrillo pandereta, b) ladrillo hueco para techo y c) ladrillo King Kong.

Fuente: Fotografía propia.

4.2.6 Albañilería totalmente reforzada (A6)

Son viviendas donde se realiza un refuerzo importante para mejorar el rendimiento y la ductilidad de la construcción. Se insertan barras o mallas de acero entre los huecos de los ladrillos con un mortero o “grout” (mortero bastante líquido con agregados finos). El refuerzo puede ser en dirección horizontal o vertical. En tales estructuras no se pretende que los elementos de conexión respondan como un armazón resistente a momentos. Se caracteriza por ser una albañilería construida rígidamente entre columnas y vigas, es un sistema resistente y dúctil. La vulnerabilidad para este tipo de albañilería adopta el valor de 0.45.



*Figura 36: Albañilería totalmente reforzada
Fuente: Fotografía de google (Acma, 2019)*

Se presenta el cuadro final con los índices de vulnerabilidad para los diferentes tipos de sistema estructurales en albañilería.

Tabla 15: Índice de vulnerabilidad sistema estructural de albañilería: es el valor más probable, I_v^- y I_v^+ definen el intervalo probable.

Tipo	Descripción	Índice de vulnerabilidad representativos		
		I_v^-	I_v^*	I_v^+
A1	Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina.	0.80	0.84	0.85
A2	Muros de carga de sillar o bloquetas.	0.70	0.74	0.80
A3	Muros de carga mixto (sillar-bloquetas-ladrillo).	0.68	0.78	0.80
A4	Muros de carga de ladrillo artesanal.	0.58	0.61	0.65
A5	Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado)	0.38	0.45	0.52
A6	Albañilería totalmente reforzada.	0.35	0.40	0.48

Fuente: Elaboración propia.

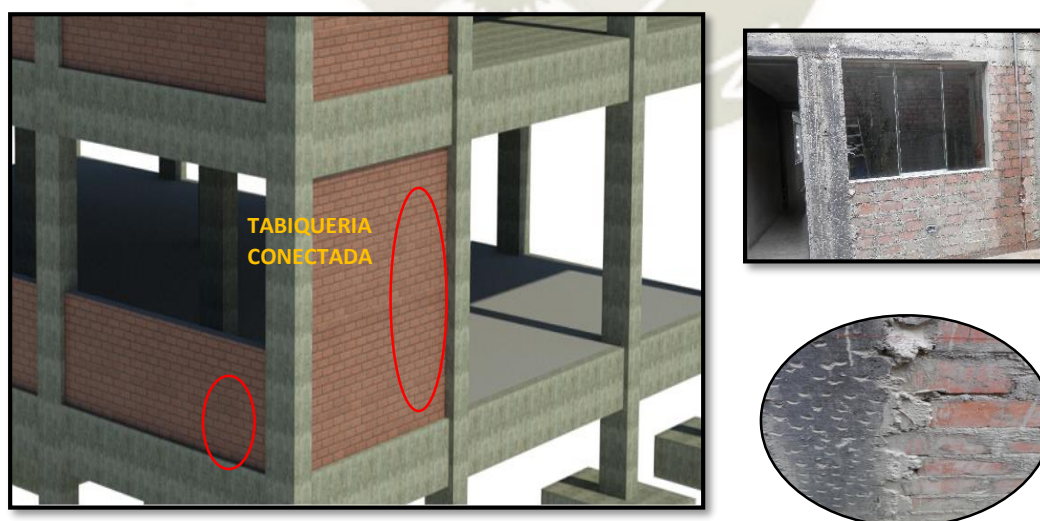
Concreto armado

Las construcciones en concreto armado son tan comunes y varían extremadamente en la arquitectura, diseño y resistencia, por lo que es difícil presentar una guía simple para tratar estas estructuras.

4.2.7 Estructura de pórticos con tabiquería conectada (CA1)

El sistema estructural de pórticos de concreto armado está conformado por vigas y columnas que están acopladas mediante uniones monolíticas y tienen resistencia a momentos y esfuerzos cortantes. El comportamiento del sistema de pórticos tiene directa relación con la proporción de la altura de las columnas y la longitud de las vidas, así como también de su sección transversal. Una columna débil y una viga fuerte indican que es un sistema vulnerable a cargas laterales. Las estructuras de pórticos son rellenas de tabiquería y separadas con juntas símicas.

La interacción que pudiera haber entre el pórtico de concreto armado y los ladrillos condicionan a un comportamiento frágil y contribuyen a que el sistema sea más vulnerable en el momento que ocurre un sismo. Debido a esta interacción las columnas deben resistir cargas adicionales que no estaban consideradas en su diseño. Es por eso que, en algunos casos donde los edificios que no deberían tener un indicativo de baja vulnerabilidad, en realidad tiende a estar por encima de su vulnerabilidad probable.



*Figura 37: Estructura de pórticos con tabiquería conectada.
Fuente: Elaboración propia.*

4.2.8 Estructura de pórticos (CA2)

Es importante contar con un buen sistema resistente a cargas para mejorar el desempeño de la estructura ante acciones dinámicas. Los sistemas de pórticos de concreto armado presentan un buen desempeño sísmico, se caracterizan por tener la capacidad de evitar un colapso inesperado durante un terremoto de gran magnitud, absorben la energía sísmica a través de deformaciones inelásticas, donde el comportamiento de conexión viga-columna toma suma importancia y tiene incidencia directa sobre la estabilidad total del edificio. De modo que si se pierde rigidez y resistencia en la conexión viga-columna, se puede generar mecanismos de colapso localizados e incluso comprometer toda la estructura. Por ello, es importante no recargar el esfuerzo de las columnas, para lo cual los tabiques de ladrillo deben estar separados por juntas sísmicas. Una columna dañada por la interacción con un muro, es la interrupción de rigidez en esa zona, si los daños se encuentran alejados del centro de rigidez, es decir columnas exteriores, incrementaría los efectos torsionales y, por tanto, hacen más vulnerable a la edificación.

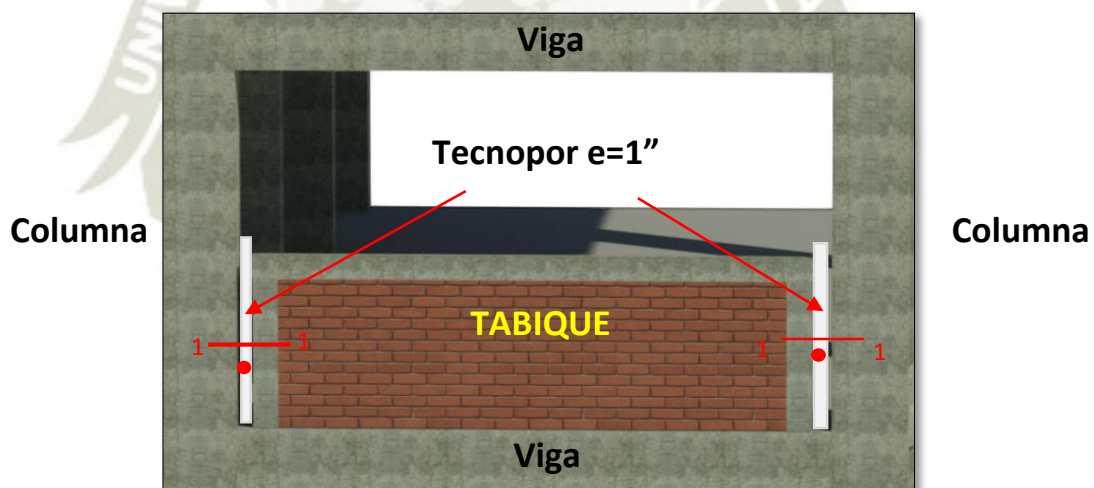


Figura 38: Pórticos con tabiquería aislada con tecnopor espesor 1".

Fuente: Elaboración propia.

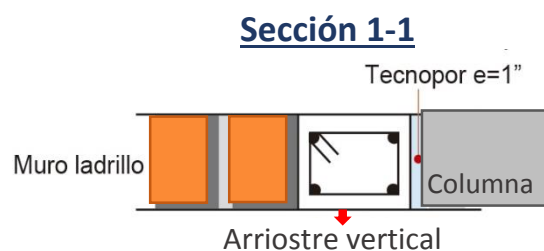


Figura 39: Sección de tabiquería aislada con tecnopor espesor 1".

Fuente: Elaboración propia.

4.2.9 Muros estructurales (CA)

En comparación con el sistema estructural de pórticos, los edificios con muros estructurales tienen un mejor comportamiento sísmo resistente debido a su mayor rigidez, que disminuye los desplazamientos laterales y les permite resistir sismos de gran magnitud. En este sistema resulta más fácil predecir el comportamiento global de la estructura, en comparación con el sistema de pórticos y de albañilería.

Los muros estructurales se caracterizan por tener mayor rigidez que las estructuras de pórticos. Si los muros estructurales no son colocados en forma regular en todo el edificio, los efectos torsionales pueden causar que el sistema falle.



Figura 40: Muros estructurales.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.10 Estructura dual, con tabiquería conectada (CA4)

Es un sistema adecuado, en los pisos inferiores no hay grandes desplazamientos debido a la alta rigidez que proporciona los muros y en pisos superiores se incrementa el esfuerzo que los pórticos deben resistir. Alterar este comportamiento conectando la tabiquería con las columnas tiene incidencia en la rigidez.

4.2.11 Estructura dual (CA5)

Son estructuras en donde las pantallas proporcionan la rigidez al edificio, mientras que los pórticos conservan su ductilidad. La deformación de un pórtico es de corte y las pantallas es de flexión y bajo una superposición de deformaciones tienden a igualarse, así se obtendrá una deformación de modo intermedio.

Los sismos de gran intensidad que sucedieron recientemente, evidenciaron que el sistema dual se comporta mejor que los demás sistemas estructurales y es el camino que debemos seguir en la construcción de edificaciones. Recordando ser muy cuidadoso en cuanto a la configuración de los elementos de tabiquería de ladrillo unida a la estructura, debido a que hacen de esa zona más rígida y frágiles, con consecuencias negativas para los pórticos.

Se presenta el cuadro final con los índices de vulnerabilidad para los diferentes tipos de sistema estructurales en concreto armado.

Tabla 16: Índice de vulnerabilidad sistema estructural Concreto Armado: I_v^* es el valor más probable, I_v^- y I_v^+ definen el intervalo probable.

Tipo	Descripción	Índice de vulnerabilidad representativos		
		I_v^-	I_v^*	I_v^+
CA1	Estructura de pórticos con tabiquería conectada.	0.40	0.44	0.48
CA2	Estructura de pórticos.	0.36	0.40	0.44
CA3	Muros estructurales.	0.34	0.38	0.40
CA4	Estructura dual, con tabiquería conectada.	0.31	0.36	0.38
CA5	Estructura dual.	0.25	0.30	0.34

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber descrito los dos grupos principales de tipos de sistemas estructurales; albañilería y concreto armado, presentaremos el cuadro final con el que se trabajara para evaluar la vulnerabilidad según sus sistemas estructurales de las viviendas del PP. JJ. Ciudad Blanca en el Distrito de Paucarpata-Arequipa.

Tabla 17: Índice de vulnerabilidad sistema estructural Concreto Armado y albañilería: I_v^* es el valor más probable, I_{v^-} y I_{v^+} definen el intervalo probable

Tipo		Descripción	Índice de vulnerabilidad representativos		
			I_{v^-}	I_v^*	I_{v^+}
A	A1	Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina	0.80	0.84	0.85
	A2	Muros de carga de sillar o bloquetas	0.70	0.74	0.80
	A3	Muros de carga mixto (sillar-bloquetas-ladrillo)	0.68	0.78	0.80
	A4	Muros de carga de ladrillo artesanal	0.58	0.61	0.65
	A5	Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado)	0.38	0.45	0.52
	A6	Albañilería totalmente reforzada	0.35	0.40	0.48
CA	CA1	Estructura de pórticos con tabiquería conectada.	0.40	0.44	0.48
	CA2	Estructura de pórticos.	0.36	0.40	0.44
	CA3	Muros estructurales.	0.34	0.38	0.40
	CA4	Estructura dual, con tabiquería conectada.	0.31	0.36	0.38
	CA5	Estructura dual.	0.25	0.30	0.34

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Modificadores regionales

En forma general el tema de diseño sismo resistente, puede tener una división en términos de aspectos de diseño, los cuales fueron evolucionando a lo largo del tiempo y con las experiencias aprendidas en los terremotos ocurridos.

4.3.1 Niveles de diseño sísmico

- a) **Nivel bajo:** En este nivel se encuentran las edificaciones sin diseño sismo resistente, construcciones sin técnicas adecuadas de ingeniería. Los edificios de este tipo son muy comunes en nuestra región de Arequipa y en especial en nuestra zona de estudio del PP.JJ. Ciudad Blanca. La construcción informal se convirtió en un sistema dinámico superando todas las barreras formales. Son construcciones de albañilería donde el diseño sísmico no existe y solo se toman recomendaciones que se transmiten de maestro a maestro albañil, lo cual es deficiente. El nivel bajo es el reflejo de la necesidad de vivienda y la escasez de recursos económicos de los propietarios.

Según la información del INEI (censo, 1993) la migración hacia las ciudades se desarrolló principalmente en la época del terrorismo, en la actualidad continua, pero con menos intensidad. La población rural de la sierra y selva ante la necesidad de vivienda se asentó y construyó sus viviendas acordes a sus posibilidades económicas, por tanto, estas viviendas en su mayoría tienen un bajo nivel de diseño sismo resistente.

- b) **Nivel medio:** En este nivel se encuentran las viviendas con diseño sismo resistente, construidos de acuerdo a las especificaciones de los códigos sísmicos. En su construcción emplea técnicas con filosofías sísmicas. Tales edificios incluyen construcciones de albañilería y concreto armado.
- c) **Nivel alto:** Se encuentran edificaciones esenciales cuyas funciones no deberían interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo, cuentan con medidas sismo resistente especiales, como son los aisladores sísmicos en la base. Estos edificios tienen comportamientos especiales bajo cargas sísmicas, no sufren daños a menos que falle la base del aislamiento. En nuestro estudio no están considerados este tipo de edificaciones.

4.3.2 Periodos de construcción

En el momento de establecer los periodos de construcción de las viviendas se toma como referencia el periodo de vigencia de las diferentes normas de construcción y sismo resistentes

4.3.2.1 Evolución de los códigos de diseño y construcción en el Perú

En el Perú las normas sísmicas y de construcción son recientes en comparación con Europa y Estados Unidos que son nuestros principales referentes. Antes de la primera norma los diseños y construcciones de las edificaciones se realizaban empíricamente. En los inicios del siglo XX las edificaciones se basaban en muros de ladrillos, adobes, sillar y los techos eran de calamina, tejas con viguetas de madera o de fierro fundido y en el caso de sillares con bóvedas o cúpulas. Con la llegada del concreto se cambia el diseño arquitectónico y estructural. El uso del concreto armado inicio en el Perú entre 1910 y 1920 (Blanco, 2007).

Como menciona la norma E-030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, el objetivo principal de la norma sísmicas, es la de evitar la pérdida de vidas humanas. La estructura puede sufrir daños, mas no debería colapsar ni causar daños graves a las personas. La norma sísmica es el documento legal que establece oficialmente los requerimientos mínimos en las edificaciones con el fin de preservar las vidas humanas cuando ocurre un sismo.

Los diferentes tipos de sistemas constructivos, los materiales empleados, diferentes edades, usos y configuraciones empleados en nuestra región de Arequipa, hace complicada la labor de tipificar en la norma sísmica cada una de las combinaciones posibles en el diseño de las edificaciones. Además, las normas sismo resistentes no toman en cuenta el desempeño sismo resistente de la ciudad como un todo sistémico y resiliente. Tampoco consideran aspectos importantes como el económico, social y políticos, los cuales no deberían ser ignorados.

Las normas sísmicas son actualizadas periódicamente y sufren modificaciones significativas, se adaptan según los avances del conocimiento en el diseño sísmico, respuesta de las estructuras en los terremotos y los nuevos materiales empleados. A continuación, se describe las características de las normativas.

- **1950 -1960-1970**

En esos años ya era común el uso del ACI para realizar los diseños de las edificaciones. En el año 1970 se publica el Reglamento Nacional de Construcción. Las nuevas edificaciones de esos tiempos no tenían mayores problemas debido a que no ocurrían sismos fuertes que evidenciaran las fallas en el diseño. Entonces se construyeron edificios de planta libre, se eliminó la albañilería y se colocó ventanas más amplias y mamparas de piso a techos. Eran construcciones más flexibles, pues no tienen el aporte de los muros, no tienen gran rigidez lateral y debido a la geometría de los terrenos se tenía una dirección débil.

- **E-030 1977:**

Debido al terremoto de 1966, 1970 en donde se ven muy afectadas edificaciones de adobe, albañilería y concreto en Lima, La Libertad, Ica y Junín. Se desarrolla el proyecto de la primera Norma Sísmica Peruana, se inicia la transformación de los criterios de estructuración, análisis y diseño en concreto armado, Sus principales características son:

- ✓ Tiene nuevos conocimientos con relación a los efectos de esbeltez.
- ✓ Ya no reduce la carga axial, si no que se amplifican al momento del diseño.
- ✓ Se comienza a enseñar ingeniería antisísmica o sismo resistente, mediante el análisis matricial de estructuras.
- ✓ Se comienzan a usar los primeros programas de cómputo para el análisis de edificios.
- ✓ Introduce los muros de concreto y las vigas peraltadas.
- ✓ En cuanto a la albañilería se consideran columnas y vigas soleras como confinamiento de los muros.
- ✓ Se fue interesando más en el nivel de deformaciones laterales y no solo el cálculo de momentos, cortantes y axiales.

En 1976 se publica la norma de diseño sismo resistente y rige a partir de 1977.

- **E-060 1989:**

Para el diseño de estructuras de concreto armado se usaba Reglamento Nacional de Construcción de 1970 o el ACI de 1971. En 1989 se publicó la Norma de diseño de Concreto Armado, que buscaba tener una norma propia.

- **E-030 1997:**

En 1996 se produce el sismo de Nazca, donde se observó daños en edificaciones escolares, el hecho de poner tabiques a diferente altura y colocar juntas de una o dos pulgadas resulto insuficiente para los desplazamientos laterales producidos por el terremoto y generaba el efecto de columna corta. La norma de 1977 subestimaba los desplazamientos laterales.

En 1997 se publica la nueva norma de diseño sismo resistente. El nivel de fuerzas no sufre grandes cambios, se varió el coeficiente para obtener deformaciones laterales mayores del orden 2.5 veces más a los que se obtenía con la norma de 1977. Los diseñadores se ven obligados a rigidizar las estructuras, para lo cual se usan los muros de corte. En la norma se contempla tres zonas sísmicas.

- **E-030 2003:**

Luego del terremoto ocurrido en el sur del país; Arequipa, Moquegua y Tacna en el 2001, se apreció que las edificaciones que fueron diseñadas con las consideraciones sísmicas respondieron correctamente; los colegios con mayor rigidez lateral funcionaron adecuadamente. Por otro lado, en las viviendas de los sectores más pobres se repitieron los mismos defectos ya conocidos en sismos anteriores.

En el 2003 se hacen ajustes a la Norma de Diseño Sismo Resistente. Se amplifican las fuerzas de sismo en 1.25. Entonces para el diseño de concreto armado ya no era necesario amplificar por 1.25 para las combinaciones de carga donde interviene las fuerzas de sismo, pues las fuerzas ya vienen amplificadas.

Se puede decir que las Normas de 1997 y 2003 son muy parecidas. Desde 1997 la norma obliga a construir edificios más rígidos, para tener deformaciones laterales menores.

- **E-070 2006:**

El método de diseño estructural de la albañilería se encuentra basado en lecciones aprendidas de sismos ocurridos en el pasado, resultado de experimentos y en estudios realizados teóricamente.

El comportamiento de la albañilería depende principalmente del proceso constructivo y de la calidad de los materiales. Por tanto, esta norma establece los requisitos mínimos para el análisis, diseño, materiales y construcción.

Con esta actualización hubo cambios importantes, como, por ejemplo, la resistencia a compresión, en la norma antigua (Norma E.070 de 1982) se trabajaba con el área neta de la unidad de albañilería, lo cual elevaba la resistencia a compresión, ello daba cabida a que las fábricas produzcan ladrillos con grandes perforaciones. Actualmente, la resistencia se calcula con el área bruta, con lo cual esas unidades clasifican en un rango inferior.

- **E-060 2009:**

La norma de 1989 debía ser actualizada, pues los códigos ACI se siguen actualizando, es así que, el comité convocado por SENCICO busca tener una Norma propia, pero con muchas disposiciones ACI.

En los cambios importantes está el coeficiente de amplificación de cargas para el diseño por resistencia; 1.4 carga muerta y 1.7 carga viva (1.5 y 1.8 respectivamente, en la anterior Norma 1989). También cambia los factores ϕ , de reducción de resistencia. Otro de los cambios de la Norma fue las longitudes de anclaje, empalmes y traslapes. Esta norma sigue vigente hasta el día que fue elaborado esta tesis de investigación.

- **E-030 2016:**

En la nueva norma no hubo cambios sustanciales en cuanto a la filosofía sismo resistente que se venía siguiendo después de la norma de 1997, las edificaciones correctamente diseñadas respondieron adecuadamente ante los sismos, aunque debemos recordar que estos no han sido de gran intensidad.

Uno de los cambios más relevantes es la zonificación, el territorio nacional cuenta con cuatro zonas (tres zonas en la Norma anterior). La zonificación se basa en la distribución espacial según la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentro. Otro de los cambios más importantes es que las edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 3 y 4. En zonas de 1 y 2 la entidad decidirá si usar o no aislamiento sísmico. Esto con el objetivo de no interrumpir el funcionamiento luego de un eventual sismo.

A continuación, se presenta el cuadro de modificador regional a usar el estudio de esta tesis de investigación en el PP. JJ. Ciudad Blanca en el distrito de Paucarpata.

Tabla 18: Valores asignados al modificador regional para las edificaciones del PP.JJ. Ciudad Blanca-Arequipa.

MODIFICADOR REGIONAL PARA AREQUIPA					
Periodo de construcción	Normas sísmicas aplicadas	Nivel de Diseño sísmico	Calidad de La practica constructiva	albañilería	Concreto armado
				A	CA
<1970	***	No	¿?	***	***
1971-1977	RNC	No	Deficiente	0.20	0.14
1978-1989	E-030 Diseño sismo resistente	No	Deficiente	0.12	0.12
1990-1997	E-060 Concreto armado	Bajo	Deficiente	0.10	0.10
1998-2003	E-030 Diseño sismo resistente	Moderado	deficiente	0.08	0.08
2004-2006	E-030 Diseño sismo resistente	Moderado	Aceptable	0.04	0.04
2007-2009	E.070 albañilería	Moderado	Aceptable	0.02	0.02
2010-2016	E-060 Concreto armado	Moderado	Aceptable	0.02	0.02
>2016	E-030 Diseño sismo resistente	Moderado	Aceptable	0.02	0

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que en el transcurso del tiempo se ve la evolución de las normas sismo resistentes, de concreto armado y de albañilería, aun presenta un reto que estas normas alcancen a las clases más bajas de la sociedad. El reto a plantear es erradicar la construcción informal y construir viviendas asistidas con un alto nivel técnico.

Por tanto, es importante señalar que los periodos de construcción mostrados en la tabla N° 18 no necesariamente se ajustan para toda la realidad, los conceptos sísmicos tardan más de lo debido en llegar a toda la población, sobre todo a lugares donde las personas tienen escasos recursos. También es importante tener en cuenta que el profesional encargado del análisis y diseño, o el constructor haya tenido los conocimientos acordes a la época; se puede construir en un periodo determinado, pero los conocimientos y técnicas constructivas pertenecer a una más antigua o en el mejor de los casos ser más moderna. Entonces el modificador regional en nuestro medio es bastante subjetivo, mas no podemos dejar de lado por su incidencia en la vulnerabilidad, por lo que se recomienda hacer las preguntas necesarias al propietario de la vivienda.

4.4 Modificadores que controlan el daño MC

Existen otros factores que afectan la vulnerabilidad de las edificaciones. Estos factores controlan el daño durante un sismo, independientemente de su sistema estructural o si están contruidos con o sin normativas de diseño sismo resistente.

4.4.1 Estado de conservación

Para que un edificio brinde las bondades de su diseño sísmico, debe encontrarse en buen estado. Se sabe que un edificio deteriorado reduce considerablemente su resistencia y por tanto es más vulnerable. Los problemas que se presenta son variados; en caso de la albañilería, no cubrir con tarrajeo los muros de carga, expone al contacto con el agua, la humedad, calor del sol, etc. produciendo a largos plazos el desplome de los muros debido al empuje del peso del techo. En concreto armado un tema alarmante es la oxidación de los aceros estructurales y las patologías del concreto.

Para penalizar este parámetro de conservación, resulta también ser subjetivo, podemos apreciar una edificación que puede tener una buena apariencia, buen acabado y buena pintura. Sin embargo. No se cuidó el sistema estructural. Por tal razón, se penalizará como consecuencia del paso de los años, la edad del edificio.

- **Buen mantenimiento:** A las viviendas de albañilería en buen estado se le asigna un valor de 0, que significa que responderá según lo que se esperaba en el análisis y diseño. se toma el año 2006 como el límite para penalizar, esto a razón de que la norma E-070 fue publicada en ese año. En concreto armado se toma el año 2003, con referencia a la norma sísmica E-030. También se debe a que luego del terremoto del Sur, 2001 se toma mayor conciencia en cuanto a la importancia de mantener en buen estado los sistemas estructurales. También puede considerarse en esta categoría las viviendas que se les hizo refuerzos a su sistema estructural, la vivienda pudo ser construida antes del 2006 o 2003 pero con un refuerzo tiene mejores bondades para resistir un sismo, entonces debido a esta acción la edificación reduce su vulnerabilidad y es considera como en buen estado.
- **Mal mantenimiento:** Las edificaciones de albañilería y de concreto armado construidas antes del 2006 y 2003 respectivamente son penalizados con +0.04 en albañilería y +0.02 en concreto armado. En situaciones donde se evidencie drásticamente un mal mantenimiento se penaliza con +0.06, sin tomar en cuenta la edad de su construcción.



Figura 41: Se aprecia una edificación que tiene una buena apariencia, buen acabado y en el otro lado un mal mantenimiento.

Fuente: Fotografía propia.



Figura 42: Evidente mal estado de conservación.

Fuente: Fotografía propia.

Tabla 19: Modificador de comportamiento según el estado de conservación de la edificación.

Modificador por estado de conservación	Sistema estructural	
	Albañilería	Concreto armado
Buen mantenimiento	0 (>2006)	0 (>2003)
	0 (reforzadas)	0 (reforzados)
Mal mantenimiento	+0.04 (≤ 2006)	+0.02 (≤ 2006)
Evidente mal estado de conservación	+0.06	+0.04

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Número de pisos

Las edificaciones para este modificador se dividen en tres grupos; baja, media y alta, los cuales se describen a continuación:

- **Baja (1-2 pisos):** Estas edificaciones reducen su vulnerabilidad en -0.02 y -0.04, en albañilería y concreto armado respectivamente. Se favorece a estas edificaciones por diferentes factores; porque el refuerzo empleado para la mayoría de las edificaciones de la zona estudiada solo es apta para dos niveles, la edificación tiene menos peso y de acuerdo a su concepción responderá de forma adecuada. Para el sistema de concreto armado se supone que resiste mejor, de ahí que reduce en mayor proporción su vulnerabilidad.

- **Media (3 pisos):** Las viviendas de tres pisos son muy comunes en la zona de estudio. Se le asigna el valor de 0, significa que no altera su vulnerabilidad obtenida en cuanto a su sistema estructural y el modificador regional. Se toma esta decisión apoyada en que los propietarios piden un diseño sísmico de dos pisos para su vivienda, entonces generalmente el diseñador por seguridad diseña la edificación para tres niveles, valiéndose en la experiencia de que los propietarios siempre construyen un nivel más. Entonces los constructores (maestros albañiles) que construyen con los planos, copian y toman de referencia estos planos para sus demás construcciones.
- **Alta (4,5 o más):** Las fuerzas que interactúan en edificios de cuatro, cinco y más pisos son de consideración y es necesario prestarles atención. Las edificaciones construidas sin códigos sismo resistentes, los cuales son muy comunes en nuestra región, pueden soportar cargas gravitacionales sin advertir el peligro, pero ante cargas horizontales producidas en un sismo, estas son muy vulnerables. Entonces la vulnerabilidad se incrementa en +0.08 para albañilería y +0.06 en concreto armado.

Tabla 20: Modificador de comportamiento según su número de pisos de la edificación

Modificador por número de pisos	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Baja (1 o 2)	-0.02	-0.04
Media (3)	0	0
Alta (4,5 o más)	+0.08	+0.06

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Sistema resistente

En estructuras de albañilería es importante la densidad de muros, las conexiones de los elementos de confinamiento, los anclajes de los aceros, los estribos, la resistencia del concreto, las tuberías del sistema eléctrico y sanitario, etc. Estos factores condicionan el comportamiento dinámico de la estructura durante un sismo y deben tenerse en cuenta para la evaluación de la vulnerabilidad. No obstante saber sobre las conexiones de aceros, los estribos, resistencia del concreto, etc. No son posibles o son muy tediosos y costosos. Para la elaboración de esta tesis esos parámetros se evaluarán de acuerdo a que si la edificación cuenta con planos elaborados por un Ingeniero civil o Arquitecto.

En teoría los planos elaborados por un ingeniero civil deben cumplir con todas las exigencias mínimas de las distintas normas de nuestro código. Las edificaciones con planos reducen su vulnerabilidad en -0.04, caso contrario elevaran su vulnerabilidad en +0.04.

Tabla 21: Modificador de comportamiento según su sistema resistente de la edificación

Modificador por sistema resistente	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Planos elaborados por un ingeniero civil	-0.04	-0.04
Sin planos	+0.04	+0.04

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Irregularidad en planta

Las edificaciones con plantas irregulares incrementan su vulnerabilidad. La experiencia durante sismos nos ha demostrado que las edificaciones irregulares presentan mayores problemas. La excentricidad de los elementos estructurales genera desplazamientos del centro de masa con respecto al centro de rigideces, lo que genera rotación en la estructura y concentración de esfuerzos en las esquinas.

En la región de Arequipa las viviendas son rectangular, una de las dimensiones es mayor que la otra, mientras más alargada sea la edificación, mayor es su vulnerabilidad.

El problema se agrava cuando en la dirección paralela a la calle tiene poca densidad de muros, esto se debe a que el primer nivel se usa para tiendas, restaurant y cocheras, para lo cual se elimina los muros que aportan densidad.

Con este parámetro se penalizará las edificaciones rectangulares con la relación $\beta_1 = a/L$ dónde: L , es el lado mayor y a , el lado menor. Para edificaciones con protuberancias la relación es $\beta_2 = b/L$. Las edificaciones típicas de 10 m de ancho y 20 m de largo tienen un β_1 de 0.5, son medidas desfavorables, que si no cuentan con una distribución adecuada para resistir cargas laterales, aumentan su vulnerabilidad, está de más indicar que viviendas que son 7 metros por 15 metros, e incluso 5 por 20 metros serán altamente vulnerables, medidas que son muy comunes en nuestra región.

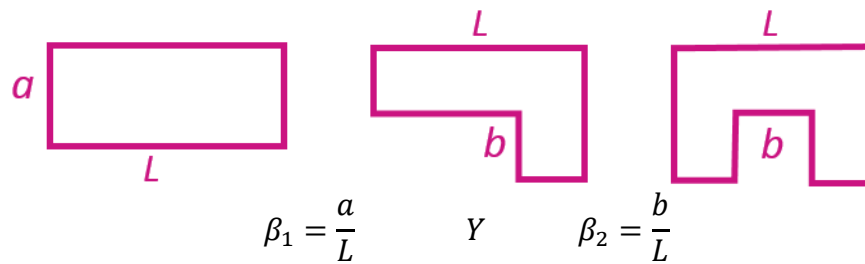


Figura 43: Configuración en planta de la edificación
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Modificador de comportamiento según su irregularidad en planta de la edificación.

Modificador por irregularidad en planta	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
$\beta_1 \geq 0.8$ $\beta_2 \leq 0.1$	-0.02	-0.02
$0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$	0	0
$0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$	+0.04	+0.04
$0.6 > \beta_1$ $0.3 < \beta_2$	+0.06	+0.06

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Irregularidad en altura

La irregularidad vertical ha demostrado tener consecuencias muy desastrosas en los terremotos. Los principales problemas vienen a ser el piso blando y la columna corta, pero también tenemos factores como los voladizos, edificio tipo base torre, tanques elevados y estructuras metálicas.

4.4.5.1 Tabiquería no confinada en voladizos

El uso de voladizos para ganar espacio es uno de los parámetros más comunes en nuestras construcciones. Durante un sismo, en los voladizos se genera fuerzas horizontales y verticales, esta última aumenta o disminuye la fuerza de la gravedad, produciendo momentos y deflexiones importantes.

El voladizo por si solo es vulnerable, pero al colocar tabiquería encima de esta y sin columnetas de amarre, es altamente vulnerable. En sismos pasados se pudo apreciar que esta tabiquería se agrieta y puede caer encima de las personas que evacuan de la vivienda. Se penalizarán los voladizos mayores a 0.80 m. Según lo expuesto la vulnerabilidad se incrementa en +0.02. En las figuras se aprecian voladizos mayores a un metro, los cuales no cuenta ningún tipo de refuerzo adicional a parte de las viguetas.



Figura 44: Tabiquería no confinada en voladizos mayores a 80 cm.

Fuente: Fotografía propia.

4.4.5.2 Edificios de tipo base torre

Son edificios que tienen grandes cambios de masa entre un piso y otro. Cada bloque tiene un comportamiento dinámico distinto. No habría mayor problema si se diseñaran las uniones para soportar las concentraciones de esfuerzos durante un sismo, pero nuevamente esto no sucede en la realidad.

Estos nuevos edificios que nacen en los techos no tienen un correcto empalme de acero vertical en las columnas, el arranque de acero dejado en la primera etapa de construcción se encuentra oxidado y en el peor de los casos nacen nuevas columnas desde cero, apoyadas simplemente en el techo.

Estas viviendas normalmente nacen cuando se construye por partes, el padre de familia quiere construir habitaciones en la azotea para uno de sus hijos, luego se aumenta otra habitación y así sucesivamente, pero no se logra construir en toda el área debido a que la azotea se usa como lavandería y es por eso que se genera estas edificaciones de tipo base torre. Este parámetro se juzga sin excepción, debido a que no podemos constatar si está construido correctamente, por tanto, si se encuentra una construcción de tipo base torre, se penalizara. En la figura se aprecia una vivienda de tipo base torre. El incremento de la vulnerabilidad es de +0.04.

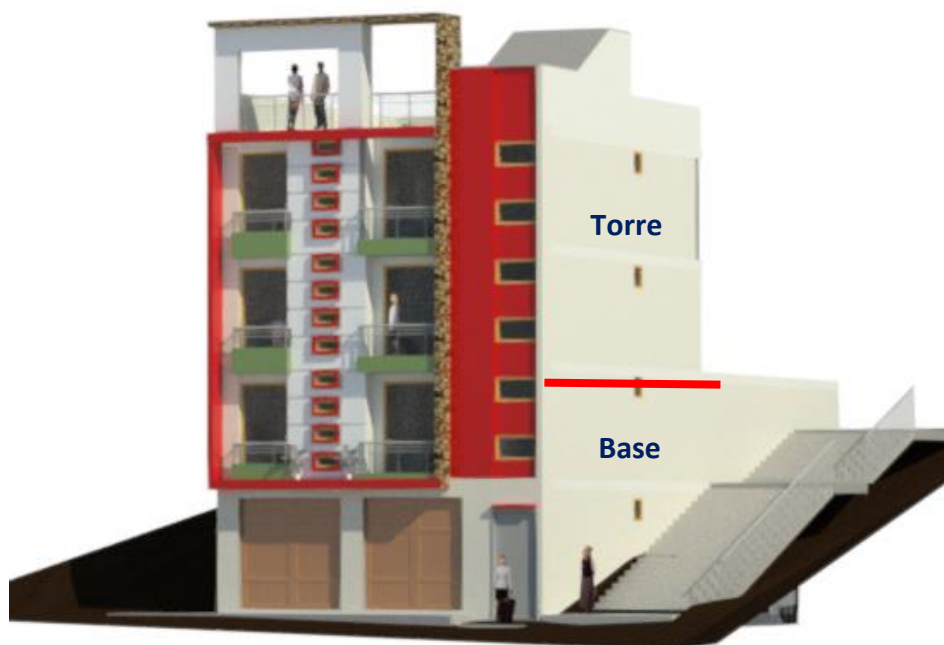


Figura 45: Edificio de tipo base torre.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.3 Escalonamiento de voladizos

Con el afán de ganar metros cuadrados se acostumbra hacer voladizos en cada piso, de forma tal que se asemeja a escalones. Cuando se construyen voladizos en cada piso, generan asimetría en la distribución de las masas, en consecuencia, se producen esfuerzos adicionales en zonas donde no se esperaba, teniendo un comportamiento sismo resistente inadecuado de la edificación. Por lo anteriormente descrito la edificación eleva su vulnerabilidad en +0.02.



Figura 46: Edificios con escalonamiento de voladizos.

Fuente: Fotografía propia.

Tabla 23: Modificador por irregularidad en altura: voladizos > 80 cm, edificaciones tipo base torre y escalonamiento de voladizos.

Modificador por irregularidad en altura	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Voladizos > 80 cm	+0.02	+0.02
Edificaciones de tipo base torre	+0.04	+0.04
Escalonamiento de voladizos	+0.02	+0.02

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.4 Piso blando

El piso blando se refiere al cambio significativo de rigidez en un piso, con relaciones al resto de pisos. El piso más flexible absorberá la mayor cantidad de energía y tendrá mayores desplazamientos. Debido al desplazamiento relativo que se genera entre un piso y el nivel inmediato (deriva), las columnas que se encuentran en el nivel con menor rigidez están propensas a tener daños irreparables y pueden comprometer a toda la estructura. La situación se agrava debido a que no se prevé con anticipaciones este tipo de fallas (fallas frágiles).

Durante un sismo la mayor fuerza cortante se produce en el primer piso y se distribuye a los siguientes niveles uniformemente. En caso de las fuerzas inerciales serán mayores en los pisos superiores ya que las aceleraciones aumentan con la altura.

La circunstancia por las que se produce un piso blando tienen directa relación con las decisiones arquitectónicas de la edificación: desde el diseño o con posteriores modificaciones. El caso más común se da en las viviendas multifamiliares o departamentos, el primer piso se destina para tiendas comerciales o estacionamientos. Otro de los casos más comunes es la unión no intencional de la tabiquería con componentes estructurales, agregando rigidez y mayor masa en los pisos superiores. En los casos mencionados es habitual que el piso blando se de en el primer nivel, pero también se da en casos de pisos intermedios, a raíz de la eliminación accidental de los muros estructurales y también en los pisos con mayores alturas en la planta baja con relación a los pisos superiores. En la Figura N°14 podemos apreciar una edificación con piso blando.



Figura 47: Edificio con Piso blando.

Fuente: Fotografía propia.

4.4.5.5 Columna corta

Es uno de los parámetros más determinantes para producir daños durante un sismo. En las edificaciones es común encontrar aberturas al costado de las columnas con el objetivo de dar ventilación e iluminación, sin presagiar su peligro.

El daño de la columna corta se debe a que se altera la deformación normal de la columna. En su análisis y diseño inicial de la columna se considera movimientos y deformaciones, pero en el caso real se presenta una zona restringida y otra libre. La zona libre absorbe gran parte de la deformación que correspondería a toda la columna. Este gran esfuerzo de la zona libre produce fallas cortantes que comprometen a toda la columna. Se han encontrado casos donde a pesar de que se colocan juntas sísmicas entre los muros y las columnas, estas resultan insuficientes debido a las grandes deformaciones de la edificación. En la siguiente imagen se muestra el colegio Julio C. Tello de Ciudad Blanca que tiene en su configuración varias columnas cortas debido a las ventanas.



Figura 48: Colegio Julio C. Tello con columnas cortas.

Fuente: Fotografía propia.

Los parámetros descritos anteriormente: piso blando y columna corta, tienen grandes potenciales de producir daño y así lo ha demostrado los diferentes sismos ocurridos en diferentes partes del mundo. Para nuestra evaluación de vulnerabilidad se les asigna los valores más altos en la ficha del índice de vulnerabilidad, +0.08 para columna corta y +0.08 para piso blando.

Tabla 24: Modificador de comportamiento según su irregularidad vertical: columna corta y piso blando.

Modificador por irregularidad vertical	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Columna corta	+0.08	+0.08
Piso blando	+0.08	+0.08

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.6 Estructuras metálicas y/o tanques elevados

El incremento de los tanques elevados y las estructuras metálicas en las azoteas de las edificaciones, hacen reflexionar sobre su potencial de daño para las personas durante los eventos sísmicos. Tanques de 1100 litros a más, son colocados en zonas libres no preparadas para soportar cargas y sin discriminación del número de pisos o del tipo sistema resistente. De igual forma las estructuras metálicas son colocadas en las azoteas sin un previo análisis y diseño. Las estructuras metálicas son soldadas a los fierros de las columnas, de no existir estas se perforan agujeros y se colocan fierros para anclar la estructura. Si bien es cierto, los tanques de agua y las estructuras metálicas soportan cargas verticales, no están preparadas para soportar las distintas fuerzas que se producen en un sismo.



Figura 49: Predisposición al daño de los tanques elevados.

Fuente: Fotografía propia.

Tabla 25: Modificador por irregularidad vertical: Tanques elevados y/o Estructuras metálicas.

Modificador por irregularidad vertical	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Tanques elevados y/o Estructuras metálicas	+0.02	+0.02

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Cambio de uso

En este parámetro se evalúa el cambio de uso de la edificación. Normalmente las edificaciones que en un principio fueron diseñadas para viviendas son convertidas en tiendas comerciales, para lo cual se eliminan muros portantes, se abren ventanas, ductos para las chimeneas, nuevos cableados, se hacen perforaciones a las columnas para colocar las puertas metálicas, etc. También está incluido la eliminación de muros para cocheras. Por esta razón se incrementa la vulnerabilidad en +0.02.

Tabla 26: Modificador por cambio de Uso

Modificador por cambio de uso	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Cambio de uso	+0.02	+0.02

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Modificadores por posición en manzana

También se les denomina modificadores urbanísticos. La posición de un edificio con respecto a otro, afecta el comportamiento de la estructura durante un terremoto. En esta investigación dividiremos los efectos en planta y en elevación según la posición de las edificaciones. Normalmente los estudios de vulnerabilidad no se consideran los parámetros urbanísticos; cada edificio se estudia como asilado, sin embargo, esto no es cierto y los terremotos ocurridos nos han demostrado la importancia que tiene la ubicación de un edificio con respecto a sus colindantes. Si bien es cierto, se puede usar juntas de aislamiento en las viviendas, pero esto no ocurre en la realidad, por lo que, se cuantifica a todas las edificaciones por el parámetro de posición en manzana.

4.4.7.1 Posición en planta

La forma de cómo se distribuye los lotes en nuestra ciudad tienen rasgos característicos que siempre se repiten (Figura 49). Las manzanas generalmente están conformadas por una o dos filas de viviendas. Las viviendas situadas en las esquinas y en los extremos sufren mayores daños que aquellas que se encuentran en posición central, que de alguna forma son protegidos. El problema surge a razón que las edificaciones no cuentan con juntas sísmicas y se encuentra anclados a las viviendas vecinas, lo cual genera una irregularidad en la rigidez de la estructura y provocan daños (EMS-98, Gruntal 1998).

Para edificios en esquina se aplica un modificador de vulnerabilidad positivo con un valor de +0.04, las viviendas en terminal en forma de punta son las que sufren más daños y se penaliza con +0.05 y las viviendas intermedias reducen su vulnerabilidad en -0.04. Si las viviendas presentaran juntas sísmicas adecuadas en todos sus extremos, entonces la vulnerabilidad se mantiene.

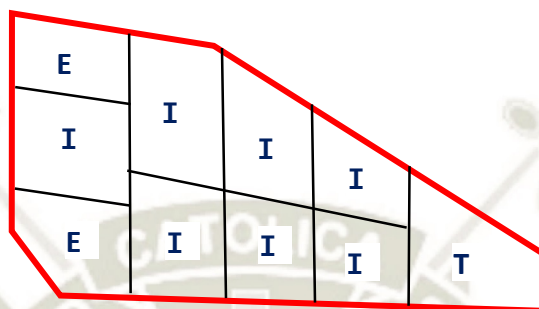


Figura 50: Parámetro según su disposición urbana en planta.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Modificador en función de su posición en manzana.

Modificador por Posición en planta	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Intermedio	-0.04	-0.04
Esquina	+0.04	+0.04
Terminal	+0.05	+0.05

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7.2 Diferencia de altura (efecto golpeteo)

Para evaluar este parámetro se observa la altura de los edificios vecinos. Las edificaciones vecinas tienen diferente año de construcción, sistema estructural y materiales. Entonces tienen periodos naturales distintos y chocan, a esto se le conoce como el efecto golpeteo y si no tienen una adecuada separación de las juntas sísmicas se pueden producir daños considerables. En la figura se esquematiza los distintos casos que se pueden presentar. Tener presente que este parámetro solo se aplica cuando el edificio estudiado con el colindante tiene más de 2 pisos de diferencia.

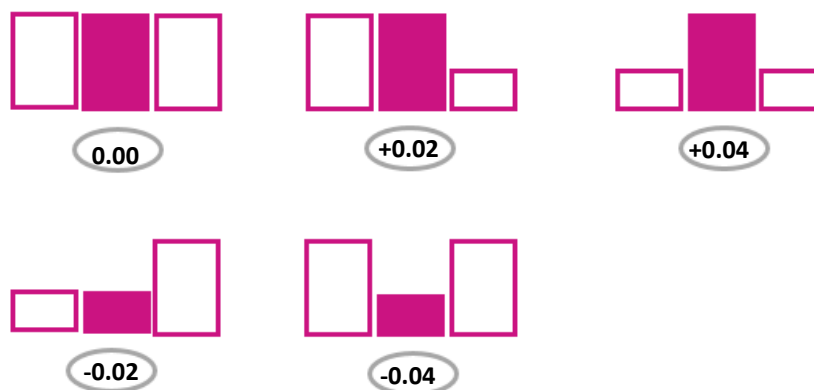


Figura 51: Modificador de altura en función de la diferencia de altura de los edificios adyacentes. Tesis Lantada (2007).

Fuente: Lantada (2007).

Tabla 28: Modificador en función de su diferencia en altura

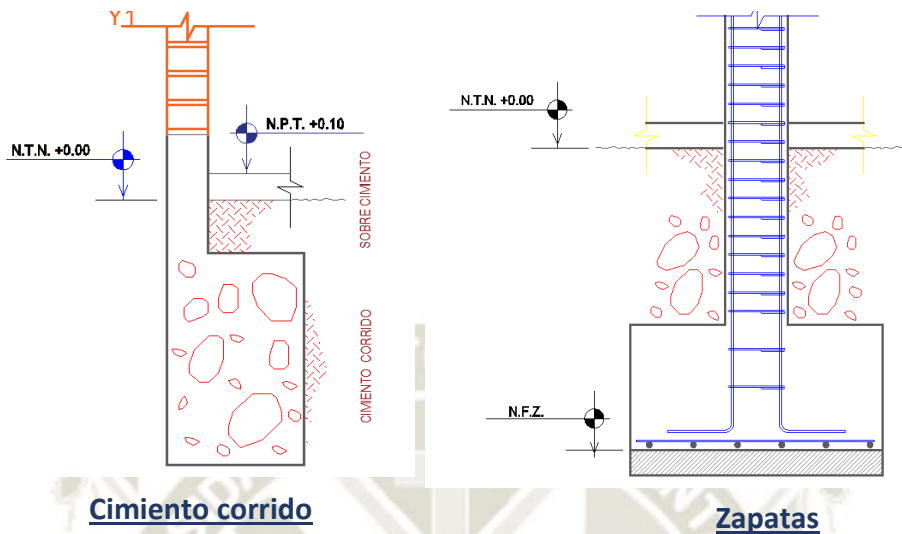
Modificador por Diferencia de alturas	Sistema estructural	
	Albañilería	Concreto armado
Estructuras adyacentes a la misma altura	0.00	0.00
Una estructura adyacente a la misma altura y otra más bajo	+0.02	+0.02
Estructuras adyacentes más bajas	+0.04	+0.04
Una estructura adyacente a la misma altura y la otra más alta	-0.02	-0.02
Estructuras adyacentes más altos	-0.04	-0.04

Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Cimientos

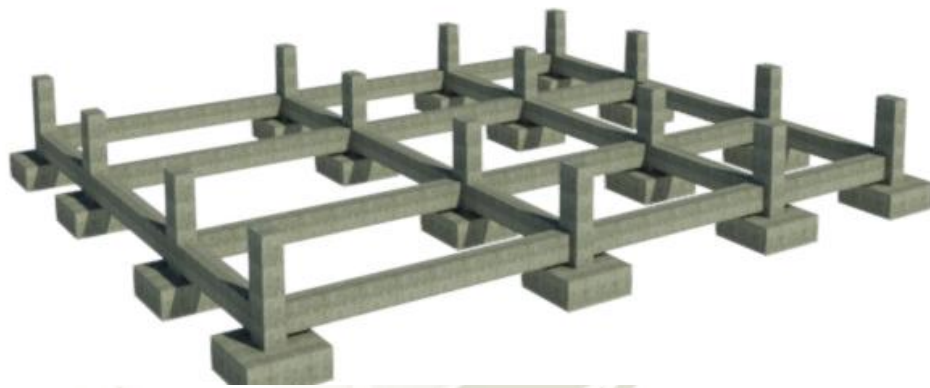
Las estructuras construidas en ladrillo y concreto armado tienen un comportamiento frágil y si sufren una pequeña distorsión angular estas se pueden fracturar. Por ello resulta importante tener una buena cimentación en suelos de baja calidad y en general. Para evaluar la vulnerabilidad se divide en tres tipos; las edificaciones cimentadas sin zapata, con zapatas y las edificaciones con zapata y vigas de cimentación. El tipo de cimentación está en función de las propiedades físicas del suelo, pero al no contar con datos detallados del tipo del suelo para evaluar la vulnerabilidad sísmica, se asume un suelo de regular calidad.

Se asigna valores pequeños debido a que la mayoría de las viviendas son de baja altura (2 a 3 pisos), para estudiar edificios de mayor altura se debería prestar mayor importancia al modificador por cimentación.



Cimiento corrido

Zapatas



Zapatas y vigas de cimentación

Figura 52: Cimientos típicos de las viviendas autoconstruidas: cimiento corrido, zapatas y zapatas con vigas de cimentación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Modificador en función de la cimentación de la edificación.

Modificador por cimentación	Sistema estructural	
	albanilería	Concreto armado
Cimentación sin zapatas	+0.02	+0.02
Cimentación con zapatas	0.00	0.00
Zapatas y vigas de cimentación	-0.02	-0.02

Fuente: Elaboración propia

4.4.9 Pendiente del terreno

Las respuestas sísmicas de las edificaciones dependen de la vibración del suelo. En este parámetro se toman aspectos como la pendiente del terreno y la presencia de empuje debido a un terraplén.

- **Pendiente $\leq 10\%$:** ausencia de empuje de terraplén. Reducen su vulnerabilidad en -0.02.
- **$10 < \text{pendiente} \leq 30$:** ausencia de empuje de terraplén. No cambia su vulnerabilidad.
- **$30 < \text{pendiente} \leq 50$:** presencia de empuje de terraplén. Incrementa su vulnerabilidad en +0.02.
- **$50 \leq \text{pendiente}$:** presencia de empuje de terraplén. Aumenta en +0.04.

$$\text{Pendiente } \% = \frac{h}{r} * 100$$

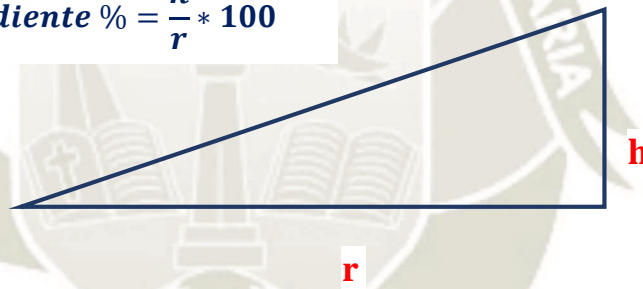


Figura 53: Fórmula para calcular la pendiente del terreno

Fuente: Elaboración propia

Figura 54: Modificador en función de la pendiente del terreno donde está construida la vivienda.

Modificador por cimentación	Sistema estructural	
	albañilería	Concreto armado
Pendiente $\leq 10\%$	-0.02	-0.02
$10 < \text{pendiente} \leq 30$	0.00	0.00
$30 < \text{pendiente} \leq 50$	+0.02	+0.02
$50 \leq \text{pendiente}$:	+0.04	+0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Modificadores de comportamiento del índice de vulnerabilidad para albañilería y concreto armado.

Modificadores por comportamiento sísmico		Sistema estructural	
		Albañilería	Concreto armado
Estado de conservación	Buen mantenimiento	0 (>2006)	0 (>2003)
	Mal mantenimiento	+0.04 (≤2006)	+0.02 (≤2003)
	Evidente mal estado de conservación	+0.06	+0.04
Numero de pisos	Baja (1 o 2)	-0.02	-0.04
	Media (3)	0	0
	Alta (4,5 o más)	+0.08	+0.06
Sistema resistente	Planos elaborados por un ingeniero civil	-0.04	-0.04
	Sin planos	+0.04	+0.04
Irregularidad En planta	$\beta_1 \geq 0.8$ $\beta_2 \leq 0.1$	-0.02	-0.02
	$0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$	0	0
	$0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$	+0.04	+0.04
	$0.6 > \beta_1$ $0.3 < \beta_2$	+0.06	+0.06
Irregularidad En Altura	Voladizos >80cm	+0.02	+0.02
	Edificaciones de tipo base torre	+0.04	+0.04
	Escalonamiento de voladizos	+0.02	+0.02
	Columna corta	+0.08	+0.08
	Piso blando	+0.08	+0.08
	Tanques elevados y/o Estructuras metálicas	+0.02	+0.02
urbanístico	Cambio de uso	+0.02	+0.02
Posición en manzana: En planta	Intermedio	-0.04	-0.04
	Esquina	+0.04	+0.04
	Terminal	+0.05	+0.05
Posición en manzana: Diferencia de alturas	Estructuras adyacentes a la misma altura	0.00	0.00
	Una estructura adyacente a la misma altura y otra más bajo	+0.02	+0.02
	Estructuras adyacentes más bajas	+0.04	+0.04
	Una estructura adyacente a la misma altura y la otra más alta	-0.02	-0.02
	Estructuras adyacentes más altos	-0.04	-0.04
cimentación	Cimentación sin zapatas	+0.02	-0.02
	Cimentación con zapatas	0.00	0.00
	Zapatas y vigas de cimentación	-0.02	+0.02
Pendiente Del terreno	Pendiente ≤ 10%	-0.02	-0.02
	10 < pendiente ≤ 30	0.00	0.00
	30 < pendiente ≤ 50	+0.02	+0.02
	50 ≤ pendiente:	+0.04	+0.04

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 5. FICHA DE ENCUESTA

La ficha de encuesta es una herramienta empleada durante las salidas al campo, para recolectar la información de las viviendas. En la etapa de campo se usa una ficha de encuesta plasmada en papel, donde se hacen las anotaciones correspondientes y en la etapa de análisis de la vulnerabilidad se crea una base de datos en EXCEL (Microsoft Office) para facilitar su análisis.

5.1 Descripción de la ficha de encuesta

La estructura de la ficha de encuesta se divide en tres partes: datos generales, sistema estructural de la vivienda y los modificadores de comportamiento sísmico. Además de los datos complementarios como fotos, videos, etc.

5.1.1 Datos generales

Se enumeran la información a recabar en esta parte:

1. Fecha de la encuesta.
2. Nombre el propietario.
3. Dirección de la vivienda.
4. Número de la vivienda según el mapa de catastro.
5. Cantidad de personas que habitan.
6. Si cuenta con asesoría técnica o no.
7. Año de construcción de la vivienda.
8. Número de pisos.
9. Modificaciones en la edificación.

5.1.2 Tipo de sistema estructural

- **Albañilería**
 1. Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina
 2. Muros de carga de sillar o bloquetas
 3. Muros de carga misto (sillar-ladrillo-bloquetas)
 4. Muros de carga de ladrillo artesanal.
 5. Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado).
 6. Albañilería totalmente reforzada.

- **Concreto armado**
 1. Estructura de pórticos con tabiquería conectada.
 2. Estructura de pórticos.
 3. Muros estructurales.
 4. Estructural dual, con tabiquería conectada.
 5. Estructura dual.
- **Secuencia constructiva**
- **Anotaciones del sistema resistente.**

5.1.3 Modificadores del comportamiento sísmico

1. Estado de conservación.
2. Irregularidad en planta.
3. Voladizos mayores a 80 cm.
4. Edificios de tipo base torre.
5. Escalonamiento de voladizos.
6. Columna corta.
7. Piso blando.
8. Tanques elevados y/o estructuras metálicas.
9. Posición en manzana: planta.
10. Posición en manzana: altura.
11. Cimentación.
12. Pendiente del terreno.
13. Anotaciones.

5.1.4 Datos complementarios

Se toman fotografías y anotaciones de parámetros no considerados en esta ficha que pueden tener un alto potencial de causar daño a la vivienda durante un sismo, por ejemplo: presencia de eflorescencia, cangrejas en las columnas, exposición de los aceros de refuerzos, etc. También se pueden hacer anotaciones sobre problemas de la zona donde se edifica la vivienda: rellenos sanitarios, quebradas nivel freático, etc.



FICHA DE ENCUESTA
EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA

Fecha de la
encuesta

ID. DE VIVIENDA Del plano

FECHA: / /

SECCION I. DATOS GENERALES

Familia: **ENTREVISTA CON EL PROPIETARIO DE LA VIVIENDA**

Apellidos y nombres del propietario.

Dirección:

Dirección brindada por el propietario.

N° Personas que Habitan: ## Año de construcción: ### N° de pisos: ##

(Marcar solo una alternativa ●)

Cuenta con planos la vivienda: Si: No:

¿Quién hizo los planos?

Cambio de uso de la vivienda: Si: No:

Cuál es el uso actual

SECCION II. TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL

A. ALBAÑILERIA (A) **POR OBSERVACIÓN DIRECTA**
(Marcar solo una alternativa ●)

A1 Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina.

A2 Muros de carga de sillar.

A3 Muros de carga mixto (sillar-ladrillo o bloquetas-ladrillo)

A4 Muros de carga de ladrillo artesanal.

A5 Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado)

A6 Albañilería totalmente reforzada

D. Anotaciones del sistema resistente:

B. CONCRETO ARMADO (CA)
(Marcar solo una alternativa ●)

CA1 Estructura de pórticos con tabiquería conectada.

CA2 Estructura de pórticos.

CA3 Muros estructurales.

CA4 Estructura dual, con tabiquería conectada.

CA5 Estructura dual.

C. Secuencia de construcción:

Una vez todo Dos etapas

Tres etapas Dos etapas

(Marcar solo una alternativa ●)

SECCION III. MODIFICADORES DE COMPORTAMIENTO SISMICO

C. Estado de Conservación:

1. Bueno > 2006 2. Malo ≤ 2006 A.

A. y >2003 CA: y ≤CA:

3. Reforzadas: 4. Evidente mal estado

B. Irregularidad en Planta

(a, b y L son las medidas de la construcción)

L: a: b:

E. Irregularidad en Altura **POR OBSERVACIÓN DIRECTA**

1. Voladizos > 80 cm: Si: No:

2. Edificio de tipo base torre: Si: No:

3. Escalonamiento de voladizos: Si: No:

4. Columna corta: Si: No:

5. Piso blando: (Marcar Si: No:

6. Tanque elevados y/o las estructuras metálicas: existentes

G. Posición en manzana: planta

1. Intermedio.

2. Esquina.

3. Terminal.

(Marcar solo una alternativa ●)

H. Anotaciones.

A. Posición en manzana: diferencia de alturas **POR OBSERVACION DIRECTA**

(Marcar solo una alternativa ●)

Diferencia > a 2 pisos

D. Cimentación

1. Sin zapatas. (Marcar solo una alternativa ●)

2. con zapatas.

3. zapatas y vigas de cimentación.

F. Pendiente del terreno

1. Pendiente ≤ 10%

2. 10% < Pendiente ≤ 30%

3. 30 < Pendiente ≤ 50%

4. 50% < Pendiente

(Marcar solo una alternativa ●)

Figura 55: Modelo de ficha de encuesta

CAPITULO 6. TRABAJO EN CAMPO

6.1 Ubicación de la zona de estudio

El pueblo joven de Ciudad Blanca pertenece al distrito de Paucarpata y a la provincia de Arequipa, ubicado en el sureste de la ciudad. Se encuentra a 5.5 km aproximadamente del centro de la ciudad, con una altitud de 2487 m.s.n.m. Asimismo delimita con los pueblos jóvenes de Israel, Jorge Chávez y las zonas A y C de Ciudad Blanca.

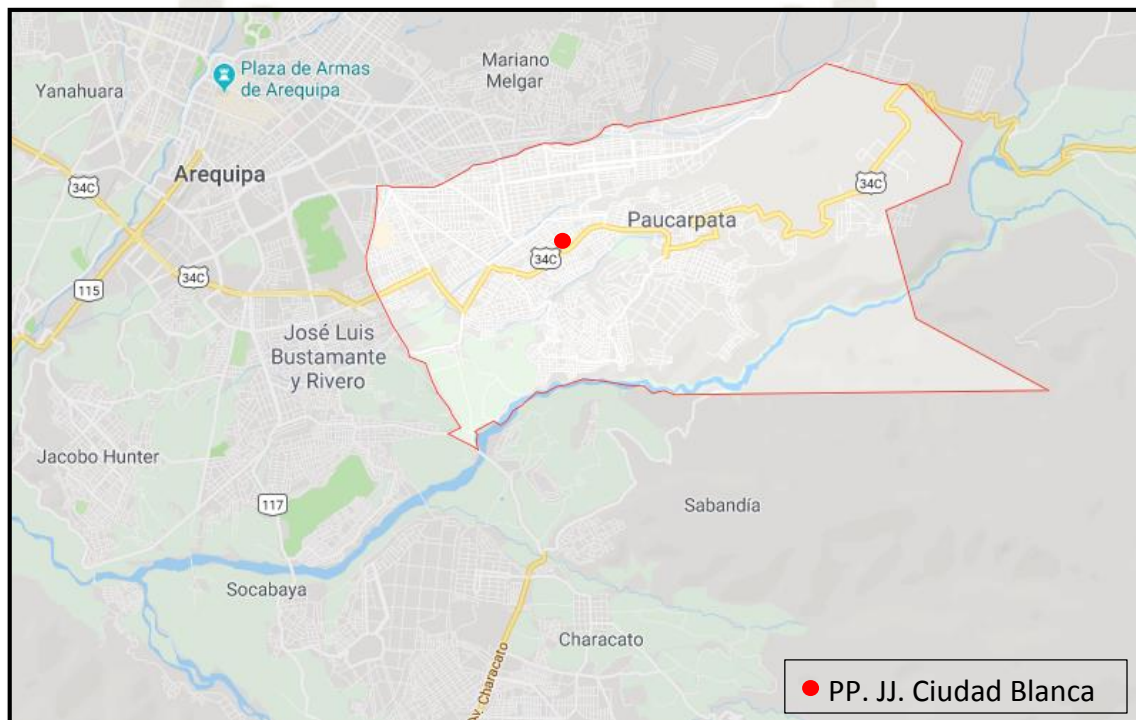


Figura 56: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: (Google Maps, 2019)

6.2 Fundación de la zona de estudio

Al igual que la mayoría de los asentamientos humanos, el PP. JJ Ciudad Blanca fue asentado en la década de los setenta y ochenta, cuando el Perú vivía una inestabilidad política, social y económica. Las poblaciones de la sierra en consecuencia del terrorismo, olvidados por los gobernantes y en busca de mejores oportunidades migran hacia la ciudad, pero al no contar con viviendas las personas tenían dos opciones: obtener una propiedad legalmente o por el contrario ocupar terrenos de forma ilegal y crear asentamientos humanos. Ya sabemos cuál es la decisión que se tomó y hasta la actualidad seguimos en este sistema de conseguir viviendas.

Según un estudio realizado por la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de San Martín de Porres filial Arequipa se cree que el 80% de las viviendas son construidas sin un asesoramiento técnico (autoconstruidas).

6.3 Tipo de suelo de la zona de estudio

Arequipa no cuenta con una microzonificación de los tipos de suelos, se han elaborado solo en un nivel teórico apoyados en el tipo de la unidad geológica y la información recopilada de los estudios de suelos realizados en el pasado.

De acuerdo a esta macro zonificación, la zona de estudio se encuentra ubicada en un suelo *semiduro* por lo cual la respuesta ante un terremoto sería regular y el colapso de las edificaciones depende en gran medida del tipo y calidad de construcción que tengan. Se tiene presente que algunas zonas son construidas en suelos más inestables como rellenos sanitarios, quebradas y terrenos con alta pendiente.

6.4 Delimitación de la zona de estudio

La zona de estudio gira alrededor del complejo deportivo de Ciudad Blanca, con coordenadas UTM 16° 25'04'' Sur y 71° 29'18'' Oeste. Se puede tomar como referencia la comisaría y centro salud de Ciudad Blanca. En la Figura N°58 se enmarca con color amarillo toda la zona de estudio y sus límites son los siguientes.

- **Norte:** Calle Túpac Amaru.
- **Sur:** Avenida Jesús.
- **Este:** Calle revolución y pasaje los olivos.
- **Oeste:** Calle estrellas, federación y 3 de octubre.



Figura 57: Vista satelital de la zona estudiada.

Fuente: (Google Earth, 2019)

Precedente a las salidas de campo, se delimito la zona de estudio con el fin de facilitar la toma de datos. El area de estudio tiene aproximadamente 144 194 m². Se dividió en tres zonas (Figura °59), las zonas son lo suficientemente grandes como para obtener resultados confiables. Estas zonas agrupan manzanas y las manzanas los lotes. A continuación, se describe cada zona.

- **Zona 1:** Cuenta con 9 manzanas y 129 lotes. Con una pendiente baja.
- **Zona 2:** Cuenta con 12 manzanas y 248 lotes. Con una pendiente media.
- **Zona 3:** Cuenta con 9 manzanas y 197. Con una pendiente alta.

El total de viviendas de las tres zonas es de 574, con esta cantidad de viviendas se podra apreciar todas las bondades del metodo planteado para evaluar la vulnerabilidad sismica.



Figura 58: División de la zona de estudio en tres zonas.

Fuente: (Google Maps, 2019)

Los planos de catastro de la zona de estudio se obtuvieron de la oficina de *obras e infraestructura* de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, para lo cual se tuvo que presentar una Solicitud (FUT). Cabe mencionar que la municipalidad no cuenta con una oficina propiamente de catastro, debido a que no tiene suficiente presupuesto, en consecuencia, tiene deficiencias para actualizar las nuevas construcciones. Estas limitaciones hacen que sea difícil una fiscalización urbana, control urbano, seguridad ciudadana y sobre todo la prevención de desastres el cual es tema de interés para esta investigación.

Es importante mencionar que, por encargo del gobierno del Presidente del Perú, Martín Vizcarra en marco del DL 30711 otorga a COFOPRI una serie de responsabilidades relacionadas al Catastro Urbano Nacional. Es por eso que se crea Geo Lacta que brinda información de las viviendas de todo el país. Geo Lacta es una plataforma virtual que tiene información cualitativa y cuantitativa sobre predios de todo el país. Sin embargo, como fue creada recientemente tampoco cuenta con los planos catastrales del Distrito de Paucarpata.

6.5 Salidas de campo

Para las salidas de campo fueron necesarios 31 días, se inició el lunes 11 de febrero del 2019 y terminó el 14 de marzo del 2019. El horario en que se ejecutó la encuesta fue desde las 7.00 a.m. hasta 6.00 p.m. Para la encuesta fue necesario una adecuada identificación, con chalecos que identifican a la Universidad Católica de Santa María y se usó tarjetas de identificación (fotocheck). El encuestador fue Juan Emerson Ramos Bautista (tesista).

Aun cuando se contaba con la adecuada identificación algunos propietarios tenían ciertas dudas sobre las encuestas en general, algunos se negaron a la encuesta y también resaltar que hubo ciudadanos que brindaron la información muy amablemente.



Figura 59: Ejemplo de vivienda encuestada.

Fuente: Fotografía propia

El flujo de trabajo para cada zona iniciaba con la inspección visual de todas las manzanas a encuestar, luego se escogía una manzana, de donde se tomaba la mayor cantidad de información posible, para después pasar a otras manzanas. Se usaron planos catastrales donde esta enumerado cada edificación. La encuesta como tal comenzaba cuando se tocaba las puertas de las viviendas y si el propietario accedía con la encuesta, se marcaba en el plano de catastro la vivienda y se procedía con la encuesta. Luego se continuaba con la vivienda siguiente y así sucesivamente. Las viviendas donde no se encontraba el propietario se marcaban con otro color para regresar en otro horario. De esta manera se prosiguió con la encuesta en la primera zona, pasando de ahí a la segunda zona y finalmente a la tercera zona.

La encuesta se inició en la zona 01, específicamente en la manzana Q al costado de la comisaria y posta del PP. JJ. Ciudad Blanca. Al inicio el optimismo fue bastante alto, sin embargo, a medida que transcurría la encuesta en las viviendas, se pudo observar que gran parte de la población tiene mucho recelo sobre encuestas; el ciudadano tiene temor de que se trate de préstamos bancarios, estafas y sobre todo lo relacionado a la seguridad de sus viviendas de sufrir posibles robos. Debido a los factores mencionados anteriormente algunas de las personas accedieron brindar información y la inspección respectiva de la vivienda con la condición de no dar información de sus datos personales, en el mejor de los casos se tomaba datos de los apellidos de la familia que residía en la vivienda. En cuanto a la fotografía se tuvo mayores problemas, los propietarios pocas veces accedían a tomar fotografías de sus domicilios, esto indicando que esas fotografías puedan ser usadas con otros fines. En viviendas donde no se encontraba el propietario fue necesario regresar en otro horario o al día siguiente, sin embargo, hay casos en los que no se pudo encontrar al propietario en el horario de encuesta, en estos casos se trató de recabar la mayor cantidad de información desde la calle.

Para tener mejor aceptación se optó por dar presentes a los propietarios de las viviendas; se obsequiaron productos como; papel higiénico, lavavajillas, detergente y champo. Con esta estrategia se obtuvo mejores resultados.

Es importante mencionar las dificultades encontradas en la encuesta, estas se mencionan a continuación.

- Miedo a las encuestas por parte de algunos propietarios.
- No se encontró a los propietarios en sus viviendas al momento de la visita técnica.
- Negativa para el acceso a las viviendas.
- Los planos de catastro brindados por la Municipalidad Distrital de Paucarpata en muchos casos no correspondían a la realidad.
- Dificultad para acceder a diferentes ambientes de las viviendas.
- Fichas de encuesta imprecisas debido al desconocimiento o falta de memoria del propietario de la vivienda. Casos donde el propietario actual compró la vivienda, hijos que no saben los datos exactos sobre la construcción.

CAPITULO 7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Luego del trabajo de campo, en este capítulo se muestran el análisis de los datos recolectados de las viviendas y evaluaremos la vulnerabilidad sísmica.

En este capítulo describiremos los hallazgos encontrados durante la investigación; análisis descriptivo, cuantitativo y cualitativo. Para tal efecto la información se va reducir a unidades elementales que sean fácilmente comprensibles y analizables.

7.1 Tipo de estadística y tamaño de muestra

Para esta investigación se usa la estadística descriptiva o deductiva que se encarga de recolectar, clasificar, ordenar, analizar y representar los datos para obtener las características principales de las viviendas. También se usa herramientas de medida central; como la media, moda y mediana.

Se cuenta con una muestra de 574 viviendas, que se obtuvieron del PP.JJ. Ciudad Blanca. La selección de la zona de estudio no obedece a ningún patrón, es de forma aleatoria. Sin embargo, representa las típicas viviendas existentes en la Ciudad de Arequipa.

En los datos obtenidos se cuenta con información completa, como también información deficiente y nula. Para tal efecto, se usó el análisis cuantitativo; así, se inició con la depuración de datos con el propósito de arreglar inconsistencias que puedan tener los registros, tales como, datos incorrectos o duplicados. De igual forma, se eliminan los datos atípicos que son factores normales del proceso de una investigación. Luego se procesa los datos mediante la estadística descriptiva para finalmente interpretar los resultados, donde se enfatiza la importancia de la investigación. Los resultados de este análisis en los siguientes párrafos.

7.2 Elaboración del Sistema de Información Geográfica (GIS)

Para lograr nuestro objetivo final de elaborar escenarios de daños sísmicos (EDS) es necesario contar con mapas de catastro en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente se tuvo deficiencias en cuanto a los mapas de catastro del PP. JJ. Ciudad Blanca y en general de todo el distrito de Paucarpata. Por esta razón fue necesario convertir los planos que se contaban en el formato DraWinG (DWG) al formato GIS.

En un sistema GIS resulta mucho más fácil gestionar grandes cantidades de información. Esta información está referenciada y es tratada mediante códigos que se asigna a cada vivienda. En nuestro entorno se cuenta con muchos programas y para esta tesis de investigación se decidió utilizar el sistema de información geográfica ESRI, más conocido como ArcGis. A continuación, se mencionan los pasos utilizados para el tratamiento GIS.

- Conversión de datos catastrales de formato DWG a SHP.
- Georreferenciación de los datos catastrales.
- Creación de Base de Datos Catastrales (Geodatabase, feature dataset y feature class).
- Importación de capas a base de datos.
- Corrección de los predios (topología).
- Actualización y codificación de los predios.

Todos los pasos anteriormente mencionados son para convertir el catastro que se encuentra en formato DWG a un formato SHP. Luego para poder usar el ArcGis es necesario tener los siguientes ficheros.

- ✓ **fichero.shp** Almacena la información geométrica de los predios, que está constituido por puntos, líneas y polígonos, cada una georreferenciada. Y también almacena la codificación asignada a cada predio.
- ✓ **Fichero.gdb** Es la base de datos donde se registran los atributos de los predios; el catastro está agrupado en tres grupos, los LOTES, las MANZANAS y las ZONAS.
- ✓ **Ficheros OLE DB.odc** Contiene los datos obtenidos del análisis de vulnerabilidad de toda muestra. Es un archivo generado por ArcCatalog, que se vincula al gestor de datos de Microsoft Access. El cual extrae los datos de la hoja de Excel.

El archivo OLE DB se vincula con ArcGis y el ArcScene para construir los Escenarios de Daños Sísmicos (EDS).

- ✓ **Archivo accdb** Es un archivo que admite características en campos de categorías. Los cuales fueron usados para asignar a las edificaciones sus respectivas Clases de Vulnerabilidad y los Estados de Daños sufridos para cada escenario planteado.
- ✓ **Archivos de Base Map.** Son mapas de Google Maps y Google Earth, que se vinculan con el archivo de catastro de la zona de estudio.
- ✓ **Archivo TIN.** Es el archivo que contiene la topografía del terreno representada por curvas de nivel. Las curvas de nivel se extrajeron de Google Earth y se generaron con Global Mapper a una separación de 2 metros entre curvas de nivel.

Luego de tener cada uno de estos ficheros procedemos a crear un personal geodatabase (.mdb) denominado *clases de vulnerabilidad y escenarios de daños* el cual almacena toda la información de nuestro estudio. Los dominios se crean para cada edificación y para cada Escenario de Daños Sísmico (EDS). Finalmente se generan los mapas temáticos donde además de usar Google Maps y Google Earth, se crean mapas tridimensionales donde se aprecia la topografía del terreno y se extruden las viviendas con sus niveles correspondientes; se supone una altura de 2.60 por nivel.

7.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica

7.3.1 Asignación del tipo de sistema estructural

Para determinar el sistema estructural de las viviendas se usó la Tabla N° 17. Las fichas de encuesta recogieron la información necesaria para determinar los sistemas estructurales predominantes, para tal caso fue necesario la inspección visual de las viviendas (vulnerabilidad observada) y realizar las preguntas necesarias al propietario de la vivienda sobre los materiales empleados en la construcción, procedimiento constructivo, tipos de cimentación, etc. (vulnerabilidad no observada).

La información que se obtuvo en las fichas de encuesta se transfirió, almacenó, procesó y analizó en tablas de datos, para lo cual se utilizó el programa de Excel (Microsoft Office). Luego se transfirió los datos ya procesados al programa ACCESS (Microsoft Office) para almacenar en ficheros de gestor de datos, los cuales se vinculan con el programa ArcCatalog (ARCGIS). Cada vivienda se codifica con su código catastral determinado por el programa GYS, para que de este modo se mantenga las codificaciones entre todos los programas utilizados.

7.3.2 Resultados de tipos de sistemas estructurales

La fuerza de sacudida necesaria para que un edificio de muros de carga de sillar o bloquetas colapse no es la misma para una vivienda de muros de carga de albañilería estructural (ladrillos mecanizados). Por eso este parámetro de sistema estructural se usa como un análogo de vulnerabilidad sísmica.

Se define dos sistemas estructurales predominantes: concreto armado y albañilería, dentro de cada sistema se tiene varios tipos de edificaciones en función del material predominante en su construcción con sus índices de vulnerabilidad representativos.

El tamaño de la muestra para esta investigación fue de 574 viviendas y luego de análisis estadístico descriptivo, se presenta en la Tabla N° 30 y el gráfico de sector (Figura N° 61) de donde se puede afirmar que:

Tabla 31: Tipo de sistema estructural predominante en la zona de estudio.

Tipo de sistema estructural	Numero de edificaciones	%
A1	24	4
A2	16	3
A3	131	23
A4	369	64
A5	34	6
CA	0	0

Fuente: Elaboración propia

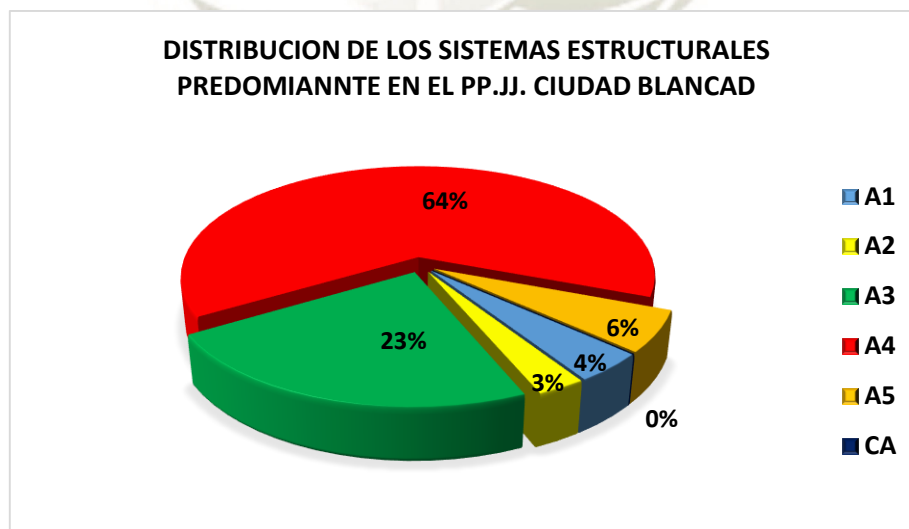


Figura 60: Distribución de los sistemas estructurales predominantes en el PP. JJ. Ciudad Blanca

Fuente: Elaboración propia.

- El 100% de las edificaciones evaluadas tiene como sistema estructural la albañilería.
- El 64% (369) de las edificaciones de la muestra son de tipo A4 (muros de carga de ladrillo artesanal).
- El 23% (131) de las edificaciones de la muestra son de tipo A3 (muros de carga mixto sillar-ladrillo-bloquetas).
- El 6% (34) de las edificaciones de la muestra son de tipo A5 (muros de carga de albañilería estructural-ladrillo mecanizado)
- El 4% (24) de las edificaciones de la muestra son de tipo A1 (muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina)
- El 3% (16) de las edificaciones de la muestra son de tipos A2 (muros de carga de sillar o bloquetas)

El PP. JJ Ciudad Blanca contiene construcciones heterogéneas donde la mayoría de las construcciones datan desde 40 años de antigüedad, edificadas con técnicas constructivas antiguas y materiales artesanales, fácilmente detectables. También hay edificaciones recientes con técnicas constructivas modernas, pero en menor cantidad.

Los materiales empleados en la construcción de las viviendas esta condicionados principalmente por la solvencia económica del propietario, un segundo factor es el avance tecnológico con el que fue elaborado el material de construcción.

El sistema estructural predominante de la zona estudiada es de tipo A4, que está conformada por ladrillos artesanales. El factor principal que incide a que se construya con este material, se debe a su bajo precio en comparación con los ladrillos mecanizados y debidos a que se comercializan en la mayoría de ferreterías de la zona. Otro factor importante es la directa relación que tienen los distribuidores o camioneros de ladrillos artesanales con los maestros de obra, es así que, al momento de realizar los metrados y escoger los materiales para la construcción, el maestro constructor es quien decide o recomienda al propietario que materiales comprar, entonces, por el bajo costo se decide por los ladrillos artesanales. En cuanto a los materiales que aún conserva en la zona de estudio son; el sillar y las bloquetas de concreto, estas construcciones son fáciles de reconocer debido a las paredes con mucho espesor y su uso también es condicionado por el factor económico y debido a su alto rendimiento en el asentado de muros. A medida del paso de los años y con las experiencias de los terremotos se incrementó el uso de nuevas técnicas constructivas y el uso de los ladrillos mecanizados.

Los avances más resaltantes que se pueden observar en las técnicas constructivas son; el mezclador de concreto, para las edificaciones más antiguas se preparaba a mano el concreto, por tanto, el mezclado no era homogéneo y no se lograba la resistencia deseada, en cambio, en la actualidad se usa máquinas de mezclado (trompo). Otro cambio significativo fue el uso de las máquinas de vibración del concreto para evitar tener cangrejas. También es importante mencionar los elevadores de concreto (winches) que facilitaban las construcciones de más de dos niveles, además de los equipos eléctricos para cortar el acero y la madera (amoladoras).

Un aspecto a destacar es que en las nuevas construcciones se tiene la tendencia de construir viviendas multifamiliares, donde las construcciones son más altas y donde el concreto armado toma mayor importancia, sustituyendo los muros de carga de ladrillo y sillar, sin embargo, este avance también trae consigo defectos con alto potencial daño; como son los pisos blandos y las columnas cortas, errores que no se están tomando en cuenta por los maestros constructores, puesto que estos temas deben ser tratados con la importancia que demanda.

7.3.3 Resultado de secuencia de construcción

Uno de los parámetros a tener en cuenta en la sección II de la ficha de encuesta es la secuencia de construcción de las edificaciones. Entonces de la muestra se puede afirmar.

Tabla 32: secuencia de construcción de las edificaciones analizadas.

Secuencia de construcción	Numero de edificaciones	%
Una vez todo	197	34
Dos etapas	293	51
Tres etapas	75	13
Cuatro etapas	9	2
Cinco etapas	0	0

Fuente: Elaboración propia

Secuencia de construcción de las edificaciones

- El 34% (197) de las edificaciones de la muestra se construyeron en una etapa.
- El 51% (293) de las edificaciones de la muestra se construyeron en dos etapas.
- El 13% (75) de las edificaciones de la muestra se construyeron en tres etapas.
- El 2% (9) de las edificaciones de la muestra se construyeron en cuatro etapas.

Según el cuadro estadístico el 34% de viviendas se construyen en una sola etapa, esta cantidad indica que el resto de las edificaciones tienen juntas frías en su estructura, posiblemente tienen aceros corroídos, empalmes en elementos estructurales, combinación de materiales, sobre carga en los nuevos pisos, etc.

Las viviendas que se construyen en varias etapas tienen características que se repiten; en el caso de un primer nivel, se construye desde la cimentación hasta que se levantan los muros de ladrillos, las columnas y se deja así hasta que más adelante se teche el aligerado de la edificación. En caso de las edificaciones de dos niveles, de igual forma se construyen en varias etapas, la primera parte hasta el aligerado del primer nivel, posteriormente el segundo nivel, donde se deja los muros y los aceros de los refuerzos de las columnas expuestas hasta techar el aligerado. De este modo se generan juntas frías en diferentes secciones de la edificación.

En la encuesta se preguntó a los propietarios el porqué de las construcciones por etapas; la razón principal viene a ser el factor económico, cada propietario construye sus viviendas de acuerdo a sus posibilidades económicas. El segundo factor más importante es las ampliaciones debido a que la familia se vuelve más numerosa con el pasar de los años, si en un principio era suficiente un nivel para acoger a todos los miembros de la familia con el pasar de los años es necesario ampliar la edificación para los nuevos miembros de la familia.

7.3.4 Resultados de número de pisos

Después de haber realizado un estudio estadístico descriptivo, se presentan los resultados de la primera sección (datos generales).

Tabla 33: Número de pisos de las edificaciones predominantes en el PP. JJ. Ciudad Blanca.

Número de pisos	Numero de Edificaciones	%
Uno	242	42
Dos	301	53
Tres	25	4
cuatro	6	1

Fuente: Elaboración propia.

- El 42% (242) de las edificaciones de la muestra son de 1 piso
- El 53% (301) de las edificaciones son de la muestra son de 2 pisos.
- El 4% (25) de las edificaciones de la muestra son de 3 pisos
- El 1% (6) de las edificaciones de la muestra son de 4 pisos

De este modo se observa del cuadro estadístico que el 95% de las viviendas son de 1 y 2 pisos, lo cual representa casi la totalidad de viviendas, podemos afirmar que son construcciones bajas. El 5% restante son de 3 y 4 pisos y no habiéndose encontrado viviendas superiores a los 5 pisos. Dentro de este orden de ideas cabe destacar que las edificaciones de menor altura son menos vulnerables sísmicamente. Las viviendas más bajas están constituidas por viviendas unifamiliares, en cambio, las edificaciones de mayor altura son viviendas multifamiliares y hoteles.

7.3.5 Resultado sobre si cuenta con planos la edificación

Los resultados que se muestran pertenecen a la sección I de datos generales; se afirma que:

Tabla 34: Numero de construcciones informales en el PP. JJ. Ciudad Blanca.

Cuenta con Planos	Numero de Edificaciones	%
Si cuenta	114	20
No cuenta	460	80

Fuente: Elaboración propia

- El 20% (114) de las edificaciones de la muestra cuentan con planos.
- El 80% (460) de las edificaciones de la muestra no cuenta con planos.

Las viviendas que cuentan con planos, fueron elaboradas en su mayoría por ingenieros civiles y arquitectos. También hay instituciones públicas que se encargaron de hacer los planos, tales como, banco de materiales, mi vivienda y techo propio. sin embargo, también hay viviendas que cuentan con planos, pero no tienen una firma del profesional responsable, estos fueron elaborados por ayudantes de ingenieros estructurales, estudiantes de ingeniería civil y arquitectura, técnicos de construcción civil y personas que se dedican a dibujar los planos (cadistas). En cuanto a las viviendas que no cuentan con planos, las edificaciones se construyeron según los criterios del maestro de obra y la forma de distribución que busca el propietario.

7.3.6 Resultados de modificaciones en la edificación

Los resultados sobre modificaciones en la edificación, pertenecen a la primera sección de la ficha de encuesta. Se afirma que.

Tabla 35: Modificaciones en las edificaciones del PP. JJ. Ciudad Blanca.

Modificaciones en la edificación	Numero de Edificaciones	%
Si	15	3
No	559	97

Fuente: Elaboración propia

- El 3% (15) de las edificaciones de la muestra tuvieron alguna modificación.
- El 97% (559) de las edificaciones de la muestra no tuvieron modificaciones.

En el resultado que se muestra para las viviendas con modificaciones indican distintos tipos de cambios: entre los más comunes es el de eliminar paredes para que sirva de entrada para la cochera, otra de las modificaciones más comunes es eliminar paredes para colocar una tienda comercial o restaurante. Las modificaciones para tiendas comerciales conllevan colocar grandes puertas, se perforan gran parte de la columna hasta llegar al acero para poder soldar las puertas, de este modo, se afecta al sistema estructural de la edificación. En cuanto a los restaurantes, se perfora la loza de techo o las paredes para colocar las chimeneas. En casos particulares las viviendas fueron modificadas para un uso industrial, tales como, la elaboración de calzado, taller de mecánica automotriz, taller de estructuras metálicas y carpinterías.

7.3.7 Resultados de la evaluación del índice de vulnerabilidad

Luego de aplicar el método de índice de vulnerabilidad, según sus tres parámetros: el sistema estructural de la edificación, los modificadores de las normas sísmicas y los parámetros que controlan el daño, se obtiene el índice de vulnerabilidad I_v de las 574 viviendas evaluadas del PP.JJ. Ciudad Blanca. Al tener resultados numéricos con distintas variables también se realiza un análisis de vulnerabilidad de tendencia central de los distintos sistemas estructurales, pero es más importante saber la vulnerabilidad de cada edificación.

- La vulnerabilidad media para el sistema estructural A1 es 0.868.
- La vulnerabilidad media para el sistema estructural A2 es 0.895.
- La vulnerabilidad media para el sistema estructural A3 es 0.910.
- La vulnerabilidad media para el sistema estructural A4 es 0.758.
- La vulnerabilidad media para el sistema estructural A5 es 0.456.

El promedio general del índice de vulnerabilidad de las 574 viviendas es de 0.777 que pertenece a la clase de vulnerabilidad B, lo cual indica que son altamente vulnerables. El índice de vulnerabilidad mínimo es 0.330 que pertenece a una vivienda de tipo A5 construida el 2019, en cambio la vivienda con el índice de vulnerabilidad más alto tiene un valor de 1.13, es de tipo A3 construida aproximadamente en 1990.

Cada vivienda tiene su índice de vulnerabilidad y para poder ordenarlo según las clases de vulnerabilidad se toma como referencia al autor Lagomarsino (RISK-UE, 2003) que plantea una correlación de clases de vulnerabilidad según el método de la EMS-98 que tienen el rango de 0 a 1 (valores cercanos a 0 menos vulnerable y valores cercanos a 1 más vulnerables). Los rangos preestablecidos del índice de vulnerabilidad I_v se muestran en la siguiente Tabla N°35.






Tabla 36: Clases de vulnerabilidad de la EMS-98 con índices de vulnerabilidad del método Risk-UE, 2003).

Clase de vulnerabilidad	Límite del índice de vulnerabilidad			
	I_v^-	I_v^-	I_v^+	I_v^{++}
A	0.78	0.86	0.94	1.02
B	0.62	0.70	0.78	0.86
C	0.46	0.54	0.62	0.70
D	0.30	0.38	0.46	0.54
E	0.14	0.22	0.30	0.38

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

Al contar con varios rangos de límites de vulnerabilidad, se decide realizar una interpolación ente la segunda y tercera columna, por ser valores intermedios. A continuación, se muestra la tabla que se usara para los límites de clases de vulnerabilidad del PP.JJ. Ciudad Blanca.

Tabla 37: Límites de las clases de vulnerabilidad para el PP.JJ Ciudad Blanca.

Clase de vulnerabilidad	Límites del índice de vulnerabilidad	color
Clase A	$I_v > 0.82$	
Clase B	$0.66 < I_v \leq 0.82$	
Clase C	$0.50 < I_v \leq 0.66$	
Clase D	$0.34 < I_v \leq 0.50$	
Clase E	$I_v \leq 0.34$	

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

Por lo tanto, luego de realizar el análisis estadístico descriptivo univariable del índice de vulnerabilidad de toda la muestra obtenemos la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa, entonces se afirma que:

Tabla 38: clases de vulnerabilidad para el PP.JJ Ciudad Blanca.

Clase de vulnerabilidad	Numero de edificaciones	%
Clase A	233	41
Clase B	267	47
Clase C	52	8
Clase D	19	3
Clase E	3	1

Fuente: Elaboración propia.

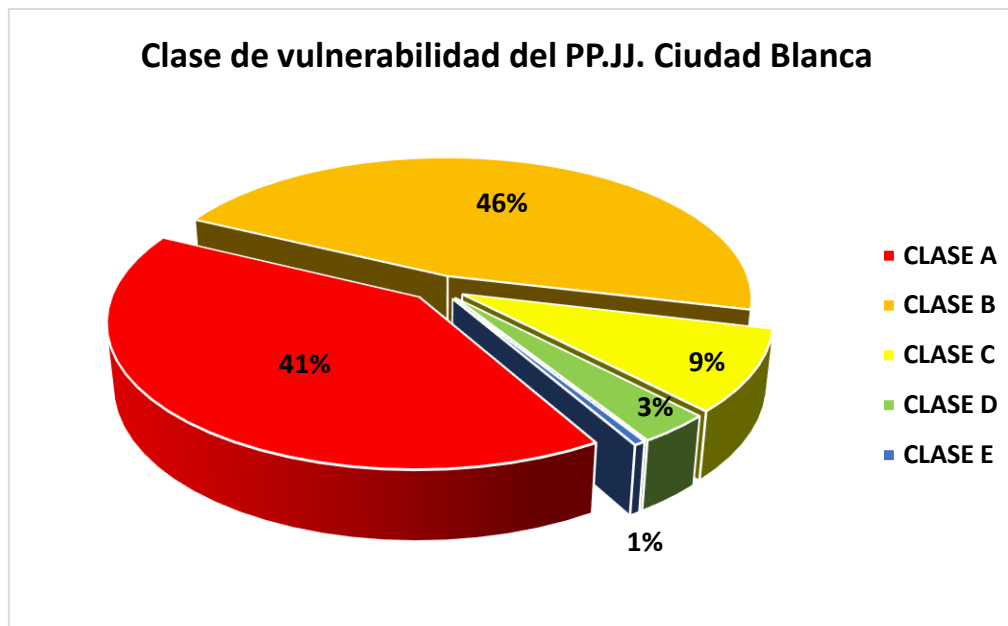


Figura 61: Análisis de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad blanca, en función de la vulnerabilidad EMS-98

Fuente: Elaboración propia

- El 47% (267) de las edificaciones de la muestra pertenecen a la clase B.
- El 41% (233) de las edificaciones de la muestra pertenecen a la clase A.
- EL 8% (52) de las edificaciones de la muestra pertenecen a la clase C.
- EL 3% (19) de las edificaciones de la muestra pertenecen a la clase D.
- El 1% (3) de las edificaciones de la muestra pertenecen a la clase E.

De acuerdo a los resultados anteriores la clase de vulnerabilidad predominante es la clase B, son edificaciones conformadas por tipos A3 y A4, esta clase de vulnerabilidad tiene valores con alto índice de vulnerabilidad. La clase A, es el segundo valor con la frecuencia relativa más grande, conformado por viviendas de tipos A1, A2 y A3. Se considera viviendas altamente vulnerables y el valor de 41% es igual de alarmante. Son viviendas construidas sin criterios sismo resistentes y con materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas de las normativas correspondientes. La clase C es la siguiente frecuencia relativa, es una clase con valores intermedios de vulnerabilidad sísmica, sin embargo, su porcentaje de participación es muy poca, debido a que son pocas las viviendas que se construyen adecuadamente. Al analizar la clase D y E sus porcentajes de participación son aun menores, estas clases de vulnerabilidad tienen un comportamiento adecuado cuando sucede un sismo,

pero el hecho de solo apenas contar con 22 viviendas de esta clase de un total de 574 es muy pequeño. Estos resultados son claros indicadores de los efectos que tendrá un probable sismo de regular a gran intensidad en la zona de estudio.

Para un mejor entendimiento sobre clases de vulnerabilidad sísmica, a continuación, se presenta el mapa de índice de vulnerabilidad según a la clase que le corresponde, los resultados presentados estadísticamente nos dan una idea de cómo están las construcciones de la zona de estudios, sin embargo, presentar un mapa resulta ser más didáctico, además se aprecia cuales son específicamente las zonas más vulnerables. Se muestran 574 viviendas con colores característicos para cada clase; para la clase de vulnerabilidad A se asigna el color rojo, la clase B con el color naranja, la clase C con el color amarillo, la clase D con el color verde, la clase E con el color celeste, la comisaría de color azul, el centro de salud de color rosado y las zonas de área verde y área libre como parques y losas deportivas de color verde oscuro.

Se presenta tres mapas: el primero es un mapa espacial con las clases de vulnerabilidad para cada vivienda (Figura N°63), el segundo mapa utiliza una georreferenciación con Google Maps; (Figura N°64) donde se aprecia el nombre de las calles, instituciones existentes y sobre todo la dirección exacta de cada edificación. El tercer mapa utiliza el Google Earth, (Figura N°65) se obtiene imágenes satelitales de donde se obtiene la cartográfica del terreno. y brinda otro tipo de información y percepción de la zona de estudio (Figura N°65).

MAPA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL PP.JJ. CIUDAD BLANCA

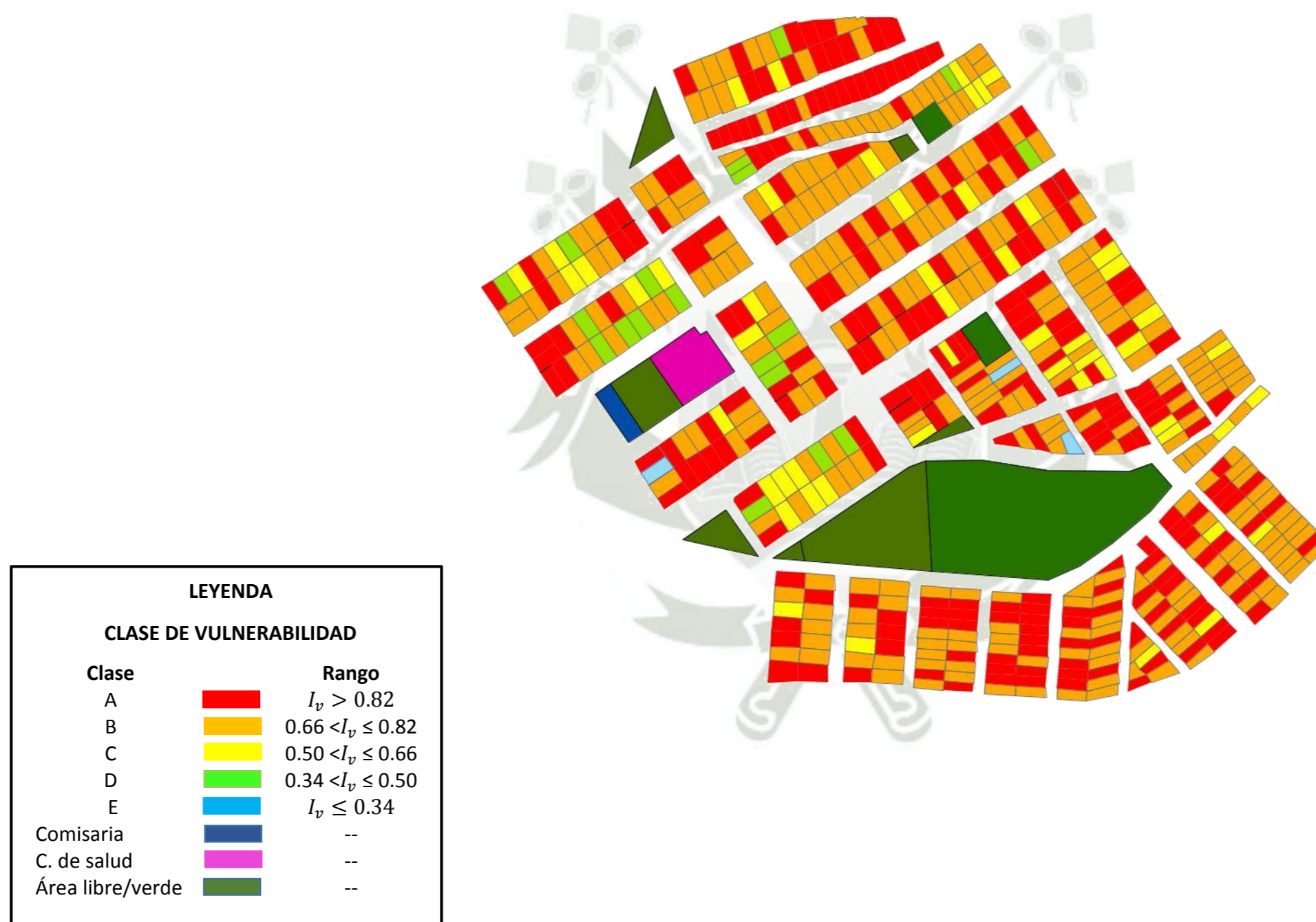


Figura 62: Mapa de clases de vulnerabilidad del pp. jj. Ciudad Blanca, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98.
Fuente: Elaboración propia

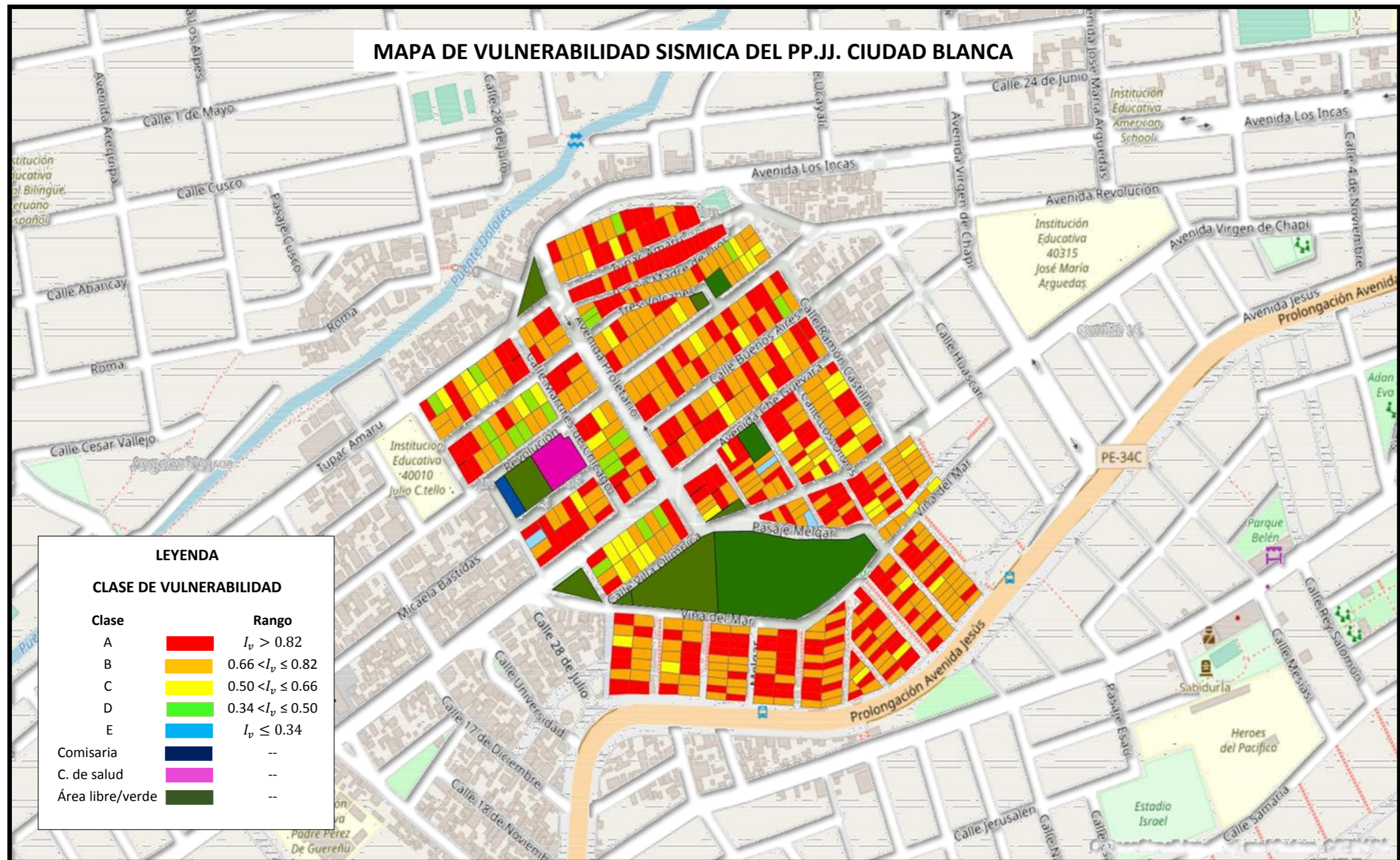


Figura 63: Mapa de clases de vulnerabilidad del pp. jj. Ciudad Blanca, con Google Maps, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98.

Fuente: Elaboración propia.

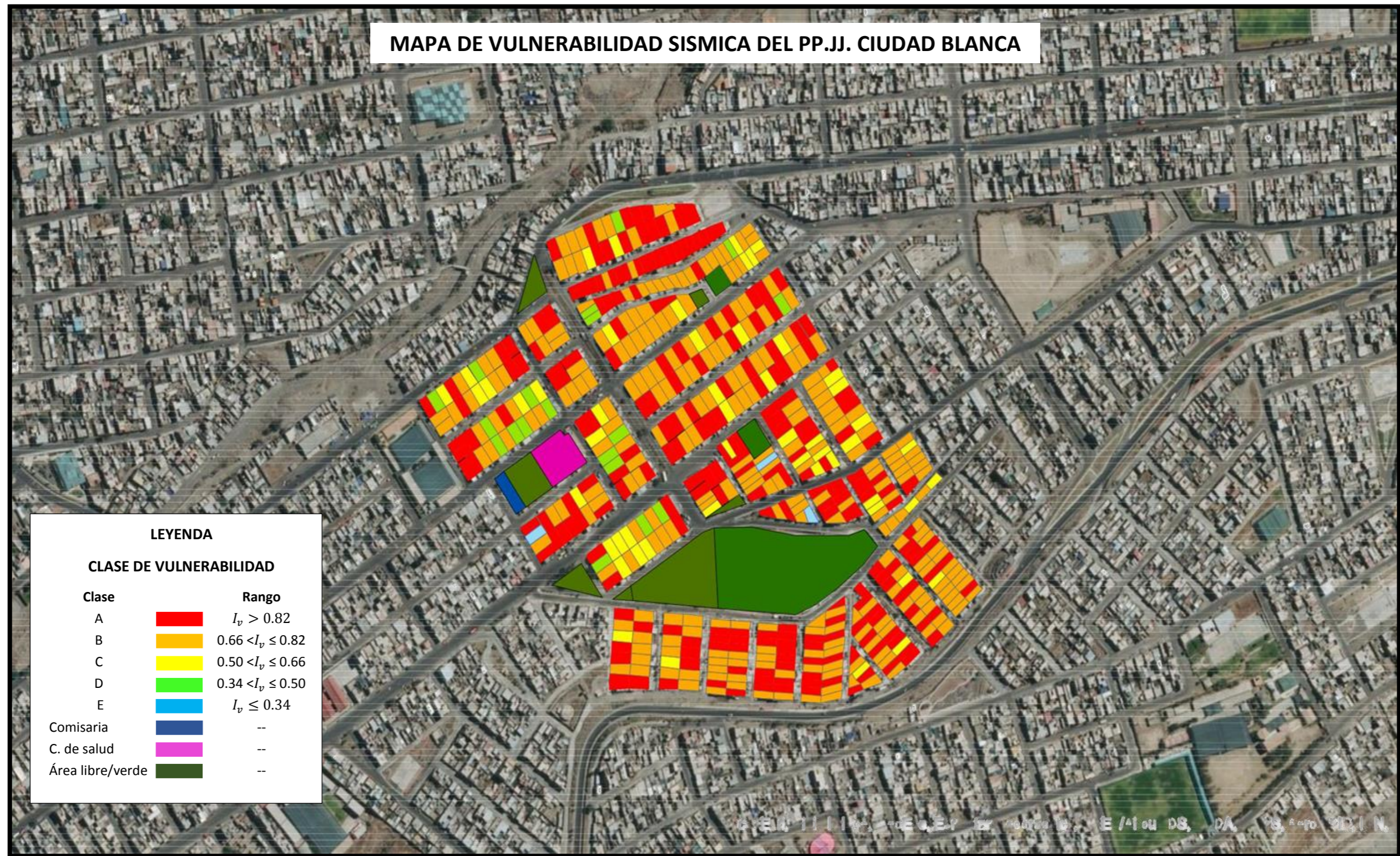


Figura 64: Mapa de clases de vulnerabilidad del PP. JJ. Ciudad Blanca, con Google Earth, en función al índice de vulnerabilidad de la EMS-98

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 8. ELABORACIÓN DE ESCENARIOS DE DAÑOS SÍSMICOS

Los terremotos no causarían pérdidas de vidas humanas si las edificaciones se construyeran acorde a los códigos sismo resistentes y no subestimaran el poder de la naturaleza.

Los Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) resultan ser muy valiosas para evaluar la distribución de daños y entender mejor el concepto de riesgo sísmico. Se considera una forma de evaluar el primer impacto de un sismo, por tanto, mide la capacidad de resistir y absorber el impacto de la población. Sin embargo, un EDS también tiene limitaciones, puesto que heredan las incertidumbres de las predicciones de las acciones sísmicas y la vulnerabilidad de las edificaciones. El daño sufrido por un terremoto puede evaluarse de distintas maneras; como puede ser el económico, el número de víctimas, líneas vitales afectadas, etc. En este capítulo se estudiará principalmente el daño sufrido por las edificaciones.

El objetivo principal de un escenario de daños sísmicos y atendiendo a los objetivos de esta tesis de investigación, es el de permitir a la población, entidades públicas y privadas, gestionar las emergencias de un terremoto, esto debido, a que es posible tener una vista preliminar de los efectos de un terremoto para una determinada intensidad. Antes de un terremoto se puede usar un EDS para realizar planes de contingencia, rutas de evacuación, puntos de reunión, zonas seguras, etc. Además, con lo anteriormente mencionado el nivel de intervención inmediata de los grupos de rescate, se hace más eficiente y se logra una correcta distribución de todo tipo de recursos en un corto plazo. Luego de ocurrido un EDS aún es útil para la ubicación de edificios que posiblemente necesiten demolición, reparación y el realojamiento de personas sin hogar.

8.1 Funciones de vulnerabilidad sísmica o curvas de fragilidad

Es una función matemática que expresa en forma continua la relación de intensidad del sismo probable con los estados de daño para cada tipo de sistema estructural, se elabora funciones de vulnerabilidad para cada edificación. La vulnerabilidad se obtiene mediante la vulnerabilidad observada (salidas al campo). Se utiliza la ecuación (9).

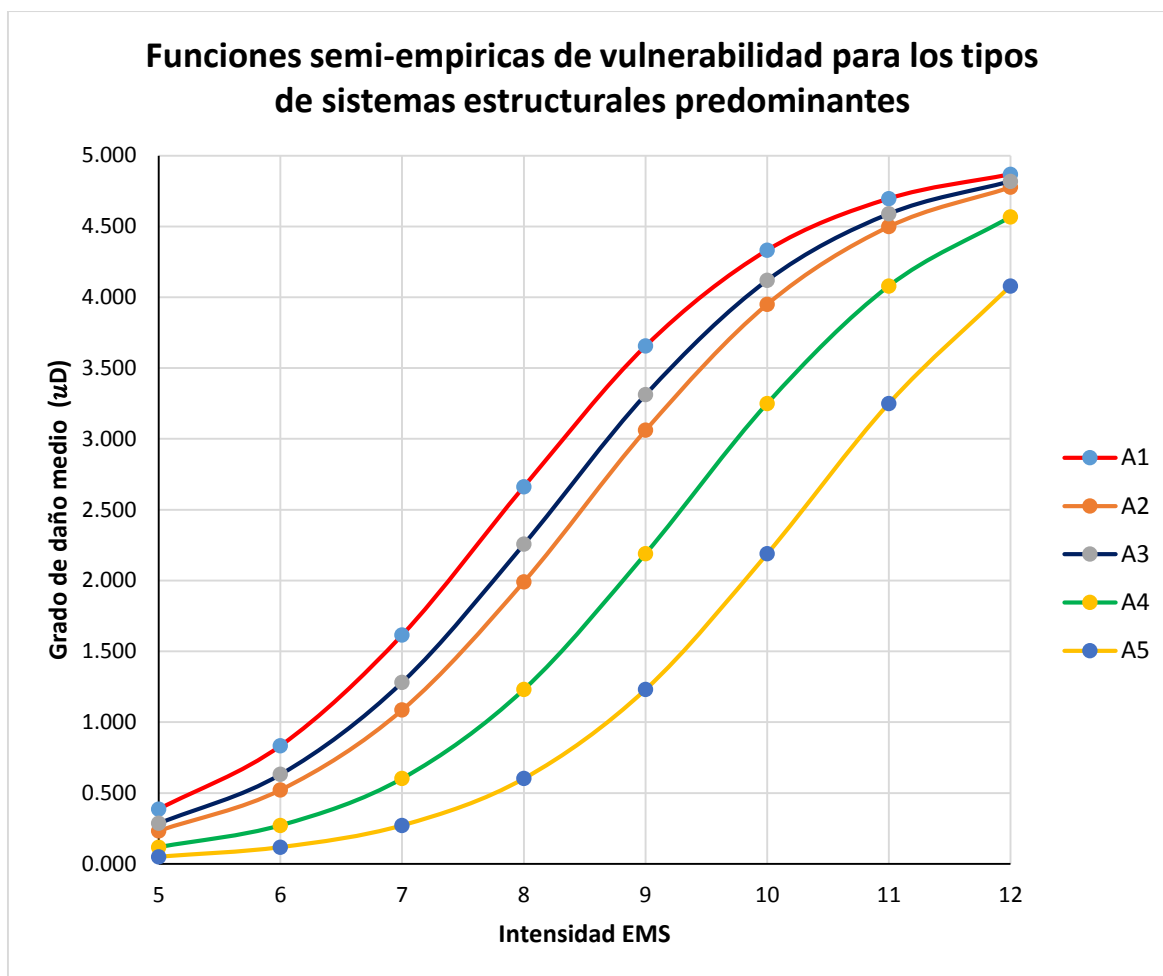


Figura 65: Funciones semi-empíricas de vulnerabilidad para los tipos de sistemas estructurales predominantes.

Fuente: Elaboración propia

De la gráfica de funciones semi-empíricas de vulnerabilidad de sistemas estructurales se observa que el sistema estructural A1 (muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina) es la función con más altos valores de grado de daño para cada una de las intensidades planteadas, esto debido a que son estructuras precarias, artesanales y no tienen gran capacidad de soportar las cargas laterales de los sismos de regular a gran intensidad. El segundo tipo de sistema estructural con más alto grado de daño es el tipo A3 (muros de carga mixto sillar-ladrillo-bloquetas), son estructuras que, debido a su variedad y mezcla de materiales en sus muros, son más vulnerabilidad, su comportamiento es difícil de predecir y analizar. El tercer tipo de sistema estructural con más daño es de tipo A2 (muros de carga de sillar o bloquetas, a pesar de que sus muros están construidos de un solo material tiene una vulnerabilidad alta debido a factores como: su tamaño, porosidad, peso, etc.

Por tanto, los valores de A3 y A2 no son muy diferentes. Siguiendo a la interpretación de a funciones de vulnerabilidad planteadas, el tipo A4 (muros de carga de ladrillo artesanal) tiene valores bajos de vulnerabilidad, son viviendas construidas por materiales homogéneos, sus comportamientos sísmicos se predicen de mejor manera y en general tienen un mejor comportamiento sísmico. Los de tipo A5 (muros de carga de albañilería estructural, ladrillos mecanizados) al igual forma que el A4 son materiales más predecibles y al ser fabricados con estándares y especificaciones de las normas hace que su comportamiento sea más óptimo y en consecuencia reduzca su vulnerabilidad.

8.2 Estimación del grado de daño

Para llegar a esta parte de la investigación fue necesario realizar la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones, el cual ya se mostró en capítulos anteriores. Como también ya se indicó anteriormente se tomó como referencia el Método del Índice de Vulnerabilidad que para este capítulo estima el grado de daño a partir del índice de vulnerabilidad de un edificio y la intensidad de sísmica esperada.

El grado de daño probable causado se calcula a partir de funciones de vulnerabilidad semi-empíricas, donde se correlaciona el índice de vulnerabilidad (I_v) de un determinado edificio y la intensidad esperada (I). Esta metodología, fue propuesta por Giovanazzi y Lagoamarsino (2002) y descrita por Milutinovic y Trendafiloski (2003). La ecuación se define así:

$$D_m = 2.5 \left[1 + \tanh \left(\frac{I + 6.25\bar{I}_v - 13.1}{2.3} \right) \right] \quad \dots (9)$$







La acción sísmica esperada se representa mediante una intensidad macro sísmica (I) y la edificación expuesta se representa por su índice de vulnerabilidad (I_v).

Existen otras formas de calcular el grado de daño el cual está asociado a la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los estados de daño, para esto se requiere el uso de matrices de probabilidad de daño y curvas de fragilidad. Es necesario contar con datos reales de sismos; sobre su intensidad y los daños causados, lo cual en nuestro ámbito no se cuenta. También resulta laborioso elaborar curvas de fragilidad para cada edificación con métodos sofisticados, de esta manera se emplea curvas y matrices empleadas por los autores anteriormente mencionados.

8.3 Correlación del grado de daño

Los valores que se obtienen de la función de vulnerabilidad sísmica se correlacionan según su grado de daño D_m . Estos pueden ser Nulo, Leve, Moderado, Grave, Muy grave y Colapso. Los grados de daños considerados toma como referencia la escala macro sísmica EMS-98.

Tabla 39: Correlación del grado de daño según la EMS-98

Color	Valor de D_m	Grado de Daño	Valoración
	0 - 0.54	0	Nulo
	0.56 - 1.49	1	Leve
	1.50 - 2.49	2	Moderado
	2.50 - 3.49	3	Grave
	3.50 - 4.49	4	Muy grave
	≥ 4.50	5	colapso

Fuente: Escala Macro Sísmica Europea (Gruntal, 1998)

8.4 Matrices de probabilidad de daño para el PP. JJ. Ciudad Blanca.

Las matrices de probabilidad de daño expresan en forma discreta, la probabilidad condicional de obtener un determinado nivel de daño, para cada tipo de estructura, sujeta a un sismo con un determinado nivel de severidad (Braga et al, 1986).

Se construye las matrices de probabilidad de daño para el pp. jj Ciudad Blanca. En primera instancia se calcula las matrices vulnerabilidad para cada una de las viviendas y luego se realiza un análisis estadístico de la zona de estudio. El análisis estadístico de cada vivienda se muestra en el Anexo E. A continuación, se muestra la matriz de probabilidad de daño tratada estadísticamente, donde se tiene un mejor entendimiento sobre el nivel de predisposición de las edificaciones ante un sismo.

Tabla 40: Matriz de probabilidad de daño para edificios de albañilería de PP. JJ. Ciudad blanca.

Grado de daño	MATRIZ DE PROBABILIDAD DE DAÑOS						
	Intensidad						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Nulo (0)	0.90	0.38	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00
Leve (1)	0.10	0.57	0.51	0.10	0.04	0	0.00
Moderado (2)	0.00	0.05	0.36	0.47	0.09	0.04	0.01
Grave (3)	0.00	0.00	0.05	0.36	0.47	0.09	0.03
Muy grave (4)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.40	0.71	0.28
Colapso (5)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.68

Fuente: Elaboración propia

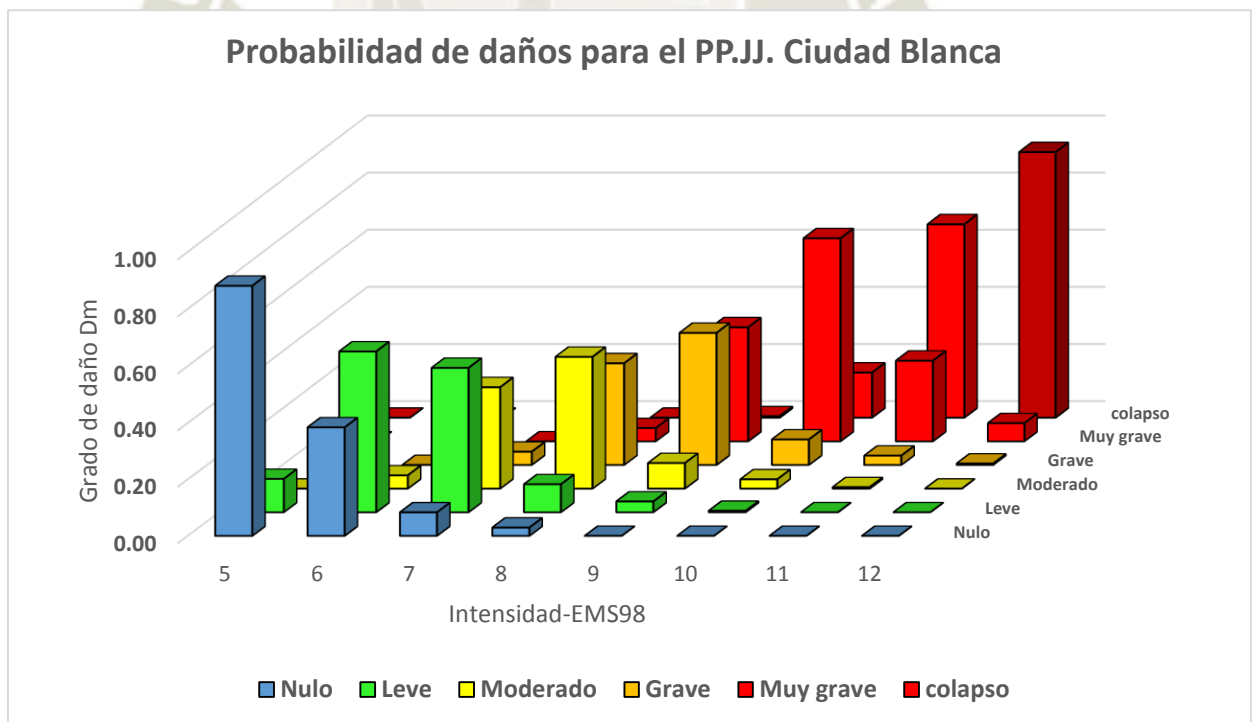


Figura 66: Correlación del daño para cada intensidad de la EMS-98.

Fuente: Elaboración propia

De la matriz de probabilidad de daños podemos afirmar que: para una intensidad de V, el 88% de las edificaciones de la muestra del PP. JJ. Ciudad Blanca tiene un daño Nulo; y el 12% un daño Leve, en ambos casos los edificios permanecen funcionales, son de ocupación inmediata y los daños no tienen ninguna relevancia.

En una intensidad probable de VI, el 57% de las edificaciones de las edificaciones de la muestra sufre un daño Leve; no hay daños estructurales y apenas posibles daños leves arquitectónicos, el 38% tiene daño Nulo.

Para una intensidad probable de VII, el 51% de las edificaciones sufre un daño leve y 36% un daño moderado; con daños estructurales leves y daños no estructurales moderados, se presentan caídas en los enlucidos y revestimientos.

Esperando una intensidad VIII, el 47% presenta daños moderados y el 36% daños graves, en este grado se presentan daños estructurales moderados; grietas en las columnas, grietas en la unión columnas viga, grietas en la base de los pórticos y problemas en los muros estructurales. Los daños no estructurales son graves, se desprenden parte de los enlucidos, grietas en tabiquerías de particiones y aisladas.

Para una intensidad IX, el 47% sufre un daño grave y el 40% sufre daños muy graves; presenta daños estructurales graves; grandes grietas en elementos estructurales con daños en el concreto por compresión y fallas en los estribos de las vigas, se pueden presentar inclinación de algunas columnas.

Para una intensidad X, el 71% de las edificaciones sufren daños muy graves y el 16% de las edificaciones colapsan. Para una intensidad de XI, el 28% de las edificaciones sufren daños muy graves y 68% de las edificaciones colapsan, de esta intensidad para adelante las edificaciones no son capaces de soportar las fuerzas del sismo y sufren daños muy graves y colapsan.

Con el objetivo de tener distintas perspectivas de los resultados la evaluación de los escenarios de daños se ha realizado el análisis estadístico de los estados de daño D_m en función del año en que fue construida la edificación y estas a su vez según la vigencia de las normas de diseño y construcción sismo resistente.

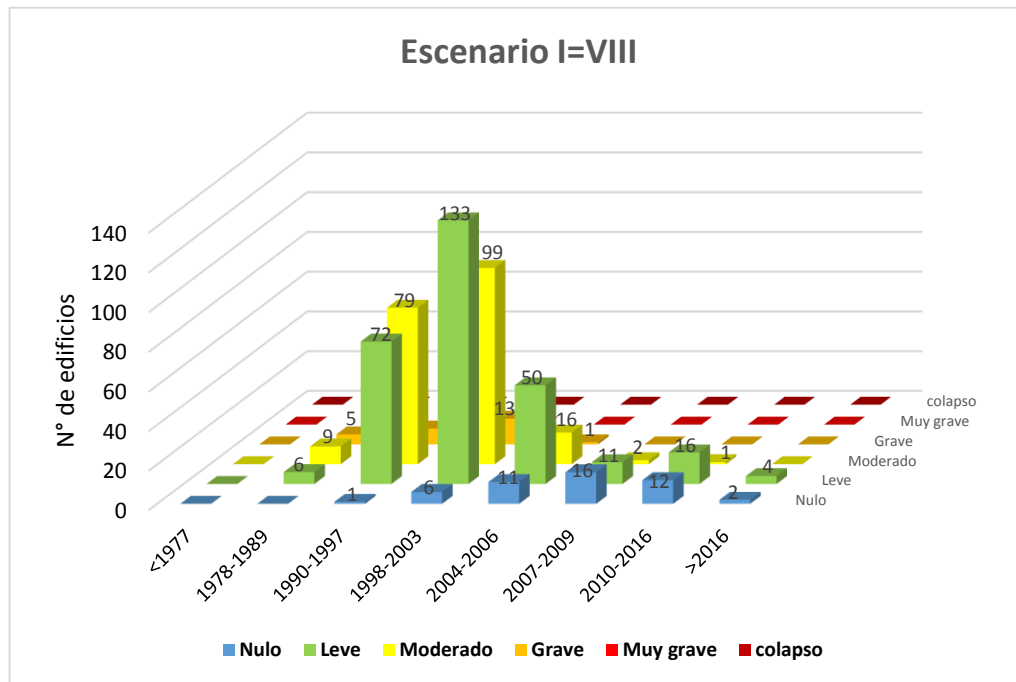


Figura 67: Numero de edificios dañados para un escenario de Intensidad VIII, en función del año de construcción de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia

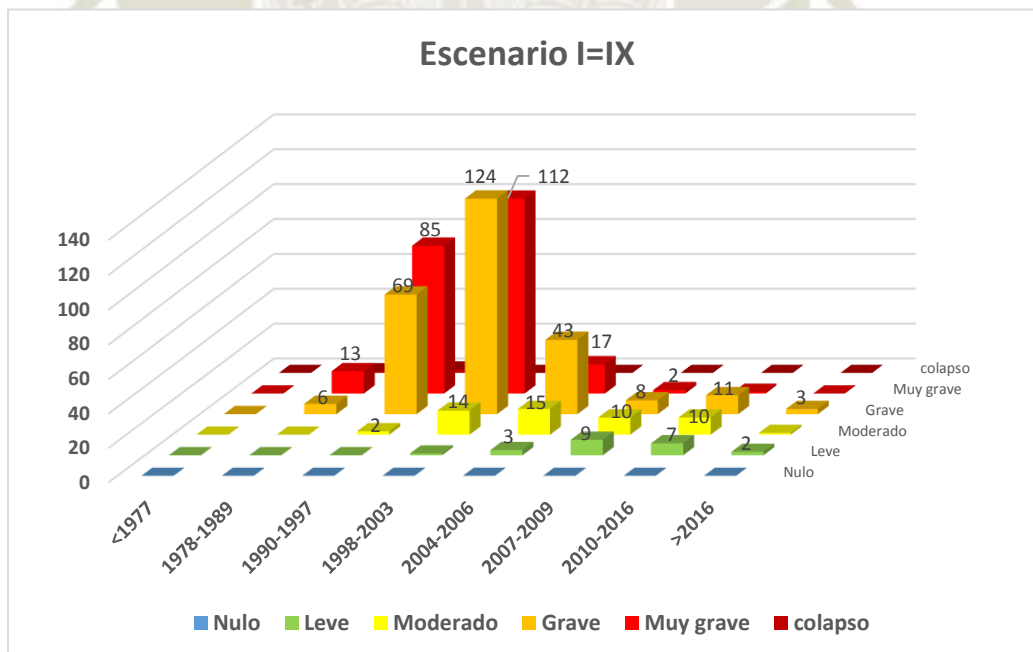


Figura 68: Numero de edificios dañados para un escenario de Intensidad VIII, en función del año de construcción de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

De las gráficas se afirma que las edificaciones que sufren más daño son las edificaciones que fueron construidas entre los años 1998 y 2003, con un porcentaje de 44% (251 viviendas), son viviendas construidas con ladrillos artesanales, sillares y bloques, edificaciones sin muchos criterios sísmo resistentes. En segundo lugar, las viviendas construidas entre 1990 y 1997 con 28% (158 viviendas), estas fueron las primeras edificaciones en construirse, puesto a que tiene relación con los inicios del PP. JJ. Ciudad Blanca, son construcciones muy precarias y de bajo nivel técnico, a esto se suma que las normas sísmicas vigentes en esos años tenían deficiencias. Como tercer lugar están las edificaciones construidas entre los años 2004-2006 con 14% (78 viviendas), a pesar de que se tuvo mejoras en las normas de diseño y construcción, estas edificaciones conservan las técnicas tradicionales o empíricas. Transmitir los conceptos de los nuevos criterios de conceptos sísmicos tardan más llegar a sectores donde predomina la construcción informal.

8.5 Escenarios de daños estimados para Ciudad Blanca.

Cumpliendo los objetivos planteados en esta tesis de investigación se presenta la distribución de los Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) para el PP. JJ. Ciudad Blanca. Anteriormente se presentó los resultados tratados estadísticamente y para su mejor comprensión se presenta la distribución espacial y tridimensional de los escenarios de daños para cada intensidad planteada.

Las intensidades que se plantean van desde V hasta XII, sin embargo, se puede tomar como una intensidad referencial, la misma intensidad del terremoto del 23 de junio del 2001 que fue de VII Y VIII según el informe presentado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Y para la intensidad probable un grado superior a la intensidad esperada, intensidad de IX.

ESCENARIOS DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

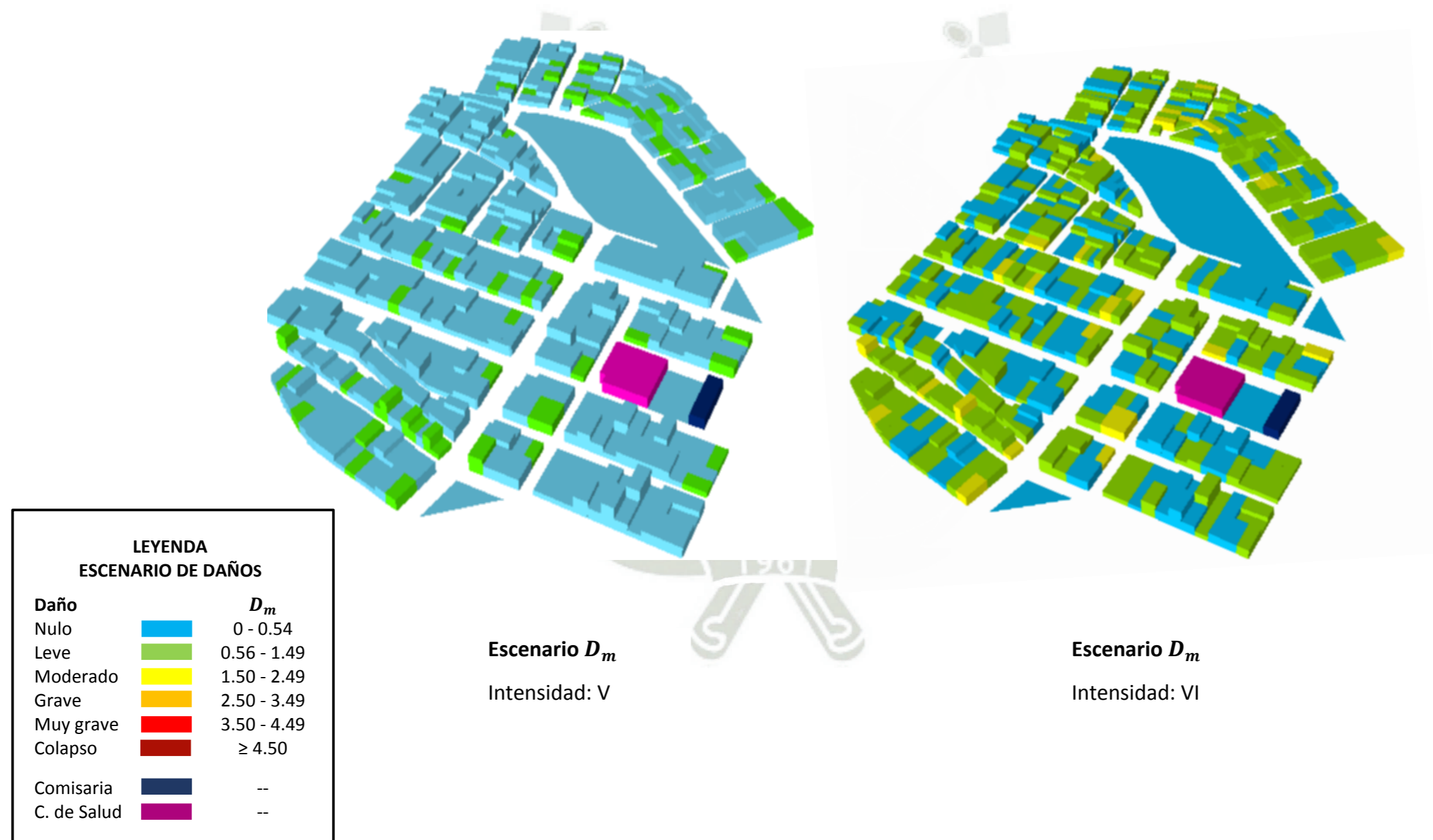


Figura 69: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de $I=V$ y $I=VI$, para el PP. JJ Ciudad Blanca.
Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

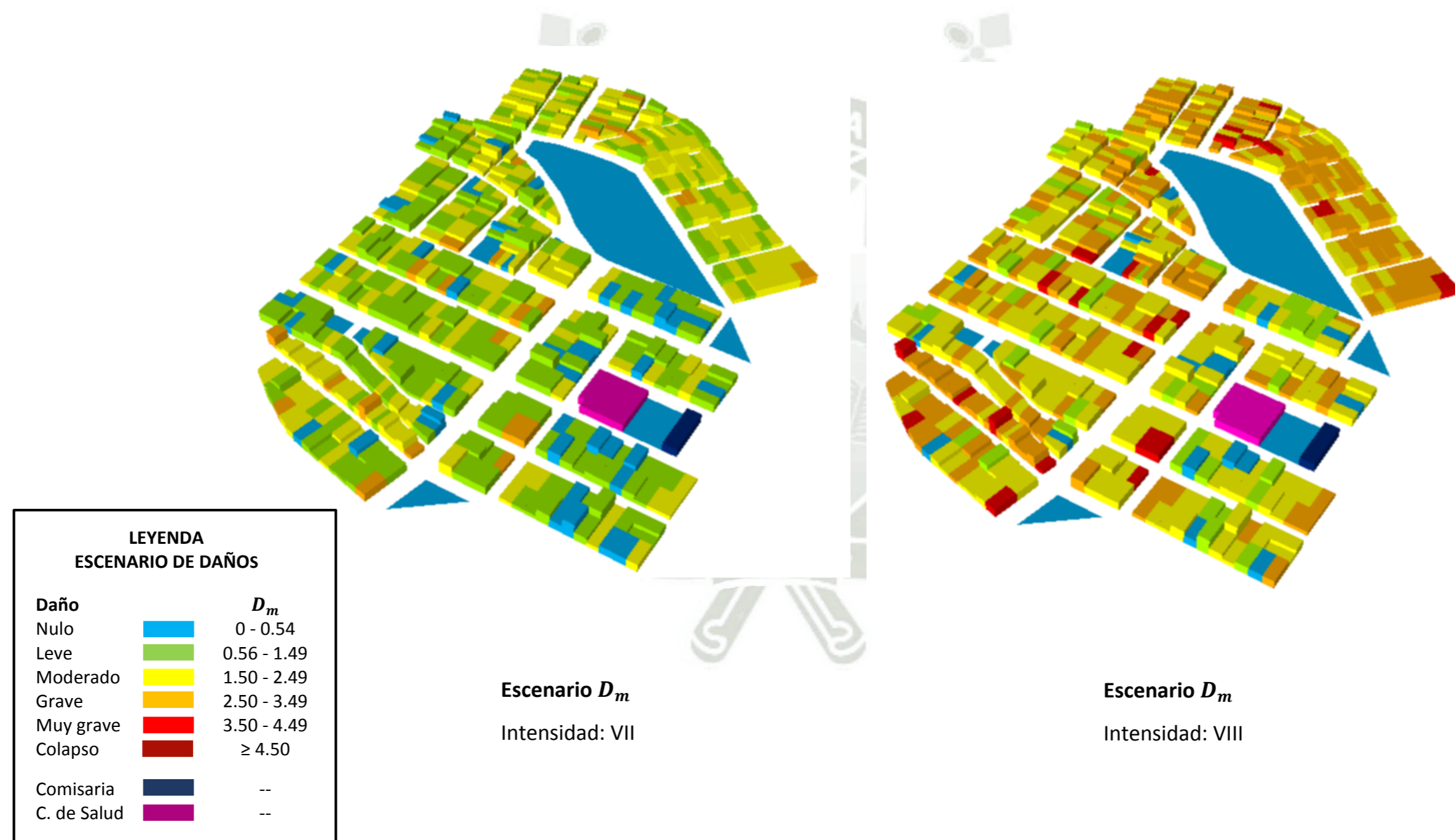


Figura 70: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de $I=VII$ y $I=VIII$, para el PP. JJ Ciudad Blanca.
Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA



Figura 71: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de I=VIII y I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

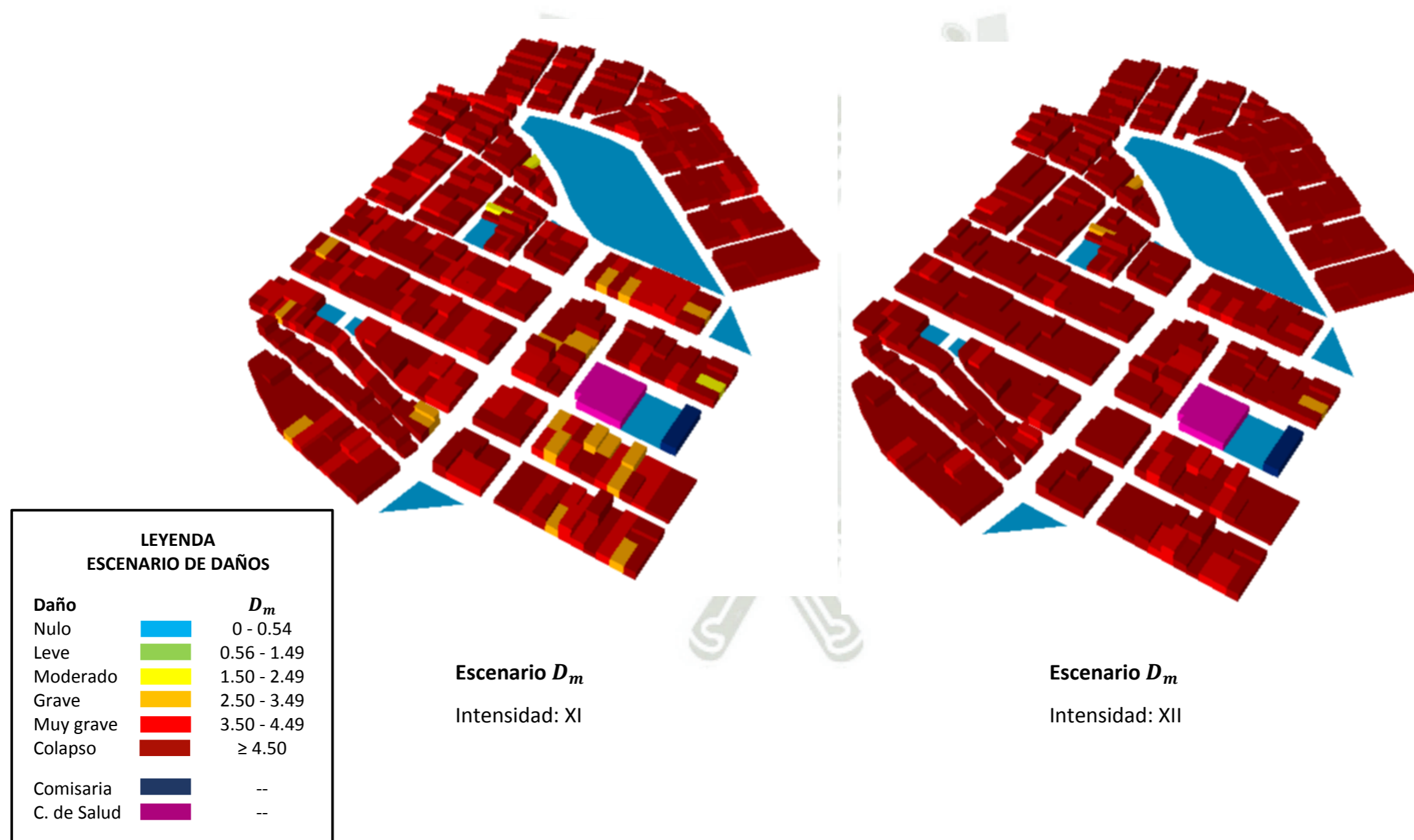


Figura 72: Distribución de daños sísmicos para los escenarios de $I=XI$ y $I=XII$, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia

ESCENARIO DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

ANALISIS CUALITATIVO

Z-02
Grado de daño **MEDIO**



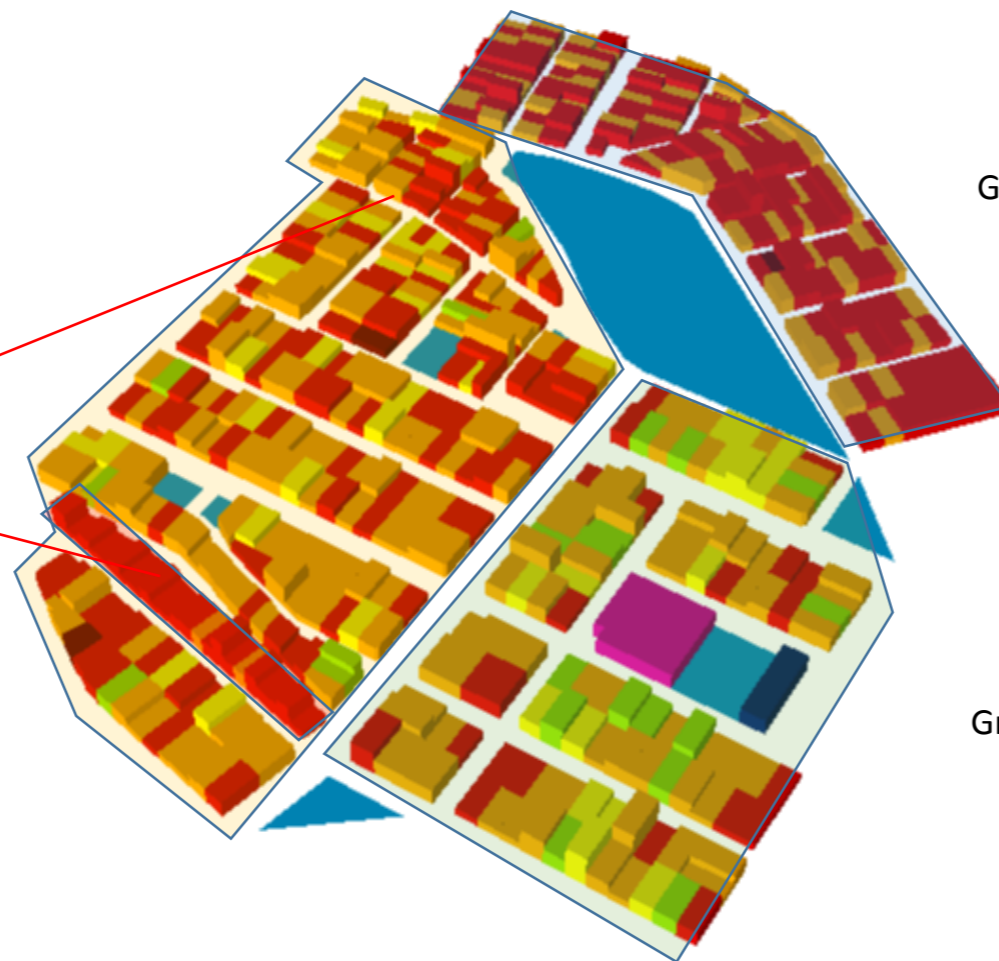
Grado de Daño **ALTO** en las manzanas **Q'** y en la **C4**



Z-03
Grado de daño media **ALTA**



Z-01
Grado de Daño **BAJO**



Escenario D_m

Intensidad: IX

LEYENDA ESCENARIO DE DAÑOS

Daño		D_m
Nulo		0 - 0.54
Leve		0.56 - 1.49
Moderado		1.50 - 2.49
Grave		2.50 - 3.49
Muy grave		3.50 - 4.49
Colapso		≥ 4.50
Comisaria		--
C. de Salud		--

Figura 73: Distribución de daños sísmicos para el escenario de $I=IX$, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia

PAN DE GESTION DE EMERGENCIAS SIMICAS APRA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

ANALISIS CUALITATIVO

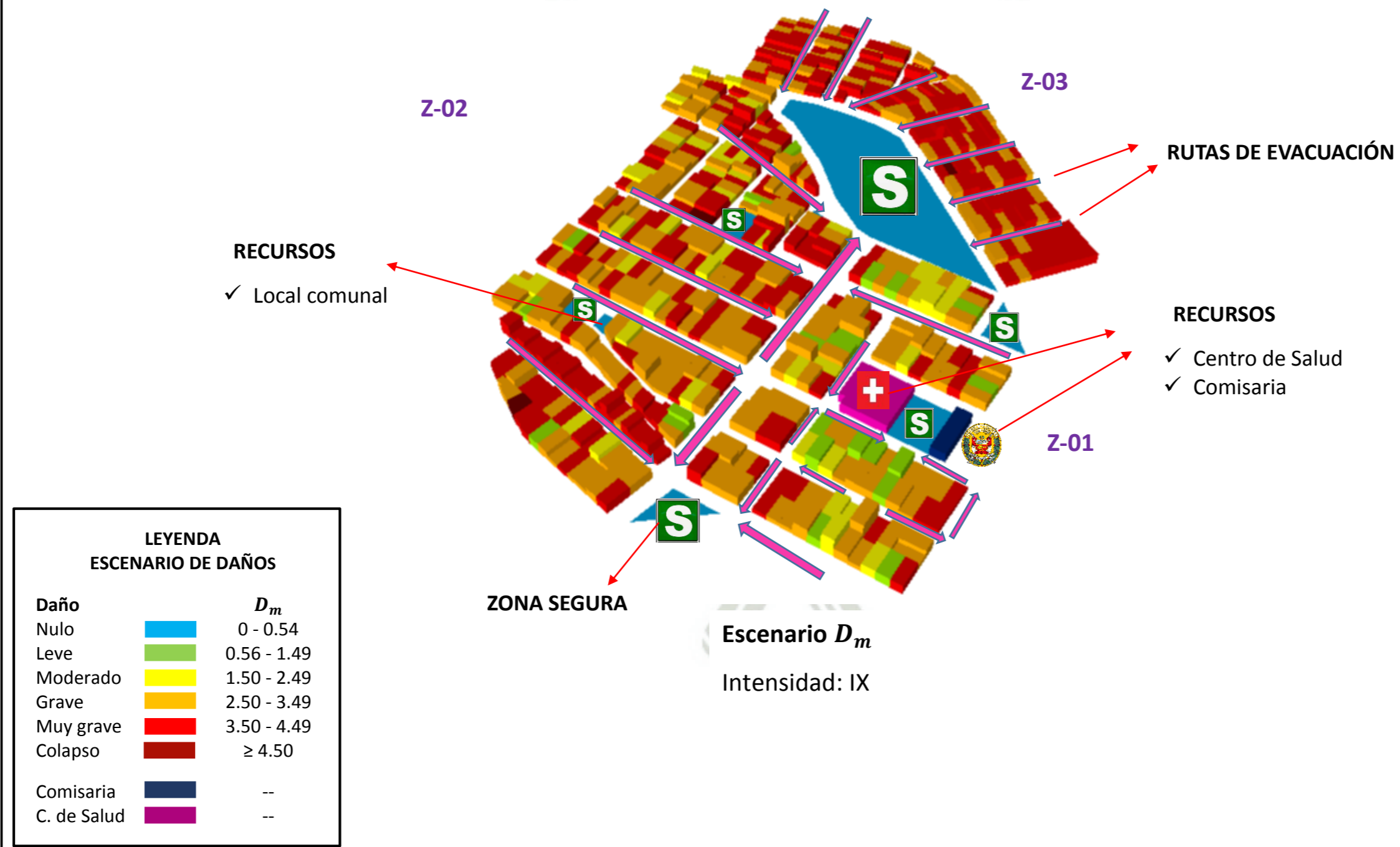
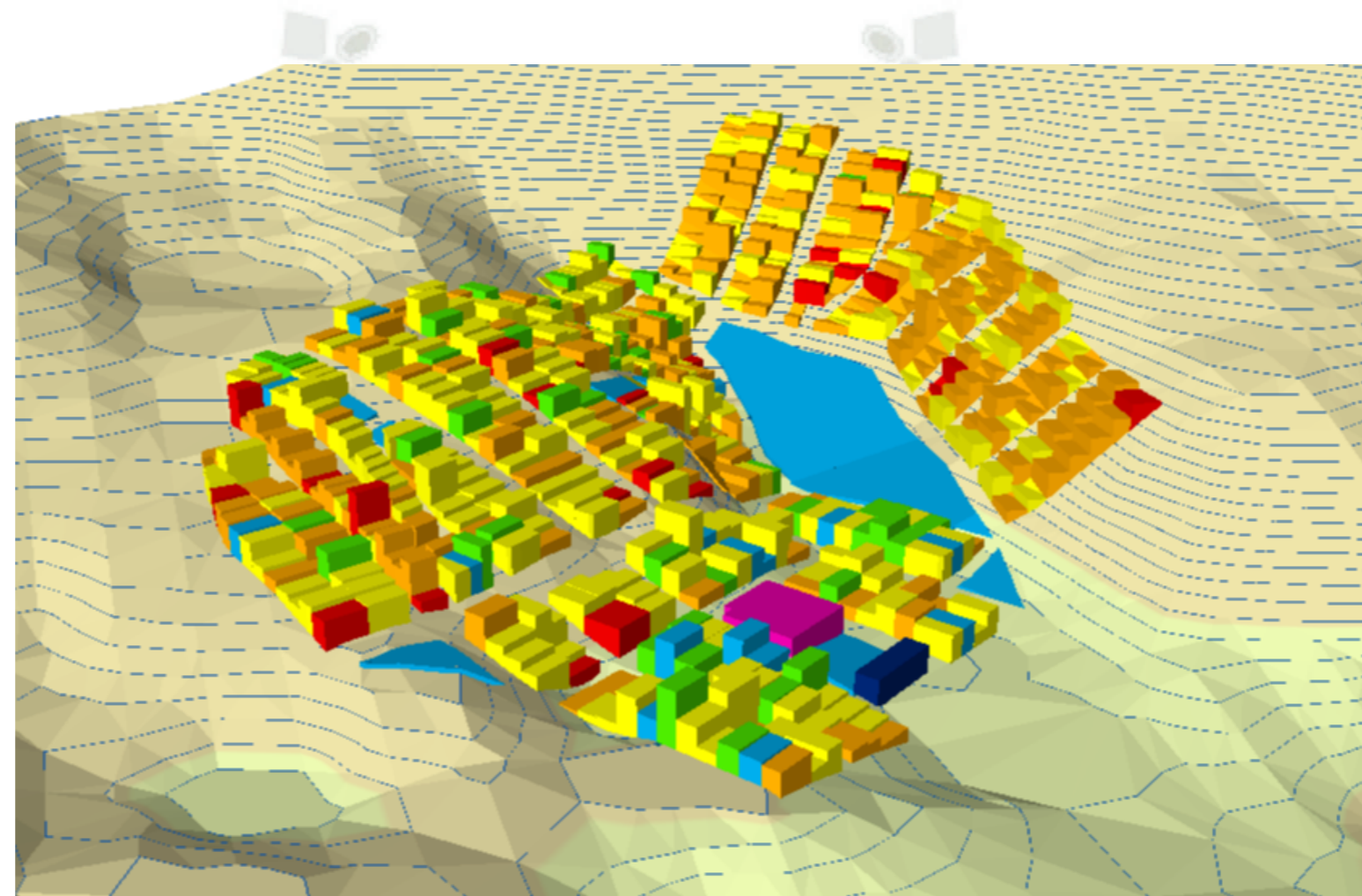


Figura 74: Distribución de daños sísmicos para el escenario de I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO TRIDIMENSIONAL DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA



LEYENDA ESCENARIO DE DAÑOS

Daño	D_m
Nulo	0 - 0.54
Leve	0.56 - 1.49
Moderado	1.50 - 2.49
Grave	2.50 - 3.49
Muy grave	3.50 - 4.49
Colapso	≥ 4.50
Comisaria	--
C. de Salud	--

Escenario 3D D_m

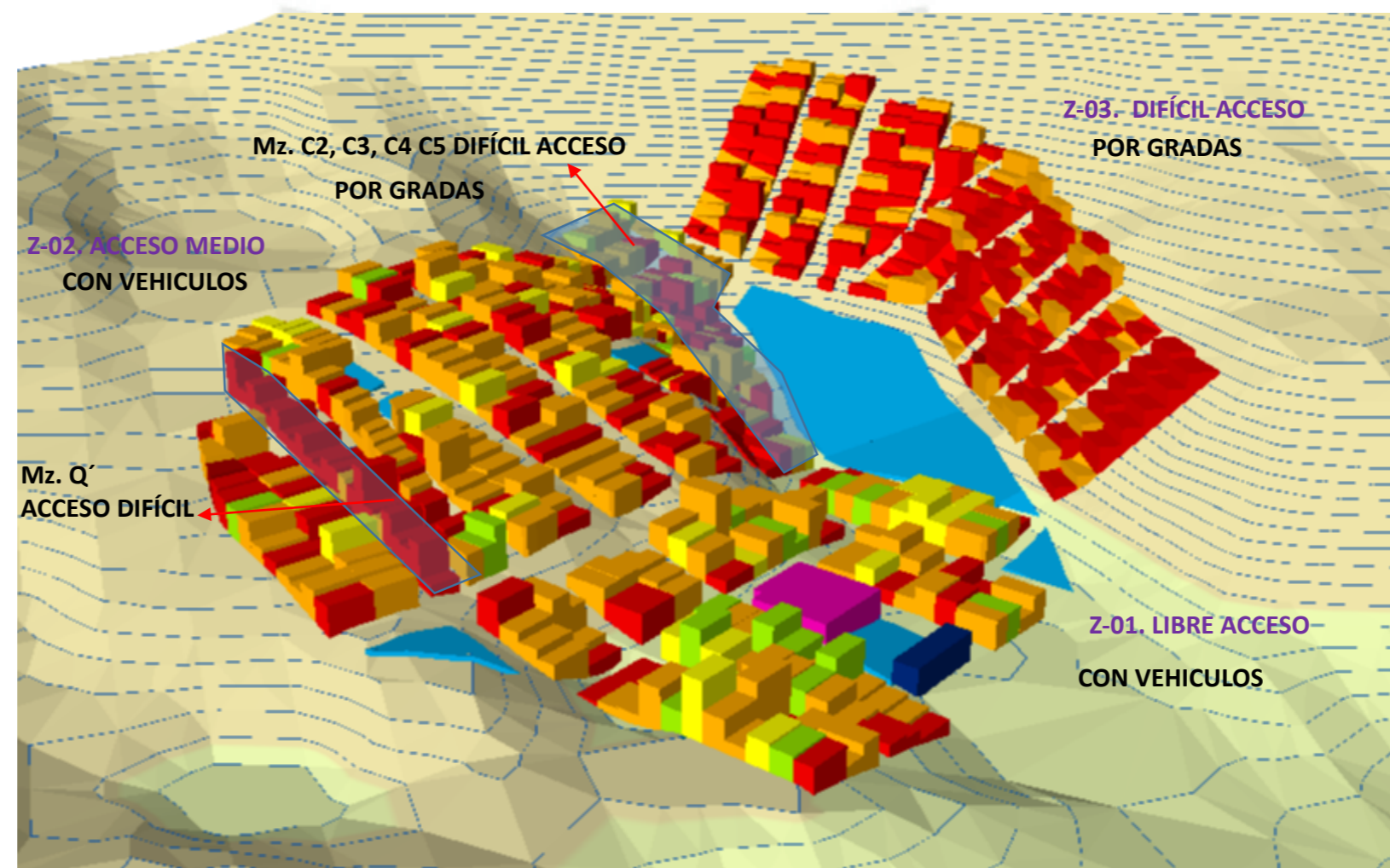
Intensidad: VIII

Figura 75: Distribución tridimensional de daños sísmicos para el escenario de I=VIII, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO DE DAÑOS SISMICOS PARA EL PP. JJ. CIUDAD BLANCA

ANALISIS CUALITATIVO



LEYENDA ESCENARIO DE DAÑOS

Daño	D_m
Nulo	0 - 0.54
Leve	0.56 - 1.49
Moderado	1.50 - 2.49
Grave	2.50 - 3.49
Muy grave	3.50 - 4.49
Colapso	≥ 4.50
Comisaria	--
C. de Salud	--

Escenario 3D D_m

Intensidad: IX

Figura 76: Distribución tridimensional de daños sísmicos para el escenario de I=IX, para el PP. JJ Ciudad Blanca.

Fuente: Elaboración propia.

Anteriormente se presentó la matriz de probabilidad de daños sísmicos, donde se muestra el análisis descriptivo de toda la zona de estudio (Tabla N° 39), los resultados fueron descritos mediante su frecuencia relativa, sin embargo, para completar el análisis se presenta la distribución espacial de los daños sísmicos para cada uno de los escenarios.

En la Figura N°70 se observa la distribución de daños sísmicos para una Intensidad V, en donde predomina el daño nulo con el color celeste y también hay viviendas con daño leve con el color verde, el daño leve se produce principalmente en elementos no estructurales de las edificaciones. La Figura N°70, es la distribución de daños sísmicos para una Intensidad VI, los daños que se presentan en mayor cantidad son el nulo (celeste) y el daño leve (color verde), también hay algunas viviendas con daño moderado, sin embargo, aún no se puede apreciar algún patrón de daño.

En la distribución de daños sísmicos para las Intensidades VII y VIII (Figura N°71) ya se puede apreciar zonas donde predomina un grado de daño, así por ejemplo en la zona 1 predomina el daño Nulo, Leve y Moderado; esto se debe a que estas viviendas se encuentran en un terreno de baja pendiente, además fueron construidas recientemente; cuentan con criterios sismo resistentes y materiales más adecuados, la razón por la cual esta zona tiene este tipo de características es debido a la cercanía de la comisaría y la posta médica, gran parte de estas edificaciones son usadas para el comercio, consultorios médicos y farmacias.

En la zona 2 hay mayor presencia de daños de tipos Leve y Moderado, pero hay una zona en particular que presenta mayor cantidad de daño de grado Moderado e incluso Grave. Está ubicado en la manzana Q´ entre el pasaje Madre de Dios y el pasaje Loreto. Son viviendas ubicadas en una pequeña quebrada de alta pendiente, debido a esta razón la mayor cantidad de viviendas son precarias y con bajo nivel técnico.

La zona 3, se caracteriza por presentar daño moderado y grave. En la evaluación de campo se puede apreciar que esta zona tiene alta pendiente, la zona no cuenta con acceso para llevar los materiales; al momento de elaborar el concreto, este fue transportado por canales de calamina y tubos desde la avenida que se encuentra en la parte superior. Las edificaciones no cuentan con niveles técnicos adecuados, esto a raíz de que para construir las viviendas se necesitaba muros de contención de concreto armado, pero en la mayoría de los casos solo se usaron muros de piedras, ladrillo, sillar y concreto sin refuerzos de acero corrugado.

Con el incremento de la intensidad sísmica, el patrón de daños en las zonas mencionados anteriormente se viene agravando aún más. Es en la intensidad IX y X donde se aprecia claramente que zonas son las más afectadas muy gravemente ante un eventual sismo.

8.6 Edificios inhabitables en cada escenario

Con los escenarios planteados también es posible calcular los edificios inhabitables para cada escenario de daños. Se toma como referencia la EMS-98. Los edificios inhabitables son edificaciones que sufrieron daños considerables y que su ocupación representa un alto riesgo para la persona. Las metodologías se basan en el grado de daño, así por ejemplo Vacareanu (2004) considera que el número de viviendas inhabitables pueden están en función a la siguiente ecuación: 100% de las viviendas del grado 4 y 5 y el 90% de las viviendas del grado 3. Se escoge la estimación del 90% de las viviendas del grado 3, puesto que, en nuestra zona de estudio y en la ciudad en general se tiene construcciones que tienen deficiencias. Otros autores toman valores del 50% y es por eso que por factores de seguridad se decide tomar la ecuación siguiente:

$$N^{\circ} E. Inhabitables = N^{\circ} E. de Grado 4 + N^{\circ} Grado 5 + 90\% Grado 3 \quad \dots (10)$$

Con la estimación de las viviendas inhabitables se logra tener valiosa información a la hora de la emergencia sísmica, sobre todo al momento de una correcta distribución de recursos. Entonces después de utilizar esta ecuación obtenemos las siguientes afirmaciones:

Tabla 41: Edificios inhabitables para el PP.JJ. Ciudad Blanca.

Grado de daño	Edificios inhabitables						
	Intensidad/Magnitud						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Nulo (0)	0.00	0.00	14	130	367	526	0.00

Fuente: Elaboración propia.

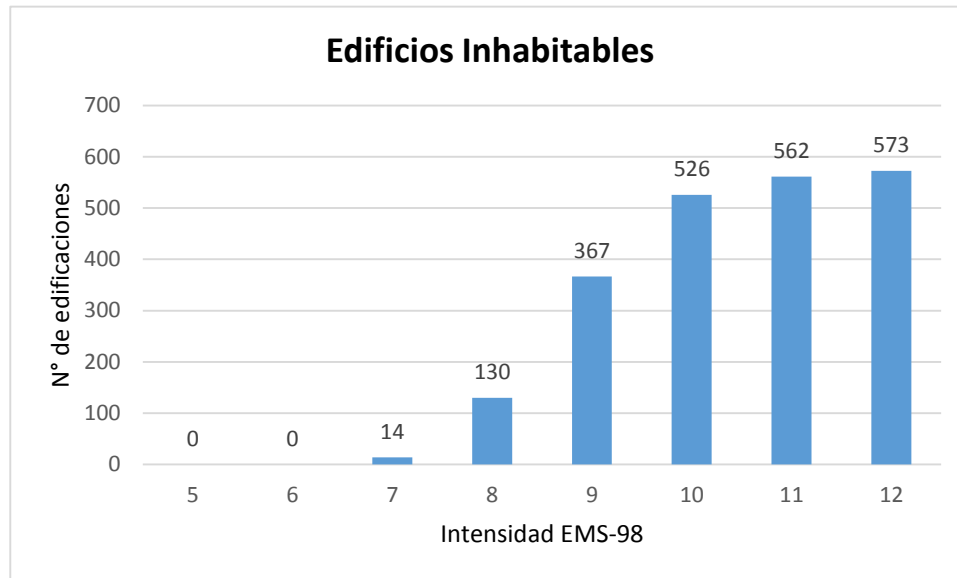


Figura 77: *Numero de edificios inhabitables para los escenarios de daños.*

Fuente: *Elaboración propia.*

Con esta información de viviendas inhabitables es posible planificar ante las emergencias sísmicas. Se puede ver el número de familias que queden sin hogar, de este modo se envía la ayuda necesaria para esta zona y así tener una correcta distribución de recursos, los cuales durante una emergencia sísmica escasean.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Esta investigación evalúa la vulnerabilidad sísmica y los daños de las edificaciones en general, mediante la elaboración de Escenarios de Daños Sísmicos (EDS), de modo que se realice de forma rápida y sencilla, con lo cual se pretende disponer de una mejor información para mitigar los daños ante la incidencia de desastres naturales. En ese sentido el estudio de investigación permite las siguientes afirmaciones.

1. Los resultados obtenidos aplicando el Método del Índice de Vulnerabilidad (MIV), del proyecto Risk-UE, resultan ser adecuados para la zona estudiada, permiten la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y permiten la elaboración de Escenarios de Daños Sísmicos.
2. Las salidas al campo permiten obtener bases de datos de las edificaciones, los cuales permiten crear sistemas de información dinámicos, que son fáciles de analizar y actualizar.
3. Del análisis cuantitativo de las 574 edificaciones se determinó que el total de las edificaciones son de albañilería, donde: 369 (64%) son de tipo A4; muros de carga de ladrillo artesanal, 131 (23%) son de tipo A3; muros de carga mixta (sillar-ladrillo-bloquetas), 34 (6%) son de tipo A5; muros de carga de albañilería estructura (ladrillos mecanizados), 24 (4%) son de tipo A1; muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina y 16 (3%) de las edificaciones son de tipo A2; muros de carga de sillar o bloquetas.
4. Con respecto a la secuencia de construcción de las viviendas se concluye que: 293 (51%) de las edificaciones se construyeron en dos etapas, 197 (34%) en una sola etapa, 75 (13%) en tres etapas y 9 (2%) en cuatro etapas.
5. En cuanto a la disposición de las edificaciones de la zona estudiada, se concluye que 460 (80%) de las edificaciones son informales; no cuentan con planos y el 114 (20%) son formales.
6. De acuerdo al número de pisos de las edificaciones, el 301 (53%) de las edificaciones son de dos pisos, 242 (42%) de un piso, 25 (4%) de tres pisos y 6 (1%) de cuatro pisos. Por tanto, son construcciones bajas.

7. Luego de aplicar el método del índice de vulnerabilidad, las clases predominantes en el PP. JJ. Ciudad Blanca son: la clase B 267 (47%) y la clase A 233 (41%). En cambio, las clases restantes tienen valores de: la clase C 52 (8%), D 19 (3%) y E 3 (1%). Esto significa que la mayor cantidad de edificaciones que son el 88% son altamente vulnerables.
8. Las clases de vulnerabilidad tienen rangos de 0 a 1, valores cercanos a cero menos vulnerables y valores cercanos a uno son más vulnerables. Entonces, el valor medio de las 574 viviendas es 0.777 que pertenece a la clase de vulnerabilidad B, lo cual indica que las viviendas tienen una vulnerabilidad alta. La vulnerabilidad más baja tiene un valor 0.330 que pertenece a una vivienda de tipo A5; muros de carga de albañilería estructural, ladrillo mecanizado y el índice de vulnerabilidad más alto tiene un valor de 1.13, que pertenece al tipo A3, muros de carga mixta.
9. De acuerdo a los mapas de clases de vulnerabilidad y los escenarios de daños sísmicos (EDS): con Google Maps y Google Earth, se concluye que: permiten identificar las características del terreno, los recursos existentes y diseñar acciones de prevención.
10. Para la elaboración de Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) se han obtenido distintas funciones de vulnerabilidad semi-empíricas, con correspondencia del grado de daño D_m con la intensidad macro sísmica, I , para cada sistema estructural.
11. Se ha construido una matriz de probabilidad de daños para las edificaciones del PP. JJ. Ciudad Blanca. Esta matriz proporciona estimaciones de daños frente a diferentes movimientos sísmicos: un sismo probable y predicciones a tiempo real de los daños de terremotos futuros. Los daños se correlacionan con 6 grados de daño: 0 nulo, 1 leve, 2 moderado, 3 grave, 4 muy grave, 5 colapso.
12. Para un escenario de daños con una intensidad IX se obtiene valores de: 267 edificaciones (47%) tiene un daño GRAVE, 230 edificaciones (40%) con daño MUY GRAVE, 52 (9%) con DAÑO MODERADO, 22 (4%) con DAÑO LEVE y 3(1%) que COLAPSAN. Este escenario de daños se considera un escenario de inflexión, de esta intensidad en adelante los daños son alarmantes, se tienen valores altos de daños; muy graves y el colapso de las edificaciones.

13. En el escenario planteado según el año de construcción de las edificaciones se concluye que, las edificaciones que sufren mayor daño son las edificaciones construidas entre los años 1998 y 2003, con 251 edificaciones, (44%). Luego están las viviendas construidas entre los años de 1990 y 1997, con 158 edificaciones, (28%). Seguido por las edificaciones construidas entre los años 2004 y 2006 con 78 edificaciones, 14%. El 14% restante de las edificaciones sufren daños leves, estas fueron construidas desde año 2007 hasta el 2019.
14. En la distribución espacial de los escenarios de daños sísmicos (Sistemas de Información Geográfica, SIG) para las intensidades VIII y IX se tiene un patrón de distribución de daños; los daños más graves se producen en la zona 3 y tienen una pendiente muy alta. En la zona 2, el daño es medio y la pendiente del terreno es baja, sin embargo, la manzana Q´ entre el pasaje Madre de Dios y Loreto presentan daños elevados. La zona 1 tiene el daño más bajo y tiene pendiente baja.
15. Con todas las conclusiones anteriormente descritas se aprecia que se cumplieron los objetivos planteados lo cual permite aprobar la hipótesis de que al Elaborar los Escenarios de Daños Sísmicos (EDS) en función de la vulnerabilidad de las viviendas, es posible conocer el nivel de exposición, predisposición de las viviendas y tomar medidas de planificación de emergencias y prevención de desastres sísmicos. De este modo resulta importante transferir esta información a las instituciones encargadas de la protección civil y gestionar emergencias sísmicas.

No obstante, esto no obvia el hecho de que existen otras dimensiones que influyen en el daño al momento que se produce un terremoto, además, de que el método hereda las incertidumbres de la probabilidad de ocurrencia de un sismo.

RECOMENDACIONES

1. Se pretende que este trabajo sea solo el inicio de una investigación más desarrollada. Es un método aplicable para áreas extensas de la ciudad y se puede complementar con un análisis de otros parámetros que controlen el daño. Se puede también incorporar información sobre las edificaciones esenciales y líneas vitales. También incorporar información socio-económica para el análisis, etc. Porque mientras más se profundiza en el tema van apareciendo más variables que controlan el daño en un sismo.
2. En cuanto a la investigación, para obtener resultados más precisos es recomendable desarrollar funciones de vulnerabilidad propias de las viviendas típicas de nuestra región.
3. Trabajar en las zonas donde se produjo los mayores daños sísmicos, para lo cual, toma importancia llevar políticas de reforzamiento, sensibilización y políticas de capacitación a la población en general y a los directos involucrados en la industria de la construcción. También involucrar instituciones públicas y privadas en la evaluación de los escenarios de daño (EDS).
4. Para mejorar el trabajo se recomienda mejorar la precisión en la obtención de datos de campo, a mayor nivel de detalle se obtendrá mejores resultados.
5. Se recomienda que, para aplicar el método a una escala mayor, será necesario contar con hermanitas que almacenen y procesen grandes cantidades de información. Y la importancia de actualizar los datos de las edificaciones y los datos catastrales.
6. Finalmente, a pesar de los resultados logrados con la metodología, no olvidar del gran poder destructivo que tienen los terremotos y que pueden ocurrir en cualquier momento.

BIBLIOGRAFIA

- Angeleti, P. Bellina, A. Guangueti, E. Moreti, A. and Petrini, V. (1998). Comparison between vulnerability assessment and damage index, some result. Proceeding of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo, Japan.
- ATC-13 (1985). *Earthquake damage evolution data for California, ATC-13*. Applied Technology Council. Redwood City, California.
- Benedetti, D. and Petrini, V. (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura. Proposte di un método di valutazione*. Italia.
- Bernardini, A. Lagomarsino, S. and Giovinazzi, S. (2007). *The vulnerability assessment of current buildings by macro seismic approach derived by the EMS-98 scale*. Memorial del 3º Congreso de Ingeniería Sísmica, Girona, (España).
- Bonett, R. L. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificaciones. Aplicados a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Tesis doctoral. Dpto. Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- CISMID (2005) *Estudio de vulnerabilidad sísmica del distrito de Rimac*. XV congreso nacional de Ingeniería Civil Ayacucho. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigaciones de Desastres DPMD-CISMID-FIC.
- Ferliche, M. (2012). *Elaboración de escenarios de daños sísmicos en la ciudad de Granada*. Tesis doctoral. Instituto de Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Universidad de Granada.

FEMA (1992). *Handbook for the seismic evaluation of the existing buildings. FEMA 178.*

Federal Emergency Management Agency, Washington, DC, USA.

Giovanazzi, S. (2005). *The vulnerability assessment and the damage scenaio in seismic risk analysis.* Tesis doctoral. The Department of Civil Engineering of the Technical University, Florence, Italy.


Guevara, L. T. (2000). *Planificación urbana y riesgo sísmico.* Memorias del Semianrio International de Riesgo Sísmico. Sociedad de Ingenieros de Quindío y la Universidad de Quindío, Armenia, Colombia.

Lantada, N. (2007). *Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS. Aplicación ciudad de Barcelona.* Tesis doctoral. Dpto. de Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Milutinovic, Z. V. and Trendafiloski, G. S. (2003). WP04. *Vulnerability of current buildings RISK-UE project: An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns.* Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology

Risk-UE (2003). *An advanced approach to earthquake RISK scenarios with applications to different European towns.* Eropcan Comm 5FP

Rodriguez, J. M. (2005) *Aplicación del Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad sísmica en viviendas del asentamiento humano-el Atillo en el distrito de Rímac.* Facultad Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.



ANEXO A

FICHA DE EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA

ID. DE VIVIENDA

FECHA: / /

SECCION I. DATOS GENERALES

Familia:

Dirección:

N° Personas que Habitan: Año de construcción: N° de pisos:

Cuenta con planos la vivienda: Si: No:

Cambio de uso de la vivienda: Si: No:

SECCION II. TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL

A. ALBAÑILERIA (A)

- A1 Muros entrelazados sin confinamiento con techo de calamina.
 A2 Muros de carga de sillar.
 A3 Muros de carga mixto (sillar-ladrillo-bloquetas)
 A4 Muros de carga de ladrillo artesanal.
 A5 Muros de carga de albañilería estructural (ladrillo mecanizado)
 A6 Albañilería totalmente reforzada

B. CONCRETO ARMADO (CA)

- CA1 Estructura de pórticos con tabiquería conectada.
 CA2 Estructura de pórticos.
 CA3 Muros estructurales.
 CA4 Estructura dual, con tabiquería conectada.
 CA5 Estructura dual.

C. Secuencia de construcción:

- Una vez todo Dos etapas
 Tres etapas Cuatro etapas

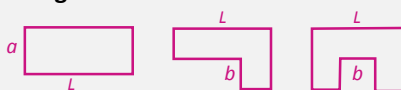
D. Anotaciones del sistema resistente:

SECCION III. MODIFICADORES DE COMPORTAMIENTO SISMICO

A. Estado de Conservación:

1. Bueno > 2006 2. Malo \leq 2006 A.
 A. y > 2003 CA: y \leq CA:
 3. Reforzadas: 4. Evidente mal estado

B. Irregularidad en Planta



L: a: b:

C. Irregularidad en Altura

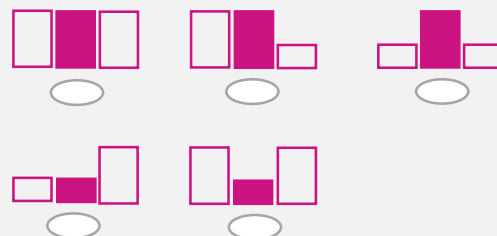
1. Voladizos > 80 cm: Si: No:
 2. Edificio de tipo base torre: Si: No:
 3. Escalonamiento de voladizos: Si: No:
 4. Columna corta: Si: No:
 5. Piso blando: Si: No:
 6. Tanque elevados y/o estructuras metálicas: Si: No:

D. Posición en manzana: planta

1. Intermedio.
 2. Esquina.
 3. Terminal.

H. Anotaciones.

E. Posición en manzana: diferencia de alturas



Nota: diferencia mayor a 2 pisos

F. Cimentación

1. Sin zapatas.
 2. con zapatas.
 3. zapatas y vigas de cimentación.

G. Pendiente del terreno

1. Pendiente \leq 10%
 2. 10% < Pendiente \leq 30%
 3. 30% < Pendiente \leq 50%
 4. 50% < Pendiente

ANEXO B

FOTOGRAFÍAS REPRESENTATIVAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fotografía 1: Ladrillo hueco para techo artesanales.



Fotografía 2: Vivienda con muros de bloquetas con techo de calamina.



Fotografía 3: Columna corta.



Fotografía 4: Piso blando.



Fotografía 5: Vivienda en estado de ruina.



Fotografía 6: Vivienda con muros de bloquetas.



Fotografía 7: Vivienda con muros mixtos, bloquetas con ladrillo.



Fotografía 8: Fisuras en el techo de una edificación.



Fotografía 9: Aparente buen estado de mantenimiento de una vivienda con muros de bloquetas



Fotografía 10: Columna corta en el segundo nivel.



Fotografía 11: Tanque de agua de 10m³ ubicado en la azotea.



Fotografía 12: Tanque de agua de 1m³ ubicado en la azotea.



Fotografía 13: Estructuras metálica en la azotea.



Fotografía 14: Soldadura de anclaje de estructuras metálicas.



Fotografía 15: Refuerzo de techo de un volado.



Fotografía 16: Refuerzo de techo del primer piso.



Fotografía 17: Muro de albañilería deteriorada.



Fotografía 18: Unidades de albañilería mal colocados.



Fotografía 19: Sección de columnas eliminada para colocar medidor.



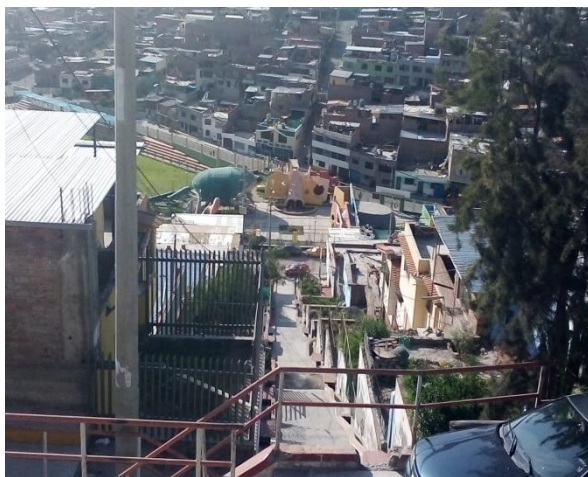
Fotografía 20: Vivienda con medidas de 4 x20 de 4 pisos.



Fotografía 21: Anclaje de puertas a las columnas.



Fotografía 22: Soldadura de puertas a los aceros de las columnas.



*Fotografía 23: Zona 3 del estudio.
Pendiente mayor al 50%.*



*Fotografía 24: Empuje del terreno.
Zona 3 del estudio.*



*Fotografía 25: Muros de contención
de piedras.*



*Fotografía 26: Muros de contención
de concreto sin refuerzos de acero.*

ANEXO C

EJEMPLOS DE CLASIFICACION DE DAÑOS SEGÚN LA EMS-98

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Mampostería de roca de cantera	Peloponeso del Norte, Grecia 1995 / Aegión				X	



Comentario: Las grandes grietas en los muros de este ejemplo indican daños de grado 4. La vulnerabilidad se ve afectada por la mala calidad del mortero y la ineficacia de los elementos de hormigón en la construcción.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Mampostería de roca de cantera (con un mortero pobre)	Campaña-Basilicata, Italia 1980 / Balvano					X



Comentario: Las losas o forjados de los pisos han colapsado y por lo tanto casi todos los muros. Este es un daño estructural muy grave y el grado de daño es 5.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Fábrica no reforzada	Correggio, Italia 1996 / Bañolo (Reggio Emilia)	1	2	3	4	5
			X			



Comentario:

Al observar los muros exteriores uno puede ver muchas grietas en el revestimiento, indicando daños de grado 2. Se debería inspeccionar también el interior del edificio para confirmar este grado de daño.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Fábrica no reforzada	Friuli, Italia 1976 / Gemona (Udine)	1	2	3	4	5
				X		



Comentario:

Se ven muchas grietas diagonales en la mayoría de muros, pero no son tan severas y los muros no han fallado. En este caso el grado de daño es 3.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Fábrica no reforzada y losas de HA	Friuli, Italia 1976 / Braulins (Udine)				X	



Comentario:

Las grandes grietas diagonales en los muros y la pérdida parcial de conexión entre los muros externos indica daño estructural severo. Este es un daño de grado 4.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Fábrica no reforzada y losas de HA	Peleponeso del Norte, Grecia 1995 / Aegion			X		



Comentario:

Las grietas en los muros exteriores son largas y extensas, pero no todas atraviesan el grosor de muro. Este es un daño estructural moderado de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA	Irpinia-Basilicata, Italia 1987 / San Angel de Lombardi				X	



Comentario:

Muchos de los cerramientos fallaron completamente, lo que representa un daño no estructural serio. En algunos casos se visualiza daño en las uniones viga-pilar. Es un daño de grado 4.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA	Peloponeso del Norte, Grecia 1995 / Aegión					X



Comentario:

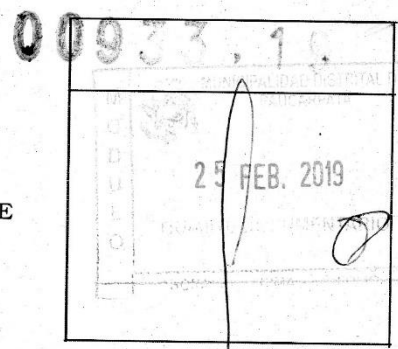
La mitad de este edificio ha colapsado completamente, ocasionando un daño de grado 5.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / SITIO	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Muros de HA	Gran Hanshin, Japón 1995 / Kobe					X
						
<p>Comentario:</p> <p>El primer piso ha colapsado completamente, este es un daño de grado 5.</p>						



ANEXO D

SOLICITUD DE PLANOS CATASTRALES DEL PP.JJ CIUDAD BLANCA



F.U.T.

FORMULARIO UNICO DE TRÁMITE

SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARPATA

DATOS DEL ADMINISTRADO

APELLIDOS Y NOMBRES: RAMOS BAUTISTA, JUAN EMERSON

D.N.I 71765013

DIRECCIÓN EXACTA. PPJJ. CIUDAD BLANCA, MZ-D-1, LT-7, ZN-B.

CALLE 3 VOLCANES

CELULAR 991349306

REPRESENTANTE LEGAL:

SOLICITO UNA COPIA DEL PLANO CATASTRAL DEL
P.J. CIUDAD BLANCA
Pedido

FUNDAMENTACIÓN

DEBIDO A ESTAR REALIZANDO UNA INVESTIGACION DE VULNERABILIDAD SISMICA CON FINES ACADEMICOS - PROYECTO DE TESIS - UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA.

DOCUMENTOS QUE ADJUNTA

- 1.- COPIA DE DNI
- 2.-
- 3.-
- 4.-

Paucarpata 25 de FEBRERO 2019

FIRMA

Sello de Caja

V°B° Área competente (no Henar)

CONCEPTOS	DERECHOS

ANEXO E

DATOS DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS

Donde:

- **ID:** Es el código de la edificación según el programa de información geográfica.
- **1:** Número de personas que viven en la edificación.
- **2:** Año de construcción.
- **3:** Número de pisos.
- **4:** Cuenta con planos la vivienda; (SI = 1 y NO = 0)
- **5:** Cambios de uso o modificaciones realizadas; (SI = 1 y NO = 0)
- **6:** Tipo de sistema estructural predominante.
- **7:** Secuencia de construcción.
- **8:** Medidas de irregularidad en planta.
- **9:** Voladizos mayores a 80 cm; (SI = 1 y NO = 0)
- **10:** Edificios tipo base torre; (SI = 1 y NO = 0)
- **11:** Escalonamiento de voladizos; (SI = 1 y NO = 0)
- **12:** Columna corta; (SI = 1 y NO = 0)
- **13:** Piso blando; (SI = 1 y NO = 0)
- **14:** Tanques elevados y/o estructuras metálicas; (SI = 1 y NO = 0)
- **15:** Posición en manzana; (e = esquina, i = intermedio, t = terminal)
- **16:** Posición en altura.
- **17:** Tipo de cimentación.
- **18:** Pendiente del terreno.
- **IV:** Índice de vulnerabilidad calculado.

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
574	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	6	2000	2	1	0	a4	1	10	10	0	0	0	1	0	1	e	1	2	10	0.77	CLASE B
580	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	5	1995	2	0	0	a4	2	12	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.77	CLASE B
584	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	7	1990	2	0	0	a4	2	15	10	1	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.73	CLASE B
590	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	9	2005	3	1	0	a5	1	20	5	0	0	0	0	0	0	i	3	3	15	0.53	CLASE C
593	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	4	2000	1	0	0	a1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	i	4	1	20	0.83	CLASE A
597	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	3	1998	2	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	35	0.95	CLASE A
602	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	2	2005	2	1	0	a4	2	14	9.5	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.63	CLASE C
608	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	2	2002	2	0	1	a3	2	15	9	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.89	CLASE A
610	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	5	2000	2	0	0	a4	2	12	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.75	CLASE B
614	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	6	1990	2	0	0	a3	3	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.91	CLASE A
617	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	4	1991	1	0	0	a2	1	8	5	0	0	0	0	0	0	i	1	1	35	0.9	CLASE A
619	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	2	1980	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	35	0.91	CLASE A
621	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	5	2005	3	0	0	a4	3	20	7	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.79	CLASE B
626	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	6	2001	2	0	0	a4	2	15	4	0	1	0	0	1	1	i	1	2	35	0.93	CLASE A
627	11/02/2019	Av. Tupac Amaru Mz-A	5	1985	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	35	0.85	CLASE A
628	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1990	2	0	1	a4	2	15	15	0	0	0	0	0	0	e	1	2	35	0.81	CLASE B
625	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1991	2	0	0	a3	3	10	4	1	0	0	1	1	0	i	1	2	35	1.13	CLASE A
624	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1982	2	0	0	a3	2	12	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	35	0.91	CLASE A
623	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	6	1993	2	0	0	a3	2	15	9	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.91	CLASE A
622	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	7	2007	2	1	0	a5	2	17	10	0	0	0	0	0	1	i	1	3	35	0.43	CLASE D
620	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1998	2	0	0	a4	2	12	9.8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	35	0.71	CLASE B
618	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	5	1997	1	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	35	0.81	CLASE B
615	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	5	1995	1	0	0	a3	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	35	0.95	CLASE A
611	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1994	1	0	0	a4	1	10	9	0	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.73	CLASE B
607	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	6	1993	1	0	0	a4	1	15	9.5	0	0	0	0	0	1	i	1	2	30	0.75	CLASE B
603	11/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	4	1995	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.77	CLASE B
598	12/02/2019	Av. Los Incas Mz-A	8	2003	2	0	1	a4	3	20	12	0	1	0	1	1	1	e	1	2	20	1.01	CLASE A
549	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	0	1980	1	0	0	A1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	t	2	1	10	0.98	CLASE A
552	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1985	3	0	0	a4	3	20	7	0	1	1	0	0	1	i	3	2	15	0.95	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
555	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1990	2	0	0	a4	2	8.6	6	0	0	0	1	1	0	i	4	1	15	0.89	CLASE A
557	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1989	2	0	0	a4	3	9	7	0	0	0	1	1	0	i	1	1	35	0.95	CLASE A
559	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1990	3	0	0	a4	4	10	10	0	0	0	1	1	0	i	1	1	35	0.89	CLASE A
563	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1998	2	1	0	a4	3	9.8	8	1	0	0	1	1	0	i	1	2	35	0.81	CLASE B
564	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1999	2	0	0	a3	2	5	4	0	0	0	0	0	1	i	1	1	35	0.89	CLASE A
567	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1989	4	0	1	a4	3	18	20	0	1	1	1	0	1	i	3	2	35	1.05	CLASE A
570	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1993	2	0	0	a3	2	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	1	40	0.95	CLASE A
572	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1998	2	0	0	a4	3	18	10	1	0	0	0	0	1	i	1	2	30	0.79	CLASE B
575	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	2	2000	2	0	0	a3	2	9	5	0	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.91	CLASE A
578	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1998	2	0	0	a3	3	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	30	0.89	CLASE A
582	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	2	2000	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.85	CLASE A
585	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	2	2001	1	0	0	a3	1	12	8	0	0	0	1	1	0	i	1	2	25	1.01	CLASE A
589	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1998	2	0	0	a3	3	10	9	0	0	0	0	0	0	i	1	1	25	0.85	CLASE A
591	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1990	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	25	0.87	CLASE A
594	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1997	1	0	0	a1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.85	CLASE A
599	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1996	2	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	25	0.87	CLASE A
600	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	2	1998	1	0	0	a1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.85	CLASE A
604	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	3	1990	1	0	0	a3	1	9.8	6	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.89	CLASE A
609	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1996	2	0	0	a3	2	15	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.91	CLASE A
612	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	3	1995	1	0	0	a1	1	9.5	5	0	0	0	0	0	0	i	4	1	10	0.89	CLASE A
616	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1998	3	0	0	a3	4	20	10	0	0	0	0	0	0	t	3	2	10	1.02	CLASE A
526	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	2017	3	1	0	a5	2	20	10	0	0	0	0	0	1	e	1	3	10	0.49	CLASE D
532	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	2008	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.39	CLASE D
534	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	2000	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.81	CLASE B
538	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	3	1990	2	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.85	CLASE A
540	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1992	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.85	CLASE A
544	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1993	2	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.85	CLASE A
546	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1997	2	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.85	CLASE B
550	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1995	2	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	1	1	0	i	1	2	25	0.91	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																			CLASE DE VULNERABILIDAD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	IV		
551	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1996	2	1	0	a4	3	18	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	25	0.71	CLASE B
553	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	7	2000	2	1	0	a4	2	19	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	25	0.69	CLASE B
556	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	1998	2	0	0	a4	2	19	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	25	0.77	CLASE B
558	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1999	2	0	0	a4	3	18	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.77	CLASE B
561	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	6	2000	1	0	0	a4	1	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.75	CLASE B
562	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	2001	2	0	0	a4	3	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.69	CLASE B
566	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1998	2	0	0	a4	2	15	10	0	1	0	0	0	1	i	1	2	25	0.77	CLASE B
571	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1996	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	1	1	0	i	1	2	25	0.89	CLASE A
576	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	7	1995	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.73	CLASE B
583	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	8	1999	3	0	0	a4	4	17	10	0	1	0	0	0	0	i	1	2	25	0.81	CLASE B
587	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1998	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.71	CLASE B
592	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1997	2	0	0	a4	3	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.77	CLASE B
595	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	2007	2	1	0	a5	1	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.41	CLASE D
601	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1998	1	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.65	CLASE C
605	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	4	1998	2	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.73	CLASE B
613	12/02/2019	Pje. Madre de Dios Mz-Q"	5	1995	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.79	CLASE B
606	12/02/2019	Pje. Ramon Castilla Mz Q"	3	1996	2	0	0	a4	1	5	5	0	0	0	0	0	0	l	1	1	10	0.71	CLASE B
596	12/02/2019	Pje. Ramon Castilla Mz Q"	5	1993	2	0	0	a5	3	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.59	CLASE C
588	12/02/2019	Pje. Ramon Castilla Mz Q"	4	1995	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.77	CLASE B
586	12/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	2005	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.57	CLASE C
581	12/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	1998	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	5	0.63	CLASE C
577	12/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	6	2000	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.73	CLASE B
573	12/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	2001	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.73	CLASE B
569	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	1999	2	0	0	a4	2	18	8	0	0	0	0	0	0	e	1	2	5	0.81	CLASE B
503	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	12	1998	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.73	CLASE B
510	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	5	2005	2	1	1	a5	2	18	9	0	1	0	0	0	1	i	1	2	10	0.51	CLASE C
517	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	4	1995	1	0	0	a2	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.86	CLASE A
522	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	5	1992	1	0	0	a4	1	14	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.73	CLASE B
527	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	4	1997	1	0	0	a4	2	12	9	0	0	0	0	0	0	l	1	2	15	0.73	CLASE B

ID	FECHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
533	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	3	1995	3	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.79	CLASE B	
539	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	0	1998	1	0	0	a1	1	3.5	4	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.85	CLASE A	
541	13/02/2019	Calle tres volcanes Mz-Q	4	2006	2	0	0	a4	2	18	4	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.73	CLASE B	
535	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	2008	2	1	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.53	CLASE C	
528	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	3	1998	1	0	0	a4	1	10	9	0	0	0	1	0	0	i	1	2	30	0.77	CLASE B
523	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	1999	1	0	0	a4	1	12	6	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.77	CLASE B	
518	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	1995	1	0	0	a4	1	13	10	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.75	CLASE B	
509	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	4	1998	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	30	0.75	CLASE B
504	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	1999	1	0	0	a4	1	13	10	0	0	0	0	0	i	1	2	30	0.71	CLASE B	
498	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	1998	2	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	1	i	4	2	30	0.69	CLASE B
489	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	2001	1	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	i	1	1	30	0.71	CLASE B	
482	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-Q"	5	2003	1	0	0	a3	1	18	12	0	0	0	0	0	1	e	1	1	25	0.97	CLASE A
432	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	1998	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.81	CLASE B	
441	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	6	2001	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.73	CLASE B
452	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	1997	1	0	0	a4	1	8	5	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.73	CLASE B	
464	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	2000	1	0	0	a4	1	13	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	20	0.73	CLASE B
472	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	6	2001	1	0	0	a4	1	17	10	0	0	0	1	0	1	i	1	2	25	0.85	CLASE A
480	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	1998	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	1	i	4	2	25	0.71	CLASE B
487	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	2001	2	0	0	a4	2	20	8	0	0	0	1	0	0	i	1	2	28	0.85	CLASE A
494	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	1997	1	0	0	a4	1	10	6	0	0	0	0	0	i	1	1	28	0.75	CLASE B	
502	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	2013	2	1	0	a4	2	17	6	0	0	0	0	0	1	i	1	2	28	0.61	CLASE C
508	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	6	1998	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	28	0.77	CLASE B
516	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	1995	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	1	1	0	i	1	1	25	0.95	CLASE A
524	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	1997	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	25	0.77	CLASE B
529	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	8	2000	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	1	0	1	i	1	1	18	0.87	CLASE A
536	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	1996	1	0	0	a4	1	12	10	0	0	0	1	0	0	i	1	1	15	0.81	CLASE B
543	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	2007	2	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	1	1	1	i	1	2	10	0.73	CLASE B
547	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	6	2001	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	1	1	1	i	1	2	8	0.83	CLASE A
554	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	1998	1	0	0	a3	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.83	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
560	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	5	1999	1	0	0	a4	1	10	8	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.69	CLASE B	
565	13/02/2019	Av. Revolucion Mz-P"	4	2000	1	0	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	0	e	1	1	5	0.83	CLASE A	
548	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	2002	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	1	e	1	2	5	0.79	CLASE B	
542	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	2008	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	1	i	1	3	5	0.39	CLASE D	
537	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	4	1999	2	0	0	a3	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	6	0.83	CLASE A	
530	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	1997	1	0	0	a4	2	10	8	0	0	0	0	0	i	1	1	7	0.71	CLASE B	
525	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	1998	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	1	i	1	1	8	0.85	CLASE A	
511	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	2002	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	9	0.61	CLASE C	
505	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	1997	2	0	0	a3	2	13	10	0	0	0	0	1	i	1	1	12	0.91	CLASE A	
497	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	2000	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	1	0	1	i	1	2	13	0.81	CLASE B
488	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	1999	1	0	0	a4	1	10	8	0	0	0	0	0	i	1	1	14	0.71	CLASE B	
481	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	2000	1	0	0	a4	2	13	10	0	0	0	1	0	0	i	1	1	16	0.81	CLASE B
473	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	1998	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	16	0.85	CLASE A	
465	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	2000	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	i	1	1	17	0.73	CLASE B	
459	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	4	2004	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	1	1	1	i	1	2	18	0.89	CLASE A
442	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	4	1998	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	20	0.91	CLASE A
433	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	6	1999	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.69	CLASE B	
423	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	7	2002	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	25	0.71	CLASE B	
412	13/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	5	1998	1	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	1	0	0	i	1	1	20	1.01	CLASE A
403	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-P	2	1999	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	e	1	1	10	0.91	CLASE A	
353	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	5	2001	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.77	CLASE B	
364	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	4	1998	2	0	0	a3	2	15	5	0	0	0	1	0	0	i	1	2	12	0.99	CLASE A
375	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	6	2000	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.85	CLASE A	
386	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	6	2001	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	i	1	2	18	0.69	CLASE B	
394	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	4	1997	1	0	0	a3	1	10	4	0	0	0	0	0	1	i	1	1	20	0.97	CLASE A
405	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	2	2002	1	0	0	a4	1	5	5	0	0	0	0	0	i	1	1	20	0.71	CLASE B	
416	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	5	2004	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.67	CLASE B	
426	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	5	2008	2	1	0	a4	1	13	9	0	1	0	0	0	i	1	2	20	0.57	CLASE C	
436	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	6	1998	1	0	0	a3	2	10	5	0	0	0	1	0	0	i	1	1	20	0.99	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
445	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	8	1997	1	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.77	CLASE B	
458	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	7	1992	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	0	1	i	1	2	20	0.79	CLASE B	
469	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	6	1997	2	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	1	0	i	1	1	18	1.01	CLASE A	
476	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	5	2001	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	0	0	i	1	2	12	0.75	CLASE B	
483	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	6	1999	2	0	0	a4	2	20	10	0	1	0	0	0	i	1	2	10	0.77	CLASE B	
491	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	4	1998	1	0	0	a3	2	8	8	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.83	CLASE A	
499	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	7	2002	2	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	i	1	2	9	0.65	CLASE C	
506	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	8	2001	3	0	0	a4	3	17	10	0	1	0	0	0	i	1	2	9	0.79	CLASE B	
513	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	4	1999	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	8	0.83	CLASE A	
520	14/02/2019	Calle Buenos Aires Mz-O	5	2000	1	0	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	0	e	1	1	5	0.83	CLASE A	
532	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	5	1999	1	0	0	a3	1	15	10	0	0	0	0	1	e	1	2	5	0.93	CLASE A	
484	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	7	2000	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.69	CLASE B	
477	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	5	2000	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	2	12	0.69	CLASE B	
470	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	4	1999	1	0	0	a2	1	4	4	0	0	0	0	0	i	1	1	14	0.84	CLASE A	
459	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	4	1998	1	0	0	a4	1	13	10	1	1	0	0	0	i	1	2	15	0.77	CLASE B	
446	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	8	2004	2	1	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	1	i	1	2	16	0.59	CLASE C	
437	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	4	1998	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	16	0.85	CLASE A	
427	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	5	1998	2	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	1	i	1	2	20	0.71	CLASE B	
417	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	6	2001	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	1	0	i	1	2	20	0.79	CLASE B	
407	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	8	2006	2	0	1	a4	2	15	10	0	0	0	1	0	i	1	2	20	0.77	CLASE B	
396	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	0	2013	1	1	0	a4	1	15	10	0	0	0	1	0	i	1	2	20	0.61	CLASE C	
387	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	4	1999	1	0	0	a3	2	7	4	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.89	CLASE A	
377	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	4	1996	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	1	i	1	1	20	0.89	CLASE A	
366	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	5	1998	1	0	0	a3	1	13	10	0	1	0	0	0	i	1	1	20	0.91	CLASE A	
356	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	6	2002	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.71	CLASE B	
343	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	5	2004	2	1	0	a4	1	15	5	0	1	0	0	0	i	1	2	15	0.69	CLASE B	
332	14/02/2019	Av. Argentina Mz-O	6	2005	1	1	0	a3	2	20	10	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.85	CLASE A	
325	15/02/2019	Av. Argentina Mz-O	3	1997	1	0	0	a3	1	8	8	0	0	0	0	1	2	e	1	1	10	1.03	CLASE A
222	15/02/2019	Av. Proletarios Mz-C0	4	2018	2	1	0	a4	2	18	5	0	0	0	0	0	e	1	2	5	0.65	CLASE C	

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
232	15/02/2019	Av. Proletarios Mz-C0	3	2004	2	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	5	0.71	CLASE B
240	15/02/2019	Av. Proletarios Mz-C0	5	1995	2	0	0	a4	2	18	6	0	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.79	CLASE B
257	15/02/2019	Av. Proletarios Mz-C0	7	1996	2	0	0	a3	2	15	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.93	CLASE A
273	15/02/2019	Av. Proletarios Mz-C0	6	2002	1	0	0	a2	2	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	1	5	0.96	CLASE A
283	15/02/2019	Av. Che. Guevara Mz-C0	5	1998	1	0	0	a3	1	12	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.89	CLASE A
295	15/02/2019	Av. Che. Guevara Mz-C0	4	2003	2	1	0	a4	2	20	10	1	0	0	1	0	0	e	1	2	15	0.85	CLASE A
262	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-c0	5	2005	2	1	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.71	CLASE B
250	15/02/2019	Av. Che Guevara Mz-C0	6	1998	2	0	0	a3	2	12	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.83	CLASE A
249	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	5	1997	1	0	0	a4	1	12	8	0	0	0	1	0	1	e	1	2	5	0.89	CLASE A
264	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	6	2004	1	0	0	a4	2	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.69	CLASE B
275	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	4	2002	2	0	0	a4	2	15	7	0	1	0	0	0	1	i	1	2	5	0.79	CLASE B
284	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	5	2004	2	0	0	a4	2	17	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.71	CLASE B
294	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	6	1997	1	0	0	a3	1	10	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.87	CLASE A
305	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	7	2010	4	1	0	a4	2	18	7	0	0	0	0	1	1	i	1	3	6	0.75	CLASE B
314	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	4	1996	2	0	0	a2	2	10	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	6	0.86	CLASE A
321	15/02/2019	Pasaje Santa Fe Mz-Ñ	5	1998	2	0	0	a4	2	10	8	0	0	0	1	0	0	e	1	1	10	0.85	CLASE A
328	15/02/2019	Av. Argentina Mz-Ñ	6	2011	1	1	0	a4	1	15	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	13	0.57	CLASE C
335	15/02/2019	Av. Argentina Mz-Ñ	4	1997	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	13	0.87	CLASE A
342	15/02/2019	Av. Argentina Mz-Ñ	5	1999	1	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	0	0	0	e	1	1	13	1.01	CLASE A
315	15/02/2019	Calle las Flores Mz-Ñ	7	1998	1	0	0	a4	2	10	7	0	0	0	0	0	0	e	1	1	5	0.79	CLASE B
309	15/02/2019	Calle las Flores Mz-Ñ	4	2014	2	1	0	a5	1	12	10	0	0	0	0	0	1	i	1	3	6	0.33	CLASE E
301	15/02/2019	Calle las Flores Mz-Ñ	6	2003	1	0	0	a4	2	12	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	8	0.69	CLASE B
289	15/02/2019	Calle las Flores Mz-Ñ	4	2001	1	0	0	a2	2	14	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	8	0.9	CLASE A
279	15/02/2019	Calle las Flores Mz-Ñ	5	2002	1	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	0	e	1	2	20	0.83	CLASE A
272	15/02/2019	Av. Che Guevara Mz-Ñ	4	1998	2	0	0	a4	3	14	11	0	0	0	1	0	0	i	1	2	20	0.79	CLASE B
263	16/02/2019	Av. Che Guevara Mz-Ñ	6	2005	1	0	0	a4	1	12	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	20	0.67	CLASE B
280	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	4	2002	2	0	0	a4	2	18	10	0	1	0	0	0	0	e	1	2	10	0.85	CLASE A
300	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	5	1995	2	0	0	a4	2	17	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.77	CLASE B
310	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	6	2003	1	1	0	a4	1	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.65	CLASE C

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
318	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	4	1995	1	0	0	a3	1	15	7	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.89	CLASE A	
331	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	3	1996	1	0	0	a4	1	17	7	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.77	CLASE B	
350	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	4	1999	1	1	0	a4	1	15	7	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.65	CLASE C	
365	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	5	1996	2	1	0	a3	2	15	7	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.83	CLASE A	
380	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	6	1999	2	0	0	a3	3	15	7	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.87	CLASE A	
393	16/02/2019	Calle las Flores Mz-N	4	1995	1	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	1	0	1	e	1	1	10	1.09	CLASE A
414	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	5	1996	1	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	e	1	2	5	0.83	CLASE A	
399	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	4	2002	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.69	CLASE B	
384	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	7	2005	2	0	0	a4	2	17	10	1	0	0	0	0	i	1	2	5	0.71	CLASE B	
371	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	5	1998	2	0	0	a3	2	17	11	0	1	0	0	0	i	1	1	8	0.89	CLASE A	
354	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	6	1995	1	0	0	a3	1	10	5	0	0	0	0	0	i	1	1	8	0.91	CLASE A	
339	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	5	2006	1	0	0	a4	1	10	6	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.65	CLASE C	
329	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	7	1997	2	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	i	1	1	7	0.77	CLASE B	
320	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	5	2008	2	1	0	a4	2	10	4	0	0	0	0	0	i	1	2	7	0.57	CLASE C	
312	16/02/2019	Calle los Olivos Mz-N	6	2008	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	e	1	2	7	0.59	CLASE C	
303	16/02/2019	Av. Che Guevara Mz-N	5	1996	2	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.85	CLASE A	
293	17/02/2019	Av. Che Guevara Mz-N	4	2005	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	10	0.63	CLASE C
326	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	4	2003	1	0	0	a4	1	15	12	0	0	0	0	0	e	1	2	10	0.75	CLASE B	
340	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	5	2004	1	0	0	a4	2	12	9	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.65	CLASE C	
355	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	6	1996	1	0	0	a2	1	5	4	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.84	CLASE A	
373	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	4	2006	1	0	0	a4	2	14	5	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.71	CLASE B	
385	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	5	2004	2	0	0	a4	2	15	10	0	1	0	0	0	i	1	2	10	0.69	CLASE B	
400	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	5	1998	1	0	0	a4	1	14	10	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.71	CLASE B	
415	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	5	2002	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.69	CLASE B	
430	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	4	2005	2	0	0	a4	3	14	10	1	0	0	0	0	i	1	2	10	0.67	CLASE B	
444	17/02/2019	Calle los Olivos Mz-M	6	2006	2	0	0	a4	3	20	12	0	0	0	1	0	e	1	2	8	0.81	CLASE B	
457	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	5	2002	1	0	0	a4	1	12	10	0	0	0	0	0	i	1	2	8	0.67	CLASE B	
468	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	4	2002	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	1	0	e	1	2	10	0.85	CLASE A	
449	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	6	2010	2	0	0	a4	2	8	8	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.57	CLASE C	

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV
435	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	5	2007	1	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.57	CLASE C
421	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	4	1995	1	0	0	a2	1	15	5	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.92	CLASE A
406	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	6	2004	2	0	0	a3	2	15	10	0	1	0	0	0	i	1	2	10	0.83	CLASE A
391	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	5	1999	2	0	0	a4	3	14	9	1	0	0	0	0	i	1	1	10	0.73	CLASE B
376	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	5	2004	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.65	CLASE C
362	17/02/2019	Calle Ramon Castilla Mz-M	6	1998	2	0	0	a4	3	12	10	0	1	0	0	0	i	1	1	10	0.73	CLASE B
345	18/02/20119	Calle Ramon Castilla Mz-M	5	2002	2	1	0	a3	3	12	12	0	0	0	0	0	e	1	1	10	0.83	CLASE A
211	18/02/20120	Pasaje Melgar Mz-C1	4	2002	2	0	0	a4	2	15	8	0	1	0	0	0	t	1	2	2	0.86	CLASE A
217	18/02/20121	Pasaje Melgar Mz-C1	6	2005	2	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	i	1	2	5	0.69	CLASE B
220	18/02/20122	Pasaje Melgar Mz-C1	5	1998	1	0	0	a3	1	12	8	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.87	CLASE A
206	18/02/20123	Pasaje Melgar Mz-C1	46	1999	1	0	0	a4	2	12	5	0	0	0	0	0	i	1	1	5	0.75	CLASE B
213	18/02/20124	Pasaje Melgar Mz-C1	5	2008	2	1	0	a5	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	3	5	0.33	CLASE E
226	18/02/20125	Pasaje Melgar Mz-C1	4	2002	2	0	0	a4	3	8	8	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.71	CLASE B
236	18/02/20126	Pasaje Melgar Mz-C1	5	2005	3	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.75	CLASE B
248	18/02/20127	Pasaje Melgar Mz-C2	6	2001	2	0	0	a3	2	10	5	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.87	CLASE A
243	18/02/20128	Pasaje Melgar Mz-C2	5	1997	2	0	0	a4	3	18	10	1	0	0	0	0	i	1	1	10	0.81	CLASE B
227	18/02/20129	Pasaje Melgar Mz-C2	4	2000	2	0	0	a3	2	9	5	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.87	CLASE A
215	18/02/20130	Pasaje Melgar Mz-C2	5	2001	2	0	0	a3	3	18	10	0	0	0	0	0	i	1	1	10	0.89	CLASE A
204	18/02/20131	Pasaje Melgar Mz-C2	4	1998	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	i	1	2	10	0.81	CLASE B
210	18/02/20132	Pasaje Melgar Mz-C2	5	2001	1	0	0	a3	1	12	8	0	0	0	1	1	i	1	1	15	1.03	CLASE A
218	18/02/20133	Pasaje Melgar Mz-C2	4	1997	2	0	0	a3	3	10	9	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
229	18/02/20134	Calle los Olivos Mz-C2	5	2013	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.73	CLASE B
242	18/02/20135	Calle los Olivos Mz-C2	4	1998	1	0	0	a1	1	5	4	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.85	CLASE A
253	18/02/20136	Calle los Olivos Mz-C2	5	1995	2	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
261	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	4	1997	1	0	0	a1	1	5	4	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
278	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	5	2000	1	0	0	a3	1	9.8	6	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.85	CLASE A
267	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	6	1996	2	0	0	a3	2	15	8	0	0	0	0	0	i	4	1	15	0.91	CLASE A
256	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	4	2007	1	0	0	a1	1	9.5	5	0	0	0	0	0	i	3	2	15	0.83	CLASE A
245	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	6	2001	3	0	0	a3	4	20	10	0	0	0	0	0	i	1	3	15	0.89	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																			CLASE DE VULNERABILIDAD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	IV		
237	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	5	1998	3	1	0	a5	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.55	CLASE C
224	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	4	1999	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.51	CLASE C
212	19/02/2019	Calle los Olivos Mz-C2	5	2000	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
230	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	5	2002	2	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.83	CLASE A
244	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	4	2008	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.73	CLASE B
254	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	5	1999	2	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.89	CLASE A
265	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	4	1997	2	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.77	CLASE B
276	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	6	1998	2	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	1	1	0	i	1	2	15	0.85	CLASE A
288	19/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	4	2002	2	1	0	a4	3	18	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.69	CLASE B
298	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c3	5	1997	2	1	0	a4	2	19	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.71	CLASE B
322	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	4	2000	2	0	0	a4	2	19	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.77	CLASE B
313	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	7	1999	2	0	0	a4	3	18	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.77	CLASE B
302	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	2	2000	1	0	0	a4	1	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
290	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	4	1998	2	0	0	a4	3	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.69	CLASE B
277	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	7	2000	2	0	0	a4	2	15	10	0	1	0	0	0	1	i	1	2	15	0.77	CLASE B
266	20/02/2019	Pasaje los Pinos Mz-c4	4	2004	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	1	1	0	i	1	2	15	0.83	CLASE A
287	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	5	1998	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
299	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	6	1999	3	0	0	a4	4	17	10	0	1	0	0	0	0	i	1	2	15	0.81	CLASE B
311	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	4	2002	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
319	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	7	1998	2	0	0	a4	3	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
330	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	7	1999	2	1	0	a5	1	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.51	CLASE C
341	20/02/2019	Pasaje los Robles Mz-c4	6	2001	1	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.67	CLASE B
193	20/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c8	4	1998	2	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
201	20/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c9	5	2000	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.73	CLASE B
208	20/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c10	5	2001	2	0	0	a4	1	5	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.69	CLASE B
228	20/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c11	6	1997	2	0	0	a5	3	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.61	CLASE C
252	20/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c12	4	2002	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.69	CLASE B
269	21/02/2019	Pje. las Palmeras Mz-c13	5	2004	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.59	CLASE C
127	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	2008	2	1	0	a3	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.73	CLASE B

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																			CLASE DE VULNERABILIDAD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	IV		
131	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	6	1998	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
135	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	1997	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
141	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	6	1992	2	0	0	a4	2	18	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
144	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	4	1997	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
149	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	2001	2	1	1	a5	2	18	9	0	1	0	0	0	1	i	1	1	51	0.63	CLASE C
152	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	4	1999	1	0	0	a2	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.86	CLASE A
158	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	1998	1	0	0	a4	1	14	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
162	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	6	2002	1	0	0	a4	2	12	9	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
167	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	4	2001	3	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.83	CLASE A
171	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	7	1999	1	0	0	a1	1	3.5	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.87	CLASE A
175	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	2000	2	0	0	a3	2	18	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.95	CLASE A
178	21/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	6	1999	2	1	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.67	CLASE B
191	22/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	5	2000	1	0	0	a4	1	10	9	0	0	0	1	0	0	i	1	1	51	0.83	CLASE A
197	22/02/2019	Calle los Olivos Mz-U	4	2000	1	0	0	a4	1	12	6	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.81	CLASE B
192	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	5	1999	1	0	0	a4	1	13	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
183	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	6	1998	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.77	CLASE B
177	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	7	2004	1	0	0	a3	1	13	10	0	0	0	0	0	0	i	4	2	51	0.83	CLASE A
173	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	4	1998	2	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.77	CLASE B
168	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	5	1998	1	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B
164	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	6	2001	1	0	0	a3	1	18	12	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.91	CLASE A
160	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	5	2006	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
155	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	7	2013	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.67	CLASE B
151	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	4	1999	1	0	0	a4	1	8	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
146	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	5	1996	1	0	0	a4	1	13	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.79	CLASE B
142	22/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	6	1998	1	0	0	a4	1	17	10	0	0	0	1	0	1	i	4	2	51	0.87	CLASE A
138	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-U	5	2002	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.77	CLASE B
89	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	4	2004	2	0	0	a4	2	20	8	0	0	0	1	0	0	i	1	1	51	0.87	CLASE A
101	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	7	2005	1	0	0	a4	1	10	6	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.71	CLASE B
110	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	4	1997	2	1	0	a3	2	17	6	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.91	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
118	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	5	2018	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.73	CLASE B	
124	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	6	2004	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	1	1	0	i	1	1	51	0.93	CLASE A
130	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	5	1995	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.81	CLASE B
134	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	6	1996	2	0	0	a4	3	17	10	0	0	0	1	0	1	i	1	1	51	0.93	CLASE A
139	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	5	2002	1	0	0	a4	1	12	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
145	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	4	1998	2	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	1	1	1	i	1	2	51	0.89	CLASE A
150	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	5	2003	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	1	1	1	i	1	1	51	0.91	CLASE A
157	23/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	6	2005	1	0	0	a3	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.85	CLASE A
166	24/02/2019	Calle San Francisco Mz-V	5	1998	1	0	0	a4	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B
159	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	4	1997	1	0	0	a3	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.95	CLASE A
153	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	4	2004	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	3	51	0.71	CLASE B
147	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	5	2002	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.57	CLASE C
143	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	4	2004	2	0	0	a3	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.87	CLASE A
137	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	4	1997	1	0	0	a4	2	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
133	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	3	2010	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.79	CLASE B
126	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	6	1996	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.71	CLASE B
123	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	5	1998	2	0	0	a3	2	13	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.91	CLASE A
116	24/02/2019	Calle Silva Mz-V	4	2011	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	1	0	1	i	1	1	51	0.77	CLASE B
108	25/02/2019	Calle Silva Mz-V	5	1997	1	0	0	a4	1	10	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
61	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	3	1999	1	0	0	a4	2	13	10	0	0	0	1	0	0	i	1	1	51	0.85	CLASE A
70	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	4	1998	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.89	CLASE A
78	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	2014	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.65	CLASE C
86	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	3	2003	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	1	1	1	i	1	2	51	0.97	CLASE A
96	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	2001	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.95	CLASE A
105	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	4	2002	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
112	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	1998	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
120	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	2005	1	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	1	0	0	i	1	1	51	1.01	CLASE A
125	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	4	2002	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.87	CLASE A
128	25/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	1995	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.77	CLASE B

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
132	26/02/2019	Calle Silva Mz-W	5	2003	2	0	0	a3	2	15	5	0	0	0	1	0	0	i	1	1	51	1.05	CLASE A
140	26/02/2019	Calle Silva Mz-W	4	1995	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.89	CLASE A
121	26/02/2019	Calle San Lazaro Mz-W	5	1996	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
109	26/02/2019	Calle San Lazaro Mz-W	6	1999	1	0	0	a3	1	10	4	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.99	CLASE A
100	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	5	1996	1	0	0	a4	1	5	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
92	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	4	1999	1	0	0	a3	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.89	CLASE A
83	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	5	1995	2	1	0	a4	1	13	9	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B
74	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	6	1996	1	0	0	a3	2	10	5	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	1.03	CLASE A
65	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	5	2002	1	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
56	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	4	2005	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.79	CLASE B
47	26/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	5	1998	2	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	1.01	CLASE A
39	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W	4	1995	2	0	0	a4	2	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
22	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W'	5	2006	2	0	0	a4	2	20	10	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.81	CLASE B
32	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W'	4	1997	1	0	0	a3	2	8	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.89	CLASE A
41	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W'	5	2008	2	1	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.61	CLASE C
49	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W'	6	2008	3	0	0	a4	3	17	10	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
63	27/02/2019	Pasaje San Fernando Mz-W'	5	1996	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.91	CLASE A
21	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-W'	4	2005	1	0	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B
9	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-W'	5	2003	1	0	0	a3	1	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.91	CLASE A
4	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	3	2004	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.71	CLASE B
11	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	5	1996	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
20	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2006	1	0	0	a2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.82	CLASE A
30	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2004	1	0	0	a4	1	13	10	1	1	0	0	0	0	i	1	2	51	0.77	CLASE B
42	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	5	1998	2	1	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.69	CLASE B
54	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2002	1	0	0	a3	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.87	CLASE A
66	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	5	2005	2	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.71	CLASE B
76	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2006	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	1	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
90	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2002	2	0	1	a3	2	15	10	0	0	0	1	0	1	i	1	2	51	0.99	CLASE A
104	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2002	1	1	0	a4	1	15	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
113	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	2010	1	0	0	a3	2	7	4	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.85	CLASE A	
122	27/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	5	2007	1	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.81	CLASE B	
129	28/02/2019	Calle San Lazaro Mz-X	4	1995	1	0	0	a3	1	13	10	0	1	0	0	0	i	1	2	51	0.95	CLASE A	
115	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	5	2004	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.71	CLASE B	
94	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	1999	2	1	0	a4	1	15	5	0	1	0	0	0	i	1	2	51	0.77	CLASE B	
82	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	5	2004	1	1	0	a3	2	20	10	0	0	0	1	0	i	1	1	51	0.91	CLASE A	
71	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	5	1998	1	0	0	a3	1	8	8	0	0	0	0	1	2	i	1	2	51	0.97	CLASE A
58	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	2002	2	1	0	a4	2	18	5	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B	
46	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	2002	2	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.83	CLASE A
36	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	5	2005	2	0	0	a4	2	18	6	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.79	CLASE B	
25	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	1998	2	0	0	a3	2	15	4	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.97	CLASE A	
14	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	1999	1	0	0	a2	2	20	10	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.94	CLASE A	
6	28/02/2019	Calle Arequipa Mz-X	5	2008	1	0	0	a3	1	12	7	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.83	CLASE A	
1	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-X	4	2002	2	1	0	a4	2	20	10	1	0	0	1	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B	
2	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	5	2005	2	1	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.69	CLASE B	
8	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	1995	2	0	0	a3	2	12	10	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.89	CLASE A	
17	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	1990	1	0	0	a4	1	12	8	0	0	0	1	0	1	i	1	2	51	0.87	CLASE A
27	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	2005	1	0	0	a4	2	15	7	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B	
38	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	2000	2	0	0	a4	2	15	7	0	1	0	0	0	1	i	1	2	51	0.85	CLASE A
50	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	1998	2	0	0	a4	2	17	7	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.83	CLASE A	
60	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	5	2005	1	0	0	a3	1	10	7	0	0	0	0	0	i	1	3	51	0.83	CLASE A	
73	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	2002	4	1	0	a4	2	18	7	0	0	0	0	1	1	i	1	1	51	0.95	CLASE A
84	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	4	2000	2	0	0	a2	2	10	7	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.9	CLASE A	
97	01/03/2019	Calle Arequipa Mz-Y	5	1990	2	0	0	a4	2	10	8	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.83	CLASE A
99	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	4	1991	1	1	0	a4	1	15	8	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B	
87	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	5	1980	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.93	CLASE A	
75	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	4	2005	1	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.93	CLASE A	
64	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	5	2001	1	0	0	a4	2	10	7	0	0	0	0	0	i	1	3	51	0.73	CLASE B	
52	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	4	1985	2	1	0	a4	1	12	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.71	CLASE B

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
40	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	5	1990	1	0	0	a4	2	12	8	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.79	CLASE B
29	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	5	1991	1	0	0	a2	2	14	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.96	CLASE A
18	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	6	1982	1	0	0	a4	2	15	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.83	CLASE A
10	01/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	4	1993	2	0	0	a4	3	14	11	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.85	CLASE A
3	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Y	5	2007	1	0	0	a3	1	12	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
5	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	4	1998	2	0	0	a4	2	18	10	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.85	CLASE A
12	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	5	1997	2	0	0	a4	2	17	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
23	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	6	1995	1	1	0	a4	1	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
33	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	4	1994	1	0	0	a3	1	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.97	CLASE A
43	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	4	1993	1	0	0	a4	1	17	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
55	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	4	1995	1	1	0	a4	1	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B
67	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	5	2003	2	1	0	a3	2	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.85	CLASE A
79	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	4	1980	2	0	0	a3	3	15	7	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.99	CLASE A
91	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	5	1985	1	0	0	a3	2	18	10	0	0	0	1	0	1	i	1	2	51	1.07	CLASE A
103	02/03/2019	Calle Melagar Mz-Z	5	1990	1	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
107	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	6	1989	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
93	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	4	1990	2	0	0	a4	2	17	10	1	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.85	CLASE A
80	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	5	1998	2	0	0	a3	2	17	11	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.95	CLASE A
69	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	6	1999	1	0	0	a3	1	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.93	CLASE A
57	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	5	1989	1	0	0	a4	1	10	6	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.81	CLASE B
45	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	4	1993	2	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
34	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	5	1998	2	1	0	a4	2	10	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
26	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	4	2000	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.69	CLASE B
15	02/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	5	1998	2	0	0	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.87	CLASE A
7	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Z	6	2000	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.73	CLASE B
13	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q´	5	2001	1	0	0	a4	1	15	12	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
28	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q´	4	1998	1	0	0	a4	2	12	9	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.77	CLASE B
44	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q´	5	1990	1	0	0	a2	1	5	4	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.88	CLASE A
59	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q´	6	1997	1	0	0	a4	2	14	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.83	CLASE A

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
77	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q'	5	1996	2	0	0	a4	2	15	10	0	1	0	0	0	i	1	1	51	0.83	CLASE A	
95	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q'	4	1998	1	0	0	a4	1	14	10	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.75	CLASE B	
111	03/03/2019	Calle Acaapulco Mz-Q'	5	1990	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.77	CLASE B	
114	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	6	1996	2	0	0	a4	3	14	10	1	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B	
98	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	5	1995	2	0	0	a4	3	20	12	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.85	CLASE A
81	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	4	1998	1	0	0	a4	1	12	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.75	CLASE B
62	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	5	2017	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	1	0	0	i	1	2	51	0.73	CLASE B
48	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	6	2008	2	0	0	a4	2	8	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.65	CLASE C
31	03/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	5	2000	1	0	0	a4	2	12	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.75	CLASE B
16	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-Q'	4	1990	1	0	0	a2	1	15	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.96	CLASE A
19	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	6	1992	2	0	0	a3	2	15	10	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.97	CLASE A
35	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	5	1993	2	0	0	a4	3	14	9	1	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.79	CLASE B
51	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	4	1997	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.79	CLASE B
68	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	5	1995	2	0	0	a4	3	12	10	0	1	0	0	0	0	i	1	1	51	0.81	CLASE B
85	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	6	1996	2	1	0	a3	3	12	12	0	0	0	0	0	0	i	1	2	51	0.81	CLASE B
102	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	5	2000	2	0	0	a4	2	15	8	0	1	0	0	0	0	i	1	2	51	0.83	CLASE A
117	04/03/2019	Calle Buenavista Mz-P'	4	1998	2	0	0	a4	2	18	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.81	CLASE B
119	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	5	1999	1	0	0	a3	1	12	8	0	0	0	0	0	1	i	1	1	51	0.93	CLASE A
106	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	6	2000	1	0	0	a4	2	12	5	0	0	0	0	0	0	i	1	3	51	0.77	CLASE B
88	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	5	2001	2	1	0	a5	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	51	0.51	CLASE C
72	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	4	1998	2	0	0	a3	3	8	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.89	CLASE A
53	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	5	1996	2	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.83	CLASE A
37	04/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	6	1995	2	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	51	0.77	CLASE B
24	05/03/2019	Calle las Estrellas Mz-P'	5	1995	2	0	0	a3	2	8	8	0	0	0	0	0	1	e	1	2	51	0.99	CLASE A
231	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	4	2005	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	1	0	e	1	2	15	0.87	CLASE A
219	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	5	2005	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.47	CLASE D
209	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	6	1998	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.77	CLASE B
202	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	4	2005	2	1	0	a5	2	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.43	CLASE D
195	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	5	1999	2	1	0	a4	2	20	10	1	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.71	CLASE B

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
188	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	6	2009	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.65	CLASE C	
181	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	5	2008	3	1	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.59	CLASE C	
174	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	4	2006	2	1	0	a4	2	14	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.59	CLASE C	
169	05/03/2019	AV. Che Guevara Mz-P	5	2003	2	0	0	a4	2	20	10	1	0	0	0	0	e	1	2	15	0.85	CLASE A	
163	05/03/2019	Calle 9 de Octubre Mz-P	6	2010	2	1	0	a5	2	20	10	0	1	0	0	0	i	1	3	15	0.43	CLASE D	
156	05/03/2019	Calle 9 de Octubre Mz-P	5	2008	2	0	0	a4	2	10	4	0	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
148	05/03/2019	Calle 9 de Octubre Mz-P	0	1995	1	0	0	a1	1	3	3	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.95	CLASE A	
161	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	5	2013	2	0	0	a4	2	12	7	0	0	1	0	0	i	1	3	15	0.65	CLASE C	
165	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	6	2014	2	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.73	CLASE B
170	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	5	2010	2	1	0	a4	1	10	6	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.53	CLASE C	
176	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	4	2003	2	1	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.63	CLASE C	
182	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	5	1998	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.73	CLASE B	
189	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	6	2003	1	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.77	CLASE B
196	05/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	5	2004	1	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B	
203	06/03/2019	Calle Villa Olimpica Mz-P	4	1998	1	0	0	a4	1	10	10	0	1	0	0	0	1	e	1	2	15	0.83	CLASE A
268	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	4	1984	1	0	0	a3	1	20	10	0	0	0	0	0	e	1	1	15	1.03	CLASE A	
246	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	4	2005	2	1	0	a4	3	12	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.59	CLASE C
238	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	7	1984	1	0	1	a3	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.89	CLASE A	
225	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	4	1989	1	0	0	a4	1	10	10	1	0	0	0	0	i	1	1	15	0.77	CLASE B	
214	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	3	2012	2	1	0	a4	2	15	10	0	0	0	1	1	1	i	1	3	15	0.69	CLASE B
205	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	5	2002	2	0	0	a3	2	10	5	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.89	CLASE A	
198	06/03/2019	Calle Micaela Bastidas Mz-Q	4	1990	2	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	1	0	0	e	1	2	15	0.93	CLASE A
190	06/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-Q	0	2019	2	1	0	a5	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	3	15	0.33	CLASE E	
180	06/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-Q	4	1985	1	0	0	a4	1	10	8	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.75	CLASE B	
172	07/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-Q	4	1994	2	0	0	a3	2	10	4	0	0	0	0	0	e	1	1	15	1.03	CLASE A	
186	07/03/2019	AV. Che Guevara Mz-Q	2	1979	1	0	0	a1	1	5	4	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.89	CLASE A	
194	07/03/2019	AV. Che Guevara Mz-Q	2	1990	2	0	0	a4	1	10	6	0	0	0	1	1	0	l	1	2	15	0.89	CLASE A
200	07/03/2019	AV. Che Guevara Mz-Q	4	1999	1	0	0	a3	1	10	8	1	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A	
207	07/03/2019	AV. Che Guevara Mz-Q	8	2004	2	0	0	a3	2	20	6	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.89	CLASE A	

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		CLASE DE VULNERABILIDAD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		IV	
216	07/03/2019	AV. Che Guevara Mz-Q	5	2014	3	1	0	a3	3	15	7	0	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.81	CLASE B
221	07/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-Q	4	1999	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.83	CLASE A
239	07/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-Q	3	1980	1	0	0	a4	1	20	8	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.81	CLASE B
255	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-Q	4	1995	1	0	0	a4	1	15	6	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.81	CLASE B
401	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	5	2006	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	e	1	2	15	0.73	CLASE B
374	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	5	2005	4	1	0	a4	4	20	10	0	0	1	0	0	1	i	1	2	15	0.77	CLASE B
357	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	4	2007	2	1	0	a5	1	17	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.41	CLASE D
338	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	3	1992	2	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.77	CLASE B
323	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	4	1990	2	0	0	a4	2	14	10	1	1	0	0	0	1	i	1	1	15	0.83	CLASE A
308	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	5	1995	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.75	CLASE B
292	08/03/2019	Av. Proletarios Mz-O	5	1990	1	0	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	0	1	e	1	1	15	0.89	CLASE A
281	08/03/2019	AV. Che Guevara Mz-O	4	1991	2	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.79	CLASE B
271	08/03/2019	AV. Che Guevara Mz-O	4	1998	3	0	0	a4	4	20	10	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.79	CLASE B
259	08/03/2019	AV. Che Guevara Mz-O	4	1995	1	0	0	a4	1	15	10	0	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.83	CLASE A
285	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	4	1994	3	0	0	a4	3	15	5	0	1	0	0	0	0	i	3	1	15	0.91	CLASE A
304	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	5	2007	1	1	0	a5	1	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.37	CLASE D
316	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	4	2006	2	1	0	a5	2	14	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.43	CLASE D
334	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	5	1996	2	0	0	a4	2	15	10	1	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.77	CLASE B
351	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	4	2011	1	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	1	1	0	i	1	3	15	0.55	CLASE C
372	08/03/2019	Calle Martires de Chicago Mz-O	5	1998	1	0	1	a2	1	10	8	0	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.92	CLASE A
381	08/03/2019	Av. Revolucion Mz-O	4	1996	2	0	1	a4	2	20	10	1	1	0	0	0	0	i	1	2	15	0.83	CLASE A
390	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-O	5	2002	2	1	0	a4	3	15	10	1	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.65	CLASE C
398	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	2008	2	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.49	CLASE D
389	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	5	2004	2	0	1	a4	1	16	10	0	1	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
379	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	1990	2	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.77	CLASE B
369	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	5	2014	3	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	1	3	15	0.41	CLASE D
360	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	2008	2	1	0	a5	1	15	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.37	CLASE D
347	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	1995	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.73	CLASE B
337	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	2011	3	1	0	a5	1	20	10	0	0	0	0	0	0	i	3	3	15	0.45	CLASE D

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																			CLASE DE VULNERABILIDAD	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	IV		
327	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	1998	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.71	CLASE B
317	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	1995	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.73	CLASE B
307	09/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	5	1995	1	0	0	a4	1	17	10	1	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.83	CLASE A
296	10/03/2019	Av. Revolucion Mz-N	4	2004	1	0	0	a3	1	20	10	0	0	0	0	0	1	e	1	2	15	0.95	CLASE A
324	10/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-N	5	1990	1	0	0	a1	1	3.2	3	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
336	10/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-N	4	1996	1	0	0	a3	2	5	5	0	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.95	CLASE A
348	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	6	1993	1	0	0	a1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
358	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	4	1996	2	0	0	a4	2	10	4	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.81	CLASE B
368	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	4	2003	2	1	0	a5	1	10	10	1	0	0	0	0	0	i	1	3	15	0.45	CLASE D
378	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	5	2004	2	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
388	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	4	1996	2	0	0	a4	3	10	10	1	0	0	1	1	0	i	1	2	15	0.89	CLASE A
397	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	5	1996	1	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.79	CLASE B
409	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	6	2005	2	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.65	CLASE C
420	10/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	4	2014	3	1	0	a5	1	10	6	0	0	0	0	0	0	i	1	3	15	0.37	CLASE D
429	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-N	5	2013	2	1	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	3	15	0.63	CLASE C
474	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	4	1992	1	0	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.87	CLASE A
467	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	5	1994	1	0	0	a3	1	20	14	0	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.89	CLASE A
454	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	4	1998	1	0	1	a4	2	10	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.71	CLASE B
443	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	5	1999	1	0	0	a4	1	10	7	0	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.75	CLASE B
434	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	4	2004	2	1	0	a4	1	14	10	0	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.59	CLASE C
425	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	5	2005	1	0	0	a4	2	10	10	0	0	0	0	0	0	i	4	2	15	0.63	CLASE C
413	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	4	2011	4	1	0	a4	4	20	3	0	0	0	0	1	0	i	3	3	15	0.79	CLASE B
404	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	5	1998	1	0	0	a3	2	10	6	0	0	0	0	0	0	i	4	1	15	0.85	CLASE A
392	11/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	4	2005	2	0	0	a4	2	14	8	0	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.73	CLASE B
370	12/03/2019	Calle tres volcanes Mz-M	3	2004	2	0	1	a4	2	20	10	1	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.81	CLASE B
383	12/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-M	4	1998	1	0	0	a4	2	10	5	0	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.79	CLASE B
402	12/03/2019	Calle Mariano Melgar Mz-M	5	1999	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	1	e	1	1	15	0.87	CLASE A
411	12/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M	5	2013	2	1	0	a5	2	12	10	1	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.37	CLASE D
422	12/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M	4	2009	2	1	0	a4	3	14	10	1	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.57	CLASE C

ID	FECCHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		IV	CLASE DE VULNERABILIDAD
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
431	12/03/2019	Av. Túpac Amaru Mz-M	4	1994	1	0	0	a3	1	3	3	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.87	CLASE A
440	12/03/2019	Av. Túpac Amaru Mz-M	4	1999	2	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	i	4	2	15	0.73	CLASE B
450	12/03/2019	Av. Túpac Amaru Mz-M	5	2013	4	1	0	a5	3	15	10	0	0	0	0	1	i	3	3	15	0.51	CLASE C
463	12/03/2019	Av. Túpac Amaru Mz-M	5	2015	2	1	0	a5	1	20	5	0	0	0	0	0	i	4	3	15	0.39	CLASE D
471	12/03/2019	Av. Túpac Amaru Mz-M	4	2006	3	1	0	a4	3	20	10	1	1	0	1	0	i	1	2	15	0.81	CLASE B
479	12/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M	5	1998	1	0	0	a4	1	10	10	0	0	0	0	0	i	1	1	15	0.71	CLASE B
486	12/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M	4	1994	1	0	0	a3	1	10	6	0	0	0	0	1	i	1	1	15	0.91	CLASE A
493	13/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M	5	1995	1	0	0	a3	1	10	5	0	0	0	0	0	i	4	1	15	0.91	CLASE A
531	13/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M'	4	1994	3	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	1	e	3	1	15	0.95	CLASE A
521	13/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M'	5	2002	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.83	CLASE A
515	13/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M'	4	2004	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
507	13/03/2019	Av. Tupac Amaru Mz-M'	5	2011	2	0	0	a4	3	15	10	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.69	CLASE B
490	13/03/2019	C. Martires de Chicago Mz-M'	4	1998	1	0	0	a3	1	20	10	0	0	0	0	0	e	1	1	15	0.99	CLASE A
495	13/03/2019	C. tres volcanes Mz-M'	5	2006	1	0	0	a4	2	15	10	0	0	0	1	0	i	1	2	15	0.75	CLASE B
501	13/03/2019	C. tres volcanes Mz-M'	4	2014	2	1	0	a4	2	20	10	0	0	0	1	1	e	1	3	15	0.79	CLASE B
512	14/03/2019	Av. Proletarios Mz-M'	5	1999	3	0	0	a4	3	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.77	CLASE B
478	14/03/2019	C. tres volcanes Mz-N'	4	2002	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	e	1	2	15	0.83	CLASE A
461	14/03/2019	C. tres volcanes Mz-N'	4	1997	2	0	0	a3	4	20	20	0	0	0	1	0	e	1	1	15	1.03	CLASE A
419	14/03/2019	C. Mártires de Chicago Mz-N'	4	2017	2	1	0	a4	1	12	5	0	0	0	1	0	e	1	3	15	0.71	CLASE B
428	14/03/2019	Av. Revolucion Mz-N'	5	2003	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.77	CLASE B
438	14/03/2019	Av. Revolucion Mz-N'	4	2004	2	0	1	a4	3	20	10	0	0	0	0	1	i	1	2	15	0.73	CLASE B
448	14/03/2019	Av. Revolucion Mz-N'	5	2007	1	1	0	a4	1	20	10	0	0	0	0	1	e	1	2	15	0.67	CLASE B
466	14/03/2019	Av. Proletarios Mz-N'	4	2005	2	0	0	a4	2	20	10	0	0	0	0	0	i	1	2	15	0.71	CLASE B
179	Área verde																					--
185	Área verde																					--
237	Área verde																					--
297	Área verde																					--
568	Área verde																					--
519	Local comunal																					--

ID	FECHA	DIRECCION	PARAMETROS QUE CONTROLAN EL DAÑO																		IV	CLASE DE VULNERABILIDAD
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
545	Cancha de futbol																					--
361	Cancha de futbol																					--
270	Comisaria																					--
344	Centro de Salud																					--



ANEXO F: PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO

