



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, BAJO ENFOQUE DE LA METODOLOGÍA AIS, AA.HH EL PROGRESO - CARABAYLLO, LIMA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Paz Rojas, Anderson Javier

Asesor:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedicado para todos mis familiares, profesores y amigos, que me apoyaron e hicieron posible el desarrollo de este tema de investigación, gracias a ellos tengo la oportunidad de empezar un nuevo camino de experiencias.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a mis padres por creer en mi persona, a mi madre Gloria Violeta, que su constante preocupación por mi bienestar y desarrollo, hizo que anhele aún más el logro profesional que decidí realizar, a mi padre Santos Segundo, que fue la fuerza que me motivó a descubrir esta hermosa carrera y el estilo de vida que debía llevar, también agradezco a mis hermanos por el apoyo brindado a lo largo de mi formación académica, con el objetivo de poder crecer personal y profesionalmente.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
1. CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3. OBJETIVOS	13
1.4. HIPÓTESIS	14
1.5. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL TEMA.....	15
1.6. ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA QUE SUSTENTA EL ESTUDIO	20
1.7. DEFINICIONES TÉRMINOS BÁSICOS	57
2. CAPITULO 2. METODOLOGÍA.....	60
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	60
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	61
2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	63

2.4.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	64
2.5.	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	65
2.6.	DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN	67
2.7.	FICHA DE OBSERVACIÓN	69
2.8.	CUADRO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	90
3.	CAPITULO 3. RESULTADOS	92
3.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	92
3.2.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	98
4.	CAPITULO 4.DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
4.1.	DISCUSIÓN	109
4.2.	CONCLUSIONES	114
4.3.	RECOMENDACIONES	115
	REFERENCIAS.....	118
	ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasas de crecimiento geométrico medio anual según departamentos	4
Tabla 2. Total de viviendas particulares censadas 1993,2007 y 2017	5
Tabla 3. Estimaciones y proyección de población Carabayllo	6
Tabla 4. Factores de Zona "Z"	56
Tabla 5. Categoría de edificación y factor "U"	56
Tabla 6. Factor de suelo "S"	56
Tabla 7. Matriz de Operacionalización de variables.....	65
Tabla 8. Grado de vulnerabilidad.....	92
Tabla 9. Prueba de Normalidad.....	96
Tabla 10. Componentes de los Aspectos Geométricos	98
Tabla 11. Estadística de los componentes de los Aspectos Geométricos	99
Tabla 12. Estadística de los Aspectos Geométricos.....	100
Tabla 13. Componentes de los Aspectos Constructivos	101
Tabla 14. Estadística de los componentes de los Aspectos Constructivos	101
Tabla 15. Estadística de los Aspectos Constructivos.....	103
Tabla 16. Componentes de los Aspectos Estructurales.....	103
Tabla 17. Estadística de los componentes de los Aspectos Estructurales.....	104
Tabla 18. Estadística de los Aspectos Estructurales	105
Tabla 19. Calificación ponderada de cimentación, suelos, entorno.....	106
Tabla 20. Estadística Cimentación, Suelo y Entorno.....	107
Tabla 21. Resultados de estudios de investigación	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de zonificación sísmica del Perú	3
Figura 2. Esquematación de Metodología AIS	21
Figura 3. Esquematación de los Aspectos Geométricos	23
Figura 4. Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad baja.....	25
Figura 5. Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad media.....	25
Figura 6. Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad alta.....	26
Figura 7. Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad baja.....	27
Figura 8. Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad media.....	27
Figura 9. Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad alta.....	28
Figura 10. Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad baja.....	28
Figura 11. Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad media ..	29
Figura 12. Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad alta	29
Figura 13. Esquematación de Aspectos Constructivos	30
Figura 14. Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad baja.....	31

Figura 15. Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad media.....	31
Figura 16. Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad alta.....	32
Figura 17. Esbozo del parámetro de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad baja	32
Figura 18. Esbozo del parámetro de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad media	33
Figura 19. Esbozo del parámetro de calidad de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad alta.....	33
Figura 20. Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad baja..	34
Figura 21. Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad media	34
Figura 22. Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad alta...	35
Figura 23. Esquemmatización de los Aspectos Estructurales I	35
Figura 24. Esquemmatización de los Aspectos Estructurales II.....	37
Figura 25. Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad baja.....	38
Figura 26. Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad media.....	38
Figura 27. Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad alta.....	39
Figura 28. Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad baja.....	39

Figura 29. Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad media.....	40
Figura 30. Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad alta.....	40
Figura 31. Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad baja.	41
Figura 32. Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad media.....	41
Figura 33. Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad alta..	41
Figura 34. Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad baja.....	42
Figura 35. Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad media.....	42
Figura 36. Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad alta	42
Figura 37. Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad baja.....	43
Figura 38. Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad media.....	43
Figura 39. Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad alta.....	44
Figura 40. Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad baja.....	44
Figura 41. Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad media.....	45
Figura 42. Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad alta.....	45
Figura 43. Esquematación Cimentación, Suelos y Entorno.....	46

Figura 44. Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad baja.....	47
Figura 45. Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad media	47
Figura 46. Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad alta	47
Figura 47. Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad baja	48
Figura 48. Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad media	48
Figura 49. Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad alta	48
Figura 50. Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad baja.....	49
Figura 51. Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad media.....	49
Figura 52. Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad alta.....	49
Figura 53. Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica	50
Figura 54. Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica modificada	51
Figura 55. Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica. Adaptado de (Carpeta, 2014).....	52
Figura 56. Formato de análisis de vulnerabilidad sísmica. Adaptado de (Carpeta, 2014)	53
Figura 57. Área de estudio del proyecto	62
Figura 58. Viviendas Analizadas	63
Figura 59. Encuesta de viviendas	68
Figura 60. Plano de vivienda analizada (1er Nivel).....	69
Figura 61. Plano de vivienda analizada (2do Nivel).....	71
Figura 62. Configuración de la vivienda en altura.....	74
Figura 63. Medición de espesores de juntas verticales	75
Figura 64. Tipo y disposición de unidades de albañilería.....	77
Figura 65. Calidad de materiales de la vivienda.....	78
Figura 66. Visualización de muros confinados y/o reforzados.....	79

Figura 67. Detalle de columnas y vigas de confinamiento.....	80
Figura 68. Disposición de vigas de amarre o corona.....	81
Figura 69. Detalle de entrepiso.....	83
Figura 70. Detalle de amarre de cubiertas.....	84
Figura 71. Detalle de suelo de la zona de estudio.....	86
Figura 72. Tipo de suelo a 2.5m de profundidad en Carabayllo.....	87
Figura 73. Cuadro de descripción de tipo de suelo a 2.5 de profundidad.....	88
Figura 74. Entorno del área de estudio.....	88
Figura 75. Resumen en formato de ficha de observación y análisis.....	89
Figura 76. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica.....	90
Figura 77. Resumen de evaluación de vulnerabilidad.....	91
Figura 78. Grado porcentual de Vulnerabilidad en las viviendas de estudio.....	92
Figura 79. Rango del Grado de Vulnerabilidad.....	93
Figura 80. Distribución porcentual de tipo de edificación.....	94
Figura 81. Distribución porcentual de antigüedad de edificación.....	94
Figura 82. Distribución porcentual de asesoría calificada.....	95
Figura 83. Distribución porcentual de planos de construcción de la vivienda.....	95
Figura 84. Distribución porcentual de número de pisos proyectados.....	96
Figura 85. Curva de Normalidad - Grado de Vulnerabilidad.....	97
Figura 86. Curva de Normalidad - Características constructivas.....	98
Figura 87. Promedios de calificación de los aspectos geométricos.....	99
Figura 88. Promedios de calificación de los componentes constructivos.....	102
Figura 89. Promedios de calificación de los componentes estructurales.....	104

Figura 90. Promedios de calificación de los componentes estructurales.....	107
Figura 91. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°1	122
Figura 92. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°2.....	123
Figura 93. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°3.....	124
Figura 94. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°4.....	125
Figura 95. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°5.....	126
Figura 96. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°6.....	127
Figura 97. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°7.....	128
Figura 98. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°8.....	129
Figura 99. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°9.....	130
Figura 100. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°10.....	131
Figura 101. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°11.....	132
Figura 102. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°12.....	133
Figura 103. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°13.....	134
Figura 104. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°14.....	135
Figura 105. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°15.....	136
Figura 106. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°16.....	137
Figura 107. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°17.....	138
Figura 108. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°18.....	139
Figura 109. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°19.....	140
Figura 110. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°20.....	141
Figura 111. Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°21.....	142
Figura 112. Reparación de grietas gruesas.	149

Figura 113. Picado del nudo viga y columna.....	149
Figura 114. Pañeteo de Muro.....	149
Figura 115. Perforación de Muro.....	150
Figura 116. Fijado de malla electrosoldada.	150
Figura 117. Inyección de perforaciones.....	151
Figura 118. Trazo y replanteo para el levantamiento de muro.	152
Figura 119. Primera hilada asentada de ladrillos.	152
Figura 120. Colocado de ladrillos maestros.....	153
Figura 121. Colocado y espaciado de espesor de mortero.....	154
Figura 122. Colocación de mechas de anclaje.....	155
Figura 123. Control de verticalidad y altura de muros por jornada.....	155
Figura 124. Implementación de columnas en extremos de muros.....	157
Figura 125. Ejemplo en vista de planta de implementación de columnas.....	157
Figura 126. Interacción de fuerza sísmica.....	158

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Longitud mínima de muros en cada dirección según NSR - 0.10.....	26
Ecuación 2. Densidad mínima de muros reforzados.....	55

RESUMEN

El trabajo de investigación presentó como objetivo principal, establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019, la referida metodología contempló las siguientes características constructivas evaluadas: aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, cimentación, entorno y suelo. La muestra dirigida, son 21 viviendas de albañilería confinada. Se utilizó como instrumento de recolección de datos, fichas de observación y encuesta, el estudio es de carácter cuantitativo con alcance descriptivo, sostiene un diseño no experimental - transversal.

Los resultados de la investigación, realizados mediante el análisis descriptivo, utilizaron el software SPSS V.24 y Microsoft Excel, se determinó que la cantidad de muros en las dos direcciones, calidad de las juntas de pega en mortero, vigas de amarre o corona y muros confinados y reforzados, de las viviendas de albañilería confinada, son los factores más vulnerados.

Se llegó a la conclusión, que existe un grado de vulnerabilidad baja de 0%, media de 28.57% y alta de 71.43%, en las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS.

Palabras clave: metodología AIS, vulnerabilidad sísmica, viviendas de albañilería confinada.

ABSTRACT

The main objective of the research work was to establish the degree of seismic vulnerability of the confined masonry dwellings analyzed, under the approach of the AIS methodology in the AA. HH. El Progreso I Sector, district of Carabayllo, in the year 2019,, the referred methodology contemplated the following constructive characteristics evaluated: geometric aspects, constructive aspects, structural aspects, foundations, environment and soil. The case study is 21 confined masonry dwellings. It was used as an instrument of data collection, observation and survey sheets, the study is quantitative with descriptive scope, supports a non-experimental design - transverse.

The results of the investigation, carried out by means of descriptive analysis, using SPSS V.24 and Microsoft Excel software, indicated that the quantity of walls in both directions, quality of mortar glue joints, mooring beams or crown and confined and reinforced walls, of confined masonry dwellings, are the most vulnerable factors.

It was concluded that there is a low degree of vulnerability (0%), a medium degree (28.57%) and a high degree (71.43%) in the confined masonry dwellings analysed, using the AIS methodology.

Keywords: AIS methodology, seismic vulnerability, confined masonry housing.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

Mosqueira (2012) sostiene que los movimientos sísmicos serán siempre una tentativa de estudio en un trabajo de investigación, puesto que generan numerosas pérdidas humanas y económicas y por lo tanto, es de vital importancia identificar las zonas que sean más propensas a un evento sísmico (pág. 43). Estrada (2017) afirma que “En la capital hay alrededor de dos millones de viviendas. El 70% son informales y, de ese porcentaje, medio millón son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad” (parr.4). Giraldo (2018) expresa que la gran cantidad de pérdidas de vidas, como consecuencia de los movimientos sísmicos, acaecen porque las edificaciones colapsadas son construcciones que no respetan un diseño sísmico, y gran parte de estas edificaciones son viviendas autoconstruidas (pág. 4). Es así, que el trabajo ahora expuesto, analizará, uno de los distritos perteneciente a los conos más poblados de Lima, Carabayllo, en el cuál se tomará como muestra dirigida, 21 viviendas de albañilería confinada del AA.HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, cabe recalcar que la investigación presentada, cuenta con estudios o antecedentes previos de carácter nacional e internacional, que están relacionadas con las variables de estudio.

El problema principal y/o general es: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA.HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?

Asimismo, la presente investigación se justifica en el aumento de viviendas en los conos, y la busca de una rápida caracterización del comportamiento de las mismas, debido al riesgo y vulnerabilidad que existe, y de las limitadas políticas de ayuda para su intervención.

El objetivo planteado es establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada estudiadas analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

La hipótesis descriptiva general es: El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, se encuentra en un rango medio y alto, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

Para el estudio organizado y sistematizado del tema de investigación el trabajo se organiza de la siguiente manera.

(i) Introducción: Se explica y describe la realidad problemática en el contexto actual, la formulación del problema, junto con la justificación del estudio, limitaciones, objetivos e hipótesis descriptiva, investigaciones relacionadas con el tema y la definición de términos básicos.

(ii) Metodología: Presentación del alcance (tipo) de estudio y el diseño que contempla investigación, población y muestra no probabilística (dirigida), asimismo la técnica e instrumentos de recopilación de datos, procedimiento y análisis de datos, y finalmente la matriz de operacionalización y el desarrollo de investigación.

(iii) Resultados: Comprende la descripción de resultados, la evaluación realizada en campo y los gráficos estadísticos de resultados en SPSS V.24 y Microsoft Excel.

(iv) Discusiones, Conclusiones y Recomendaciones : Comprende la comparación y/o análisis con los resultados de los antecedentes seleccionados, las conclusiones realizadas, además las referencias bibliográficas consultadas y los anexos respectivos, en las cuales se adjunta el cuadro de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda, el resumen del grado de vulnerabilidad sísmica del total de la muestra dirigida, matriz de consistencia, registro fotográfico con el representante

vecinal, y la propuesta de reforzamiento para los componentes más vulnerados, con referencia de los resultados encontrados en la presente investigación.

1.1. Realidad Problemática

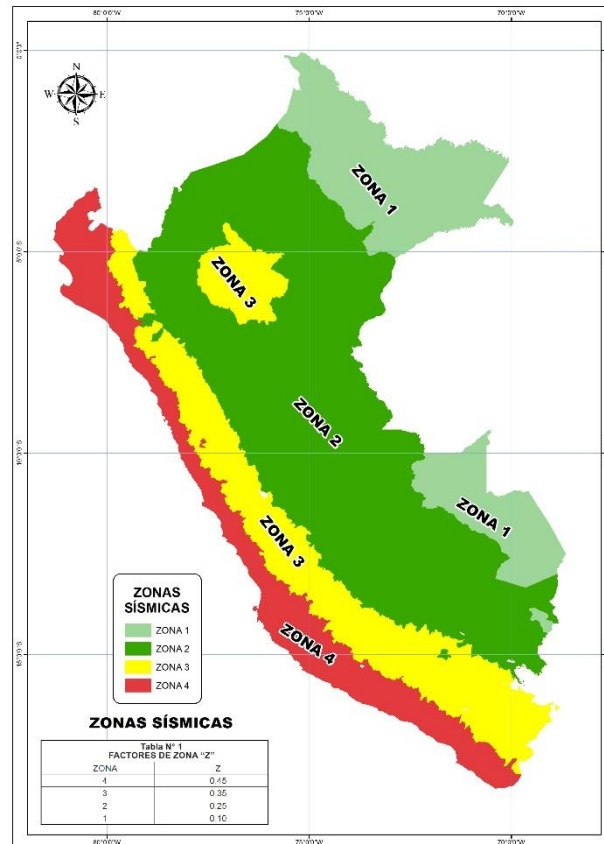
La ocurrencia de un terremoto o movimiento sísmicos son fenómenos naturales inevitables, cuya consecuencia es capaz de generar catástrofes en la zona donde actúen.

Mena Hernández (2002), sostiene que el promedio anual mundial de movimientos sísmicos medidos en escala Richter, están comprendido entre los valores de 7 -7.9, y es aproximadamente 18, y que terremotos mayores a 8 es de 1, de la misma forma el número de terremotos (7-7.9) generados en 1999, estuvo en la media anual (debajo de 8), y aun así, las estadísticas duplicaron las muertes causadas por terremoto, llegando a una cifra de 22000. (pag.2), asimismo se presentan datos de terremotos acaecidos en Taiwan (1999) el cual se estimaron daños en \$ 4.000 millones, 50.000 damnificados y 53.000 edificaciones dañadas, el de Turquía, daños que oscilan entre los \$3.000 y \$6.500 millones, 600.000 damnificados y 82.000 viviendas dañadas, o India además de que hubo víctimas mortales, tuvo 166.836 heridos, aproximadamente 339.000 viviendas destruidas y daño severo de 783.000 en la zona del epicentro (USGS, 2002).

Es necesario entonces, señalar que, en nuestro país los eventos sísmicos se desarrollan de una manera continua en el tiempo. Según Campoverde (2017) menciona que “el IGP reporta en promedio entre 150 a 200 sismos percibidos por la población con intensidades mínimas de II-III (Escala de Mercalli Modificada) y magnitudes ML (Magnitud Local) $\geq 4,0$ ” (p. 30).

Figura 1.

Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: Norma Técnica E-030

En el transcurso de estos años el sector de la construcción está creciendo progresivamente, contribuyendo al crecimiento económico del país. Actualmente, el crecimiento anual de la población de nuestro país, radica en 1.3 % según el INEI, con lo cual se entiende la demanda y consolidación de viviendas para las familias que eligen situarse en un determinado sector.

Tabla 1.

Tasas de crecimiento geométrico medio anual según departamentos

DEPARTAMENTO	1995 - 2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERÚ	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La libertad	18.0	1.7	1.5	1.3

Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
<i>SIERRA</i>				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
<i>SELVA</i>				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Según el estudio realizado por SENCICO en el año 2013, logró estimar que un 60 % de las edificaciones (viviendas) en nuestro país, son generadas por autoconstrucción (parr.1). El incremento palmario de viviendas se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Total de viviendas particulares censadas 1993,2007 y 2017

Número de Hogares	Censo 1993	Censo 2007	Censo 2017	Incremento promedio anual	Tasa de crecimiento (%) promedio anual
Total	4,427,517	6,400,131	7,698,900	129,841	1.9
Con 1 hogar	4,178,217	6,119,694	7,296,338	117,632	1.8
Con 2 hogares	187,797	220,566	296,743	7,616	3.0

Con 3 hogares	44,334	47,971	75,067	2,709	4.6
Con 4 hogares	12,183	10,165	20,985	1,082	7.5
Con 5 y más hogares	4,986	1,735	9,767	803	18.9

Fuente: INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993,2007 y 2017

Los conos de Lima, son actualmente puntos de gran concentración y consolidación de viviendas, esto se ve reflejado en el incremento poblacional, registros que son publicados por el INEI. Es así, que el presente estudio realizado, toma como lugar de estudio AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, ubicado en el cono norte de Lima, área donde se ha incrementado notablemente el crecimiento de población a lo largo de estos años, como se muestra a continuación:

Tabla 3.

Estimaciones y proyección de población Carabayllo

CARABAYLLO	
AÑO	POBLACIÓN
2000	160,056
2001	167,854
2002	175,869
2003	184,096
2004	192,526
2005	201,149
2006	209,901
2007	218,780
2008	227,870
2009	237,269
2010	247,077
2011	257,326
2012	267,961
2013	278,963
2014	290,311
2015	301,978

Fuente: INEI

Teniendo en consideración la relación de población y viviendas del último censo (2017) en nuestro país, las personas promedio por vivienda son de 4.06 (personas/vivienda), con lo cual tomando en consideración la población de Carabayllo de la tabla anteriormente mostrada, para el último año proyectado en la tabla, se estaría teniendo un total de 74,378 viviendas. Gran parte de estas viviendas localizadas en el sector de estudio rige a construcciones informales (autoconstruidas), las cuales en su mayoría no han sido diseñadas y/o supervisadas por un personal profesional calificado, por lo que no conciben un diseño sismorresistente. Entre las características que presentan estas edificaciones, podemos mencionar:

No presentan adecuados aspectos geométricos, puesto que, en la mayoría de las mismas, solo se intenta abarcar la máxima cantidad de área posible en altura y planta. Esto básicamente responde a la migración e invasión de personas hacia los conos, en busca de nuevas áreas o terrenos a ocupar, al crecimiento de familias habitantes de cada vivienda, hace que estando ya consolidadas en una determinada área, aumente verticalmente la estructura de la vivienda, esto claro está, sin contemplar aspectos de diseño.

No se establece un correcto proceso de construcción, influye en esto la “mano de obra calificada”, y la “calidad de los materiales”. “En las construcciones de albañilería de la zona se utilizan principalmente los ladrillos tipo King Kong Artesanales, los cuales muchas veces no cumplen los requisitos mínimos de resistencia ni calidad” (Giraldo, 2018, pág. 1), el construir una vivienda requiere de un considerable presupuesto, para los materiales, mano de obra y supervisión, el hecho de escatimar y prescindir de estos por la situación precaria y/o desconocimiento del tema, obliga a conseguir un personal sin la experiencia necesaria, o carente de formación y experiencia, permitiendo con ello el empleo de materiales que tanto sus propiedades físicas y químicas no están

avaladas en los parámetros de la norma, y que su producción es mayormente de manera artesanal y con costos más bajos que los de fabricación industrial , hace tentativo para su adquisición.

Se presentan aspectos estructurales deficientes tanto en los elementos estructurales de la vivienda como en los no estructurales de la misma, esto es, construidos sin conocimiento del R.N.E (Reglamento Nacional de Edificaciones), pues no solo la mano de obra es influyente para el termino de proceso constructivo de una vivienda, sino también, las características que los elementos de esta tengan para su correcta funcional ante un movimiento telúrico, y esto claro está, responde a un diseño preconcebido y elaborado por personal técnico calificado (ingenieros o arquitectos), es decir, no sirve de mucho tener una mano de obra de alta calidad y/o materiales, si la vivienda elaborada, carece de un concepto ingenieril en su planificación, el aporte correcto de este sistema en los muros confinados y reforzados, de las vigas de confinamiento y de las características de las aberturas, hacen básicamente la composición de configuración del sistema de albañilería confinada.

De igual manera, la importancia del diseño de la cimentación, de acuerdo al tipo de suelo y entorno en donde la vivienda está ubicada, es vital para que la estructura posea la mejor respuesta, ante un movimiento telúrico.

Es posible deducir que uno de los problemas más latentes que afecta a nuestro país es el “alto índice de construcción informal” (autoconstrucción) de viviendas, estas viviendas al ser realizadas de esta forma, tienen una gran y/o alta probabilidad de deficiencia en sus características de construcción (geometría, constructiva, estructura, cimentación, entorno y suelo), el no tener estudios que sean representativos para sectores que vienen surgiendo de manera acelerada y asentándose en AA.HH o PP.JJ, hace que no estén identificados y/o determinados en un riesgo de vulnerabilidad, estas autoconstrucciones, no están pensadas ni elaboradas para afrontar el impacto

generado por un movimiento sísmico, tomando en cuenta la posición geográfica de nuestro país en un sector de gran actividad y/o participación sísmica, la probabilidad de que ocurra a una escala intermedia a alta es muy palmaria, con lo que si pasase tendríamos lamentables pérdidas materiales y hasta de vidas,

Ante esta adversidad, se busca en el trabajo expuesto determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas analizadas y dar a conocer la identificación y determinación de valores a través de una metodología de caracterización y/o puntuación , para ver si se requiere la pronta atención e intervención de estas, de igual forma, se plantea una propuesta de reforzamiento con base en la tipología de daños más recurrentes , esto valores serán obtenidos a partir de los resultados de la investigación, asimismo, en el transcurso de las visitas realizadas a campo, se persuadió a las personas a conocer una construcción más segura que cuente con requisitos mínimos de seguridad y calidad, explicando la importancia y valor que tiene esta para salvaguardar la integridad de sus familias, finalmente a través del estudio expuesto, se exhorta a la adecuada implementación de planificación de desarrollo local por parte de las entidades estatales competentes.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?

1.2.2. Problemas específicos

1.2.2.1. Problema específico 1

¿Qué componente en los aspectos geométricos representa la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?

1.2.2.2. Problema específico 2

¿Qué componente en los aspectos constructivos representa la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?

1.2.2.3. Problema específico 3

¿Qué componentes en los aspectos estructurales representan la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?

1.2.3. Importancia y justificación del estudio

1.2.3.1. Justificación teórica

Con la presente investigación se pretende ampliar la aplicación de metodologías simplificadas (categorización y/o inspección), que permitan conocer el comportamiento general en un determinado sector (extensión territorial) y del mismo modo profundizar en estudiar el comportamiento de las variables y sus dimensiones.

Al respecto Mena (2003) afirma:

Los programas de planeación o programas de mitigación sísmica permiten tomar las medidas adecuadas en las zonas donde se ha determinado que el riesgo sísmico es alto.

Para esto se necesita que la metodología elegida para evaluar la calidad estructural o

vulnerabilidad sísmica de los edificios (...) se adecue a los objetivos planteados en el estudio. Es decir, aplicar metodologías detalladas implicaría costos muy elevados que en muchos casos no son viables e inclusive inadecuados, si es una zona de baja peligrosidad (...). (p.39)

1.2.3.2. Justificación práctica

Se busca con el presente trabajo de investigación, identificar aquellas viviendas que registran una vulnerabilidad sísmica media-alta, las mismas que de las conclusiones se extraerá la incidencia de los indicadores de cada una de las variables y las dimensiones consideradas, para considerar en ellas una pronta intervención de reforzamiento de acuerdo a los daños más recurrentes en sus elementos , y promover la promoción de políticas de reforzamiento de viviendas de manera sostenible para los sectores del país que más lo necesiten. “La ocurrencia de los fenómenos sísmicos es inevitable (...), esto conlleva a realizar mejoras que optimicen el comportamiento sismo-resistente de las estructuras nuevas y reforzamiento de las existentes, de tal forma, que permita mitigar las pérdidas producidas por los terremotos (...)” (Herrera Reyes, Vielma C., Barbat H., & Pujades L., 2012, p. 9)

1.2.3.3. Justificación metodológica

En aras de alcanzar los objetivos señalados en el estudio, se empleará el enfoque cuantitativo, el análisis descriptivo en medir y caracterizar las variables y/o dimensiones del planteamiento de estudio, se realizará la codificación y procesamiento en el software SPSS V.24, así también uso del programa Microsoft Excel para almacenar y representar gráficamente los datos y/o resultado que se obtienen, por último, el empleo del software AutoCAD, para el levantamiento de geometría de las viviendas evaluadas. “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer pautas

del comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 4)

1.2.3.4. Justificación social

El estudio generará un impacto positivo en el aspecto social puesto que se conocerá las características constructivas, geométricas y estructurales que poseen las viviendas de la muestra dirigida analizadas, identificando el comportamiento general de las fallas más incidentes y su grado de vulnerabilidad, dejando en cada visita realizada orientaciones de buenas prácticas para las construcciones de las mismas y brindar una propuesta de reforzamiento.

1.2.4. Limitación del estudio

1.2.4.1. Limitación temática

El problema abordado en el estudio ahora expuesto, está limitado a evaluar viviendas que estén en mayoría sin acabados y/o parcialmente con acabados, puesto que, para la adecuada evaluación en función de la metodología AIS se requiere identificar los respectivos elementos que conforman a la estructura, de la misma forma se considera para nuestra dimensiones de estudio los siguientes aspectos: geométricos, constructivos y estructurales, puesto que, de lo explicado en las otras limitaciones, no se permitieron estudios y/o ensayos que permitan directamente su evaluación (cimentación y suelo). Finalmente acotar que al presentar la zona de estudio diferentes sistemas y/o tipos de empleo de materiales, no se tiene la certeza de las cantidades de viviendas (población) con las características que se busca para determinar aleatoriamente la muestra probabilística, por tanto, se enfoca como muestra dirigida, que respete a los alcances y características de la investigación.

1.2.4.2. Limitación tecnológica

Para la evaluación y levantamiento de medidas de las viviendas seleccionadas, se utilizó el distanciómetro Leica DISTO™ D510, el procesamiento de datos a través del software SPSS V.24 y recopilación y/o codificación en Microsoft Excel.

1.2.4.3. Limitación económica

Se indica la limitación de equipos para el estudio de prueba de resistencia del concreto en elementos estructurales (adquisición y movilización de equipos a la zona de considerable pendiente) y ensayo de suelos (permisos municipales e inquietud de la población), se tomó de manera referencial uso de estudios de estratificación de suelos de la zona realizados por CISMID.

1.2.4.4. Limitación Social.

Negación por parte de propietarios a colaborar con el alcance del estudio, por falta de confianza, asimismo, negación ante la posibilidad de hacer calicata para caracterización del suelo o verificación de cimentación, por último, la limitación de acceso a algunos ambientes de la vivienda y/o registro fotográfico del mismo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.3.2. *Objetivos específicos*

1.3.2.1. *Objetivo específico 1*

Determinar que componente representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos geométricos, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.3.2.2. *Objetivo específico 2*

Determinar que componente representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos constructivos, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.3.2.3. *Objetivo específico 3*

Determinar que componentes representan la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos estructurales, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.4. *Hipótesis*

1.4.1. *Hipótesis general*

El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, se encuentra en un rango medio y alto, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.4.2. *Hipótesis específicas*

1.4.2.1. *Hipótesis específica 1*

El componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica concerniente a los aspectos geométricos, es la cantidad de muros en las dos direcciones, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.4.2.2. Hipótesis específica 2

El componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos constructivos, es la calidad de las juntas de pega de mortero, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.4.2.3. Hipótesis específica 3

Los componentes que representan la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos estructurales, son las vigas de amarre o corona y los muros confinados y reforzados respectivamente, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

1.5. Investigaciones relacionadas con el tema

En el ámbito nacional para el estudio expuesto, se contempla las siguientes investigaciones:

Huahuilque (2018), en su tesis de investigación expuesta: “El nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de construcción informal del asentamiento humano Santa Rosa de Lima – Cerro la Regla, Callao 2018”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, presentó como objetivo general determinar el nivel de vulnerabilidad informal del asentamiento humano “Santa Rosa de Lima – Cerro la Regla”, Callao 2018. La investigación dispuesta es de carácter aplicada - correlacional. Se basó en la obtención de información a través de la observación directa principalmente y elementos de fichaje, la muestra analizada es de 23 viviendas, se realizó a discusión con otras investigaciones, expone que la mayor similitud de valores obtenidas es donde se realizó previamente investigaciones de acuerdo a los parámetros de influencia como la zona y las viviendas a base de albañilería, el autor tiene como primera conclusión que las viviendas de la muestra analizada poseen un valor 39.13% en lo que respecta a vulnerabilidad sísmica alta, 60.87% para vulnerabilidad sísmica media 0% para vulnerabilidad sísmica baja. Esta investigación ayudó

a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas por el “Índice de Vulnerabilidad de Benedetti & Petrini”), con la metodología aplicada en la presente investigación realizada (Metodología AIS).

Nervi (2017), en su tesis de investigación expuesta: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA SEGÚN LA NORMA E – 070 DEL RNE DE LA CIUDAD DE JULIACA PUNO”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, contempla como objetivo primordial identificar y evaluar el riesgo (sísmico) en las viviendas autoconstruidas compuestas albañilería confinada. La investigación es de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y de tipo explicativo. La investigación utilizó como técnica principal la encuesta, utilizó como instrumento el cuestionario y simultáneamente las fichas de evaluación técnica, la muestra analizada es de 40 viviendas, el autor tiene como primera conclusión que los materiales empleado en la construcción de las viviendas tomadas como muestra, es en 97% uso de ladrillos tubulares artesanales, el cual que se empleó en muros portantes, asimismo concluyó que se emplea una baja y/o mala calidad de los materiales como resultado de la ineficaz asesoría e inexistencia de planos, puesto que, el 74% de viviendas analizadas no tienen registro de contar con asesoría y/o diseño. Esta investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas con criterios de la E -070 Análisis Sísmico), con la metodología aplicada en la investigación ahora expuesta (Metodología AIS).

Huashua Huarcaya & Sanchez Contreras (2017), en su tesis de investigación expuesta : “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE LA URBANIZACIÓN BELLA VISTA DE LA CIUDAD DE ABANCAY – APURIMAC”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”,

contempla como objetivo primordial “determinar la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones (viviendas)” en el sector de estudio (Urb. Bella Vista - Abancay – Apurímac). La investigación no especifica un tipo y/o enfoque de estudio, pero se logra deducir por el carácter de la investigación que responde a un estudio cuantitativo - descriptivo. En la investigación se recopiló información usando encuestas, también con entrevistas, y el empleo de fichas de reporte y de observación, la muestra analizada es de 48 viviendas, el autor llega concluir con respecto al nivel y/o grado de vulnerabilidad, que las viviendas abordadas cuentan con 2% de índice de vulnerabilidad baja entre (0 a 20%), de la misma forma el 46 % con un índice de vulnerabilidad media entre (20% a 40%) y por último el 52% con un índice de vulnerabilidad alta entre (40% a 100%). Esta investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas por el Índice de Vulnerabilidad de Benedetti & Petrini), con la metodología aplicada en la presente investigación realizada (Metodología AIS).

Valverde (2017), en su tesis de investigación espuesta: Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, tuvo como objetivo primordial determinar el riesgo sísmico del sector en mención (Pueblo Nuevo – Lambayeque) . La investigación es aplicada – descriptivo sostiene un diseño no experimental. El proceso de investigación se basó en la obtención de información usando análisis de documentos, encuestas y entrevistas, la muestra empleada es de 25 viviendas de albañilería confinada, en las discusiones el autor expone que los valores similares en comparación, se debe a la similitud de construcción en la costa peruana, teniendo como sistema estructural el de albañilería confinada, el autor concluyó que las viviendas presentan un “alto nivel de vulnerabilidad sísmica”, siendo esta con un 72%, expresa en ello la “inadecuada densidad de muros”, además del empleo de la “baja calidad de materiales” al igual que la mano de obra. Esta

investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas con criterios de la E -070 Análisis Sísmico), con la metodología aplicada en la presente investigación realizada (Metodología AIS).

Alva Velasquez & Bendezu Carranza (2015), en su tesis de investigación expuesta: “DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE LA ZONA PPJJ LA LIBERTAD - CHIMBOTE”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, contempló como objetivo primordial “determinar el grado y/o nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada” seleccionadas en el estudio. La investigación es de carácter descriptiva. La investigación llevó a cabo visitas a viviendas, se utilizó fichas de evaluación con la certeza de conocer las características de cada una de las mismas, la muestra analizada es de 31 viviendas, el autor como conclusión principal sustenta, que la vulnerabilidad (sísmica) en las viviendas de estudio (PPJJ La Libertad), un valor de 61% se encuentra en vulnerabilidad media y el 39% en vulnerabilidad alta, esto es debido a omisión de normas sísmicas, a la edad de las edificaciones y finalmente a la falta de cultura sísmica en nuestro medio. Esta investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas al adecuar el método de G.N.D.T Gruppo Nazionale er la Difensa dai Terremoti de Italia), con la metodología aplicada en la presente investigación realizada (Metodología AIS).

Flores (2015), en su tesis de investigación expuesta: “VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE SAMEGUA, REGION MOQUEGUA”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, contempló como objetivo primordial efectuar el “estudio de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en las viviendas autoconstruidas” del sector en mención (Samegua). La investigación

plantea un carácter descriptivo de estudio. La investigación recopiló información usando fichas de encuestas y de reporte (desarrolladas por la Pontífice Universidad Católica del Perú), la muestra analizada es de 25 viviendas, el autor llega a concluir que las viviendas intervenidas y/o evaluadas presentan una vulnerabilidad con un valor de 56% clasificando como alta y media de 44%, expresando que los primordiales factores que influyen en el resultado son la “densidad de muros”, el “material empleado para su construcción” (deficiente) y la intervención de la “mano de obra” durante la fase constructiva. Esta investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica calculadas (obtenidas con criterios de la E -070 Análisis Sísmico), con la metodología aplicada en la presente investigación realizada (Metodología AIS).

En el ámbito internacional para el estudio expuesto, se contempla las siguientes investigaciones:

(Carpeta, 2014), en su tesis de investigación expuesta: “DETERMINACION DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE SIETE VIVIENDAS MEDIANTE CUATRO METODOLOGÍAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”, para lograr adquirir el título profesional en “Ingeniería Civil”, contempló como objetivo primordial “determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de dos niveles” de la zona en mención (Ciudad de Bogotá). La investigación tiene carácter no experimental- descriptiva. El proceso llevado a cabo consistió visita a campo y recolección de información y/o datos, con fichas de observación modificadas de los métodos descritos en estudio, el caso de estudio tomado son de 7 viviendas, la discusión presentada en el proyecto con las otras investigaciones coinciden en que los parámetros de mayor influencia son la distancia máxima entre muros, el sistema estructural, la configuración en planta y elevación, tipo de diafragma y suelo. El autor logra concluir que el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas tomadas (7 viviendas conformadas por dos niveles), es media, puesto que el valor de

exposición a un evento sísmico es de 31.34%, de la misma forma, se determinó que valores más fidedignos del “índice de vulnerabilidad”, se logra cotejando los resultados analizados por la AIS y “Benedetti-Petrini”, puesto que de las metodologías estudiadas, se demuestra que éstas evalúan de una forma más completa e integral los “parámetros de diseño y de construcción”. Esta investigación ayudó a evaluar los rangos de vulnerabilidad sísmica en cada dimensión a la obtenida en el presente el estudio ahora expuesto, puesto que aplican la misma metodología. (Metodología AIS).

(Prieto, 2007)), En el artículo titulado: “Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de Ciudad Bolívar evaluadas por el método cualitativo”, contempló como objetivo primordial “determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de dos pisos y/o niveles en la ciudad de Bogotá”. El proceso llevado a cabo en la investigación comprendió la inspección visual y elaboración de formatos técnicos para el respectivo recaudo de información., la muestra analizada fue de 300 viviendas, el autor concluyó, que los factores y/o parámetros que más influyen en las viviendas registradas y/o evaluadas son la “configuración en planta”, asimismo la “irregularidad en altura”, “falta de confinamiento” y la “inestabilidad del entorno (terreno)”. Esta investigación ayudó a comparar la metodología AIS (propuesta en 2001) y la aplicada en el presente trabajo (Metodología AIS 2014).

1.6. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

1.6.1. Vulnerabilidad sísmica

“La vulnerabilidad, se refiere al grado de daños que puede sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características de su diseño, la calidad de sus materiales y de la técnica de construcción” (Kuroiwa, 2002, p. 5).

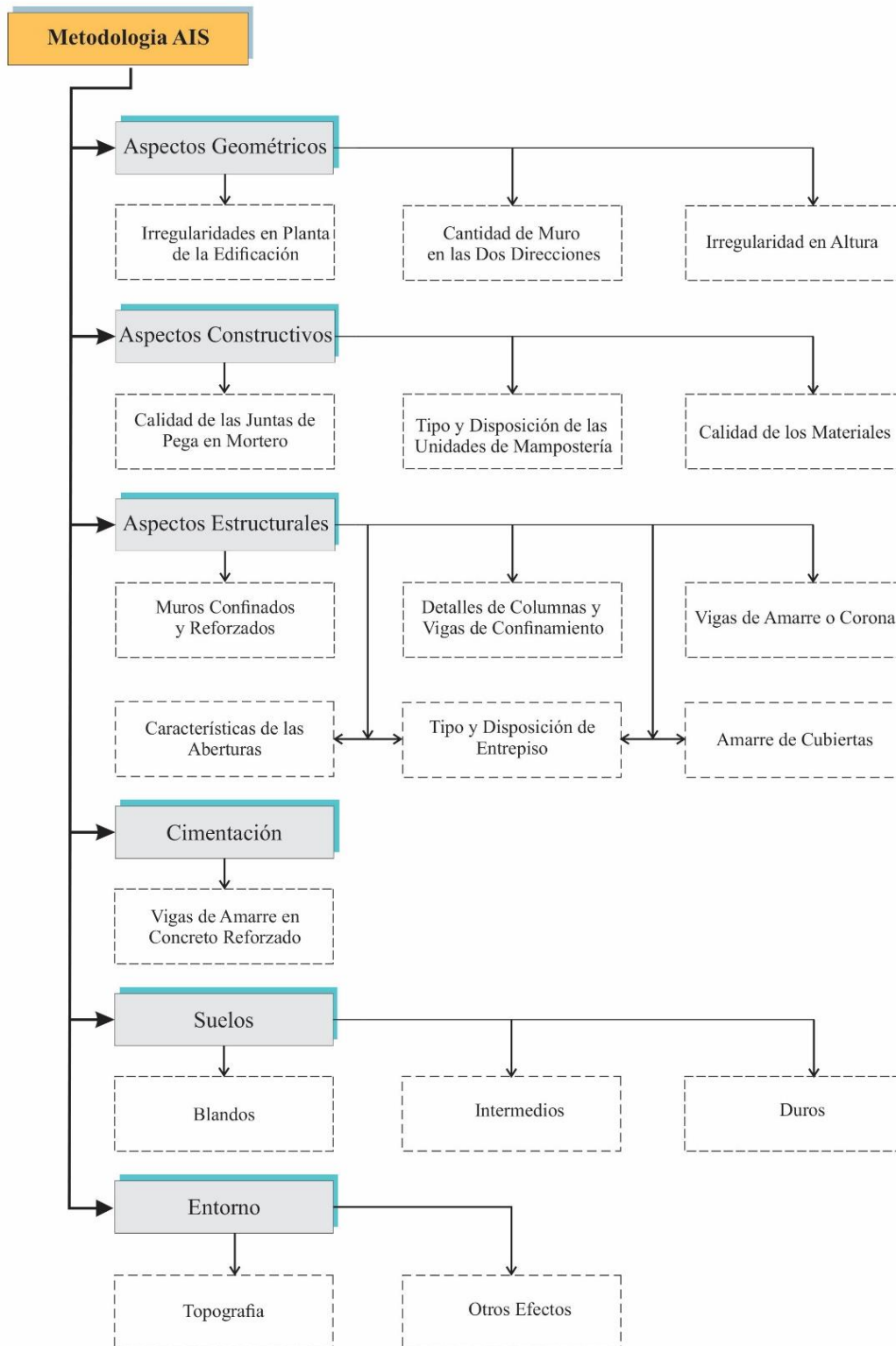
“La vulnerabilidad puede entenderse como un factor de riesgo interno, correspondiente a su predisposición intrínseca de ser susceptible a sufrir un daño, expresado como la factibilidad de que el sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza” (Barbat & Pujades, 2004, p. 231).

1.6.2. Metodología AIS

Es una metodología desarrollada por la AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica) correspondiente al año 2001, cuyo objetivo es estimar el grado de vulnerabilidad sísmica en viviendas, la referida metodología se basa, en aspectos calificados con criterios sencillos de visualización y su comparación con patrones definidos, los parámetros abordados son:

Figura 2.

Esquematización de Metodología AIS



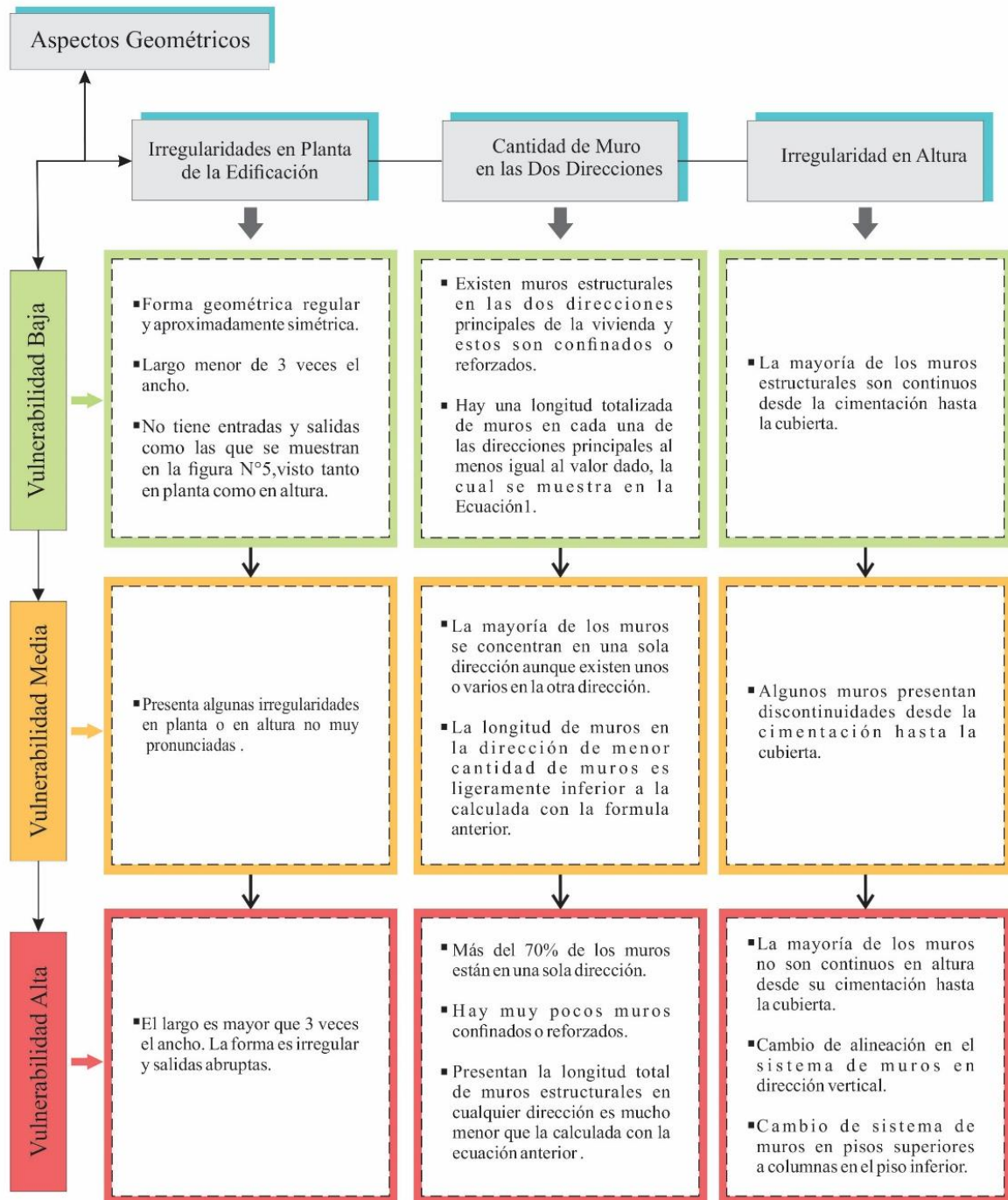
“Para que una vivienda califique como de vulnerabilidad sísmica intermedia o alta es suficiente con que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos mencionados. La evaluación para calificar la vulnerabilidad debe hacerse con el mayor cuidado” (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001, p. 6). Asimismo, debemos tener en cuenta la manera de proceder para su calificación. “La calificación se realiza en tres niveles, vulnerabilidad baja (en verde), vulnerabilidad media (en naranja) y vulnerabilidad alta (rojo)” (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001, p. 6).

Es necesario indicar, que la metodología expuesta, es aplicable para viviendas de uno y/o dos niveles, y deben de pertenecer a un sistema de albañilería simple, confinada o reforzada.

1.6.2.1. Aspectos Geométricos

Figura 3.

Esquemización de los Aspectos Geométricos



1.6.2.1.1. Irregularidad en planta de la edificación

Figura 4.

Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad baja

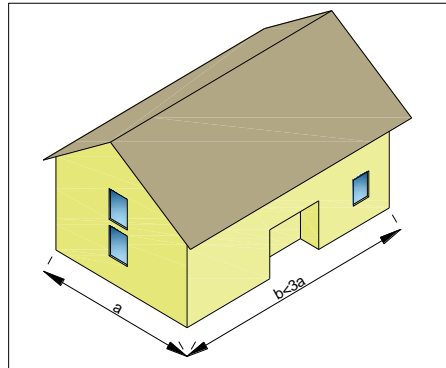


Figura 5.

Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad media

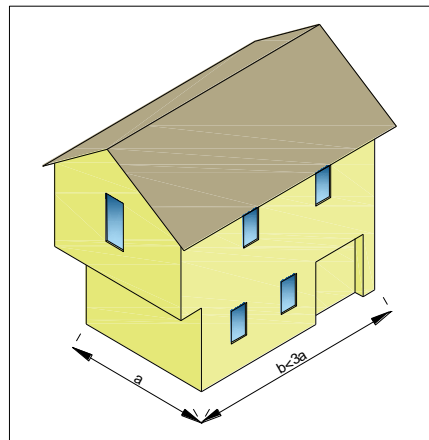
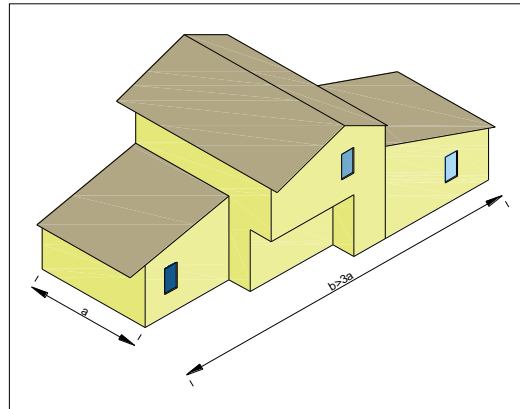


Figura 6.

Esbozo del parámetro de irregularidad en planta de la edificación que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.1.2. Cantidad de Muros en las Dos Direcciones:

Ecuación 1.

Longitud mínima de muros en cada dirección según NSR - 0.10.

$$L_o = \frac{(M_o \times A_p)}{t}$$

A_p = área en m² de la planta .

t = espesor de muros .

M_o = coeficiente que se lee en la tabla E.3.6-1 de la NSR-10, el cual se asigna según corresponda el A_p (coeficiente de aceleración) de la zona sísmica (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001, pág. 8)

Nota: Para la investigación llevada a cabo, por radicar y/o estar situada en zona peruana, el valor de cantidad de muros, se determinará según la normativa peruana (E.070).

Figura 7.

Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad baja

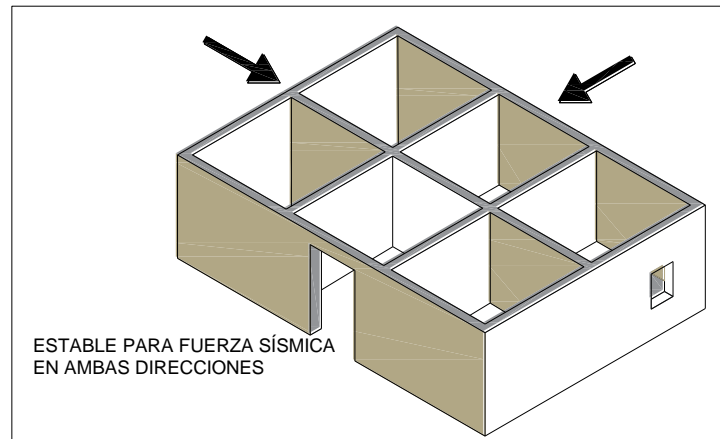


Figura 8.

Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad media

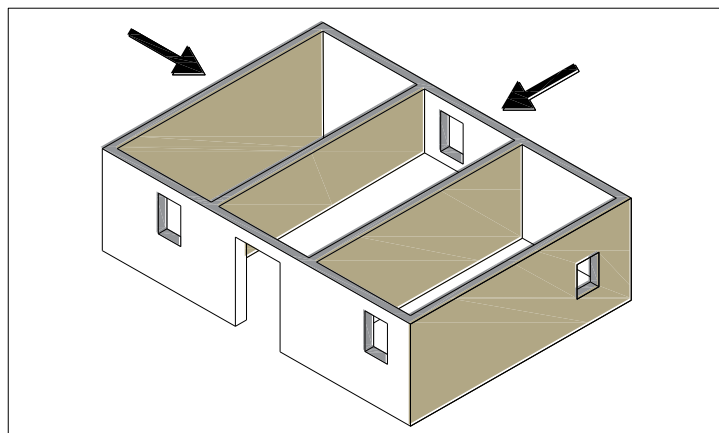
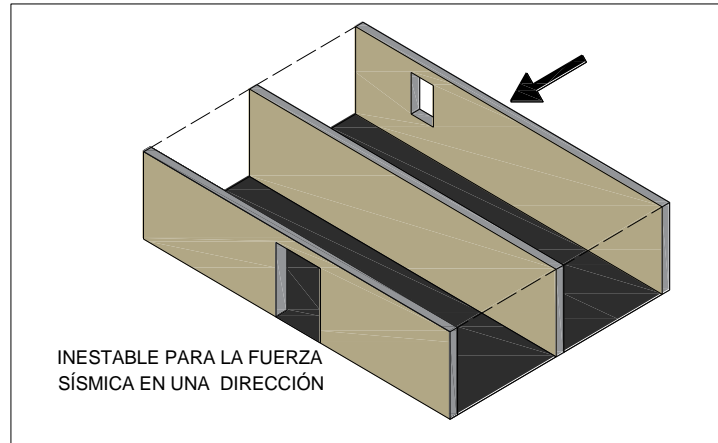


Figura 9.

Esbozo del parámetro de cantidad de muros en las dos direcciones que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.1.3. Irregularidad en altura

Figura 10.

Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad baja

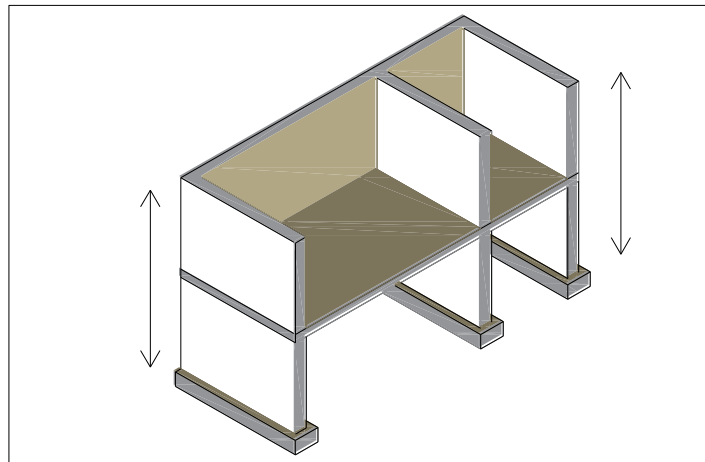


Figura 11.

Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad media

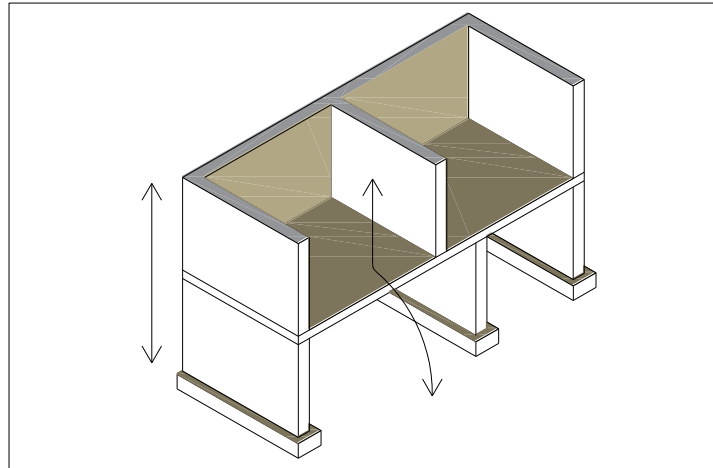
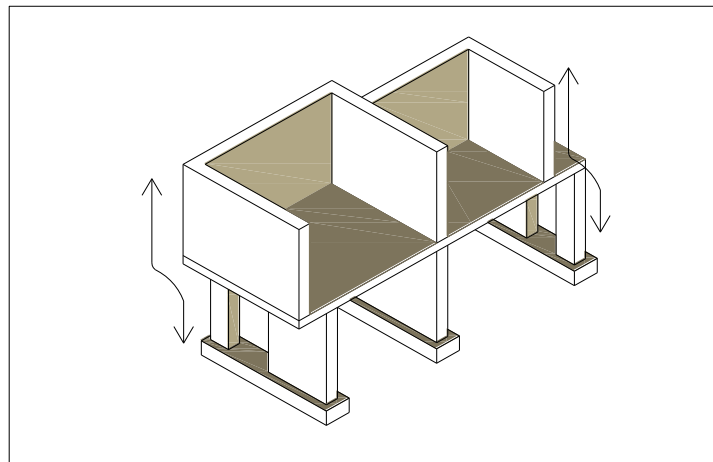


Figura 12.

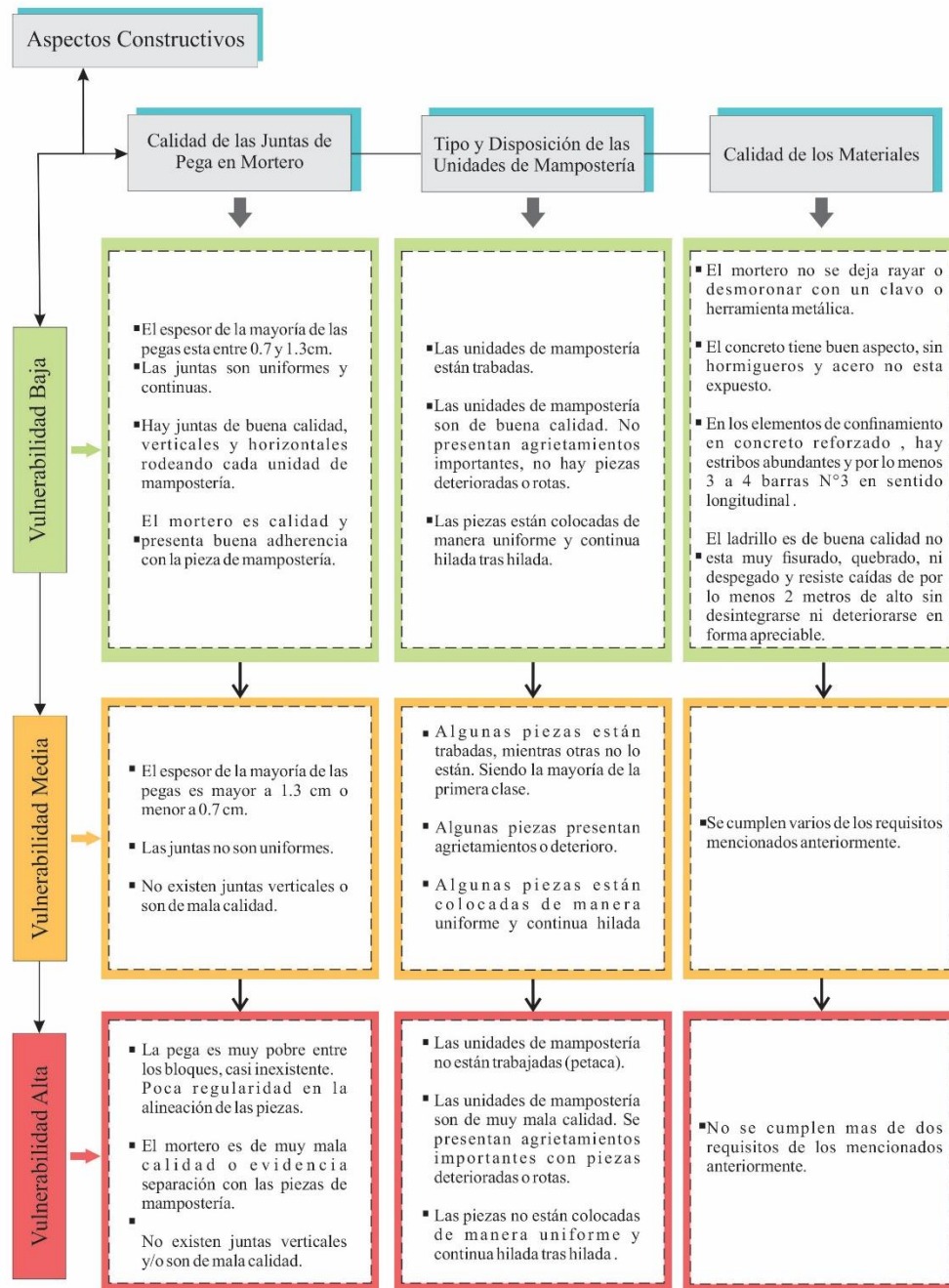
Esbozo del parámetro de irregularidad en altura que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.2. Aspectos constructivos

Figura 13.

Esquemmatización de Aspectos Constructivos



1.6.2.2.1. Calidad de las juntas de pega en mortero

Figura 14.

Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad baja

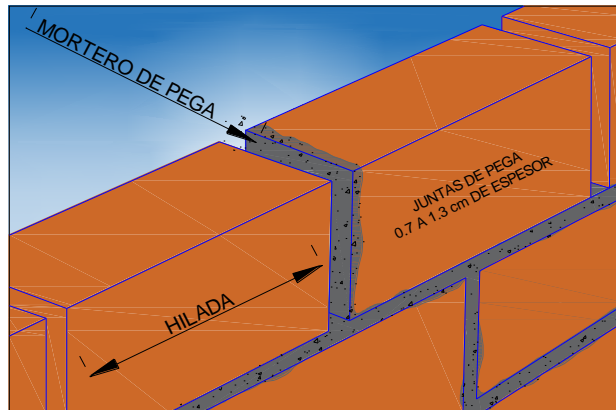


Figura 15.

Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad media

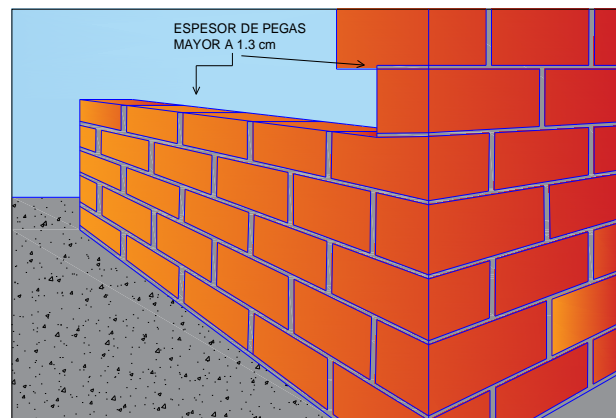
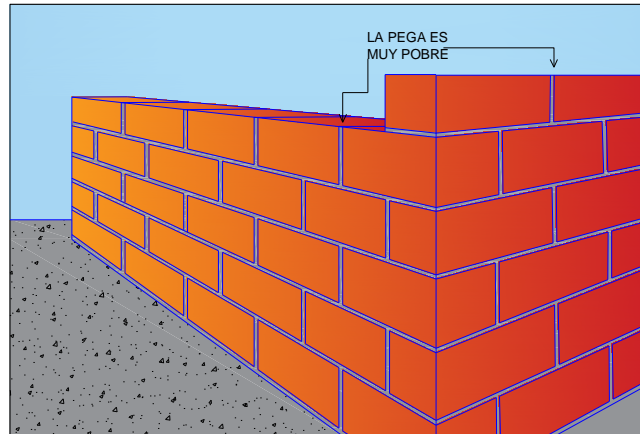


Figura 16.

Esbozo del parámetro de calidad de las juntas de pega en mortero que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.2.2. Tipo y Disposición de las Unidades de Mampostería:

Figura 17.

Esbozo del parámetro de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad baja

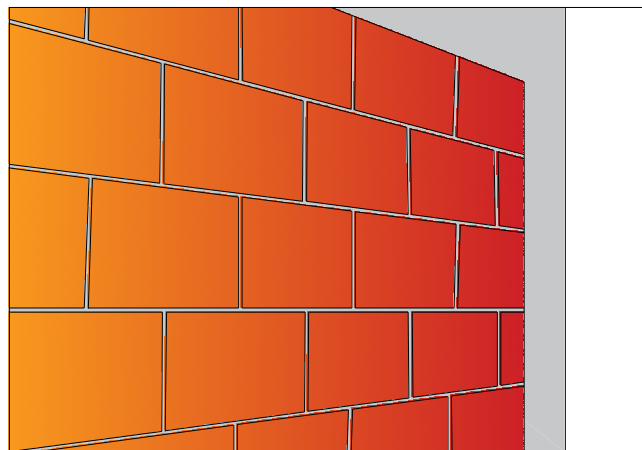


Figura 18.

Esbozo del parámetro de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad media

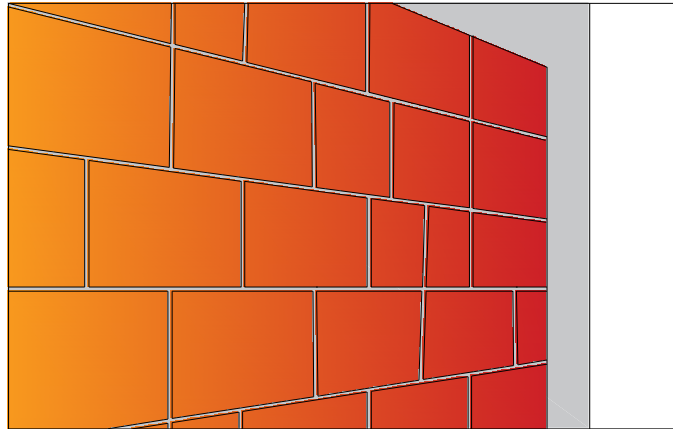
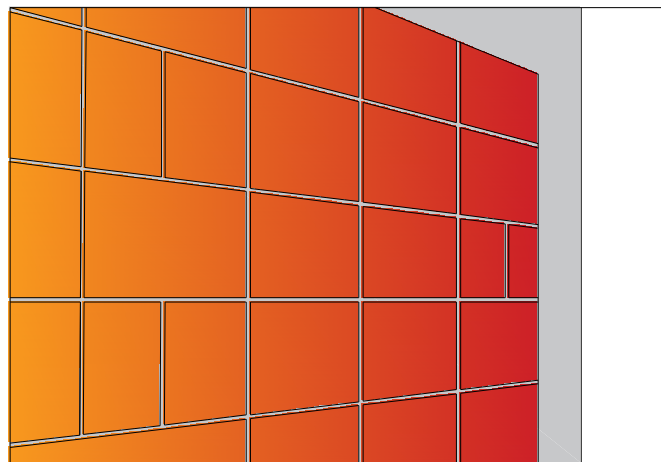


Figura 19.

Esbozo del parámetro de calidad de tipo y disposición de las unidades de mampostería que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.2.3. Calidad de los materiales

Figura 20.

Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad baja

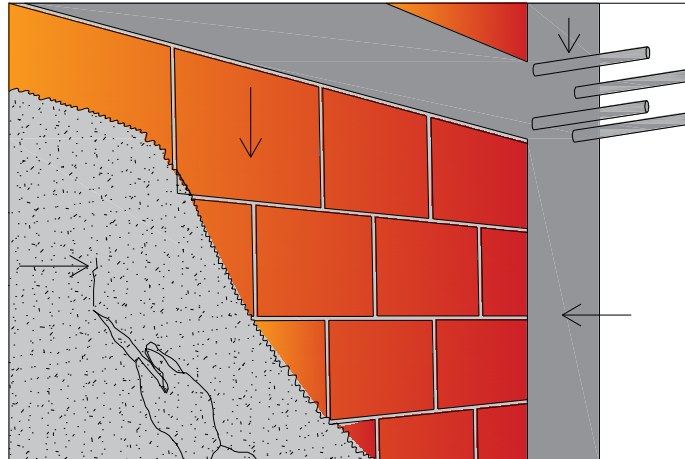


Figura 21.

Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad media

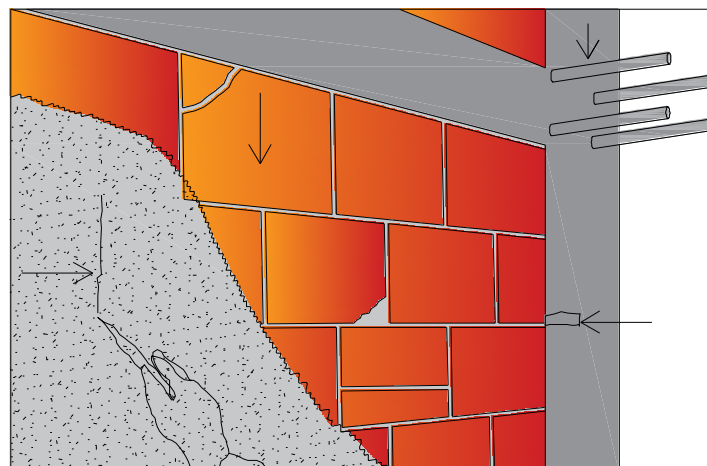
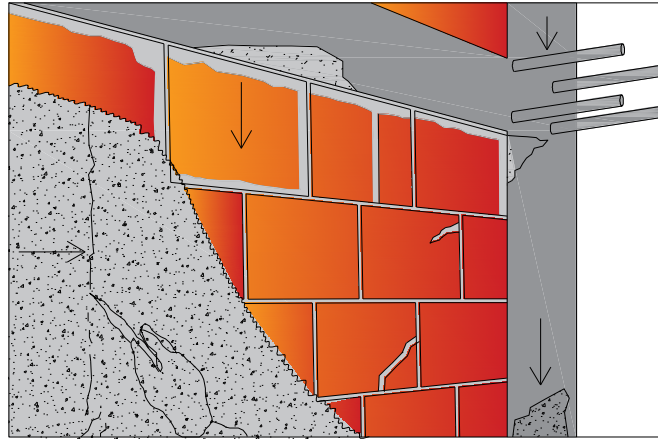


Figura 22.

Esbozo del parámetro de calidad de los materiales que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3. Aspectos estructurales

Figura 23.

Esquemmatización de los Aspectos Estructurales I

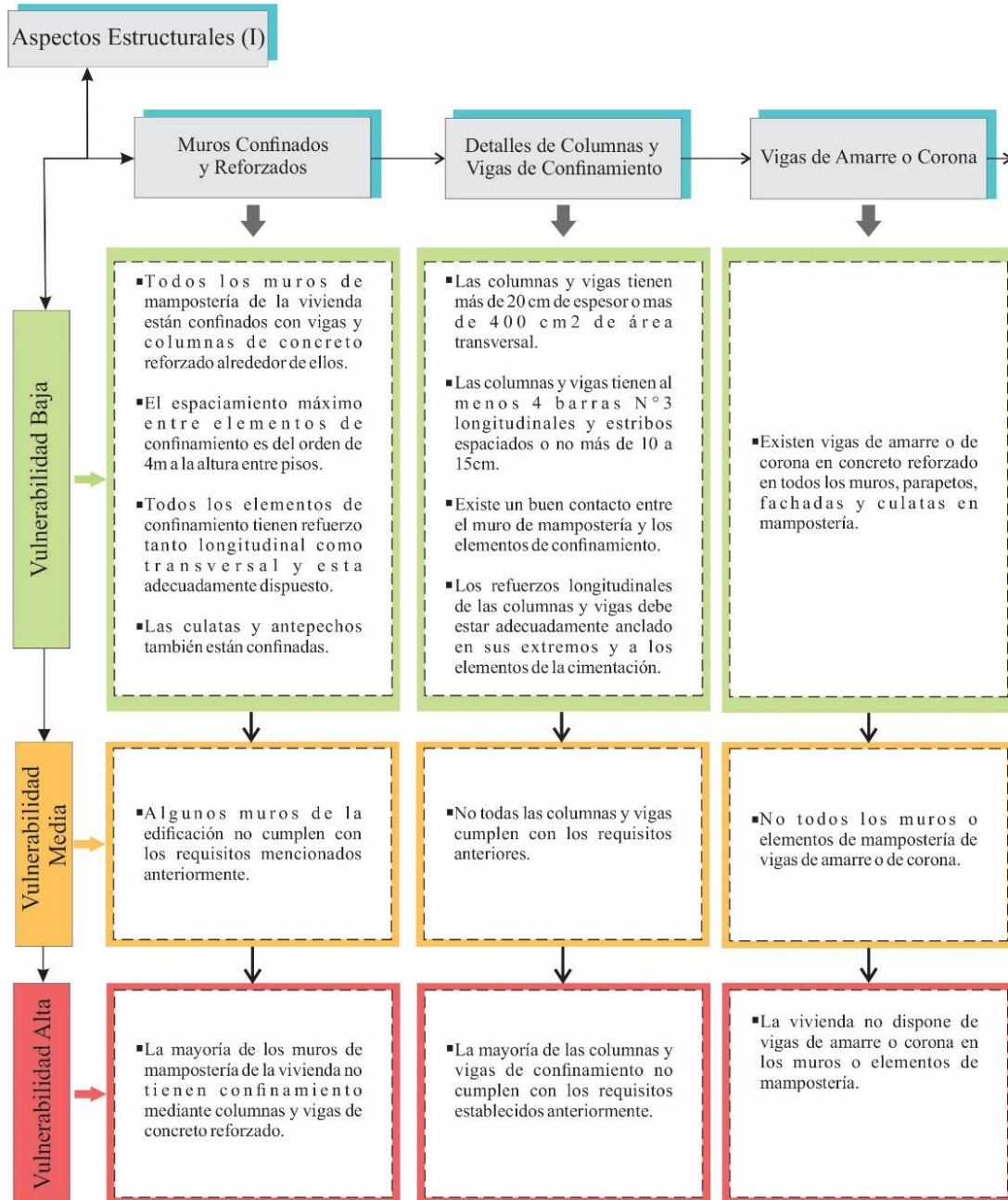
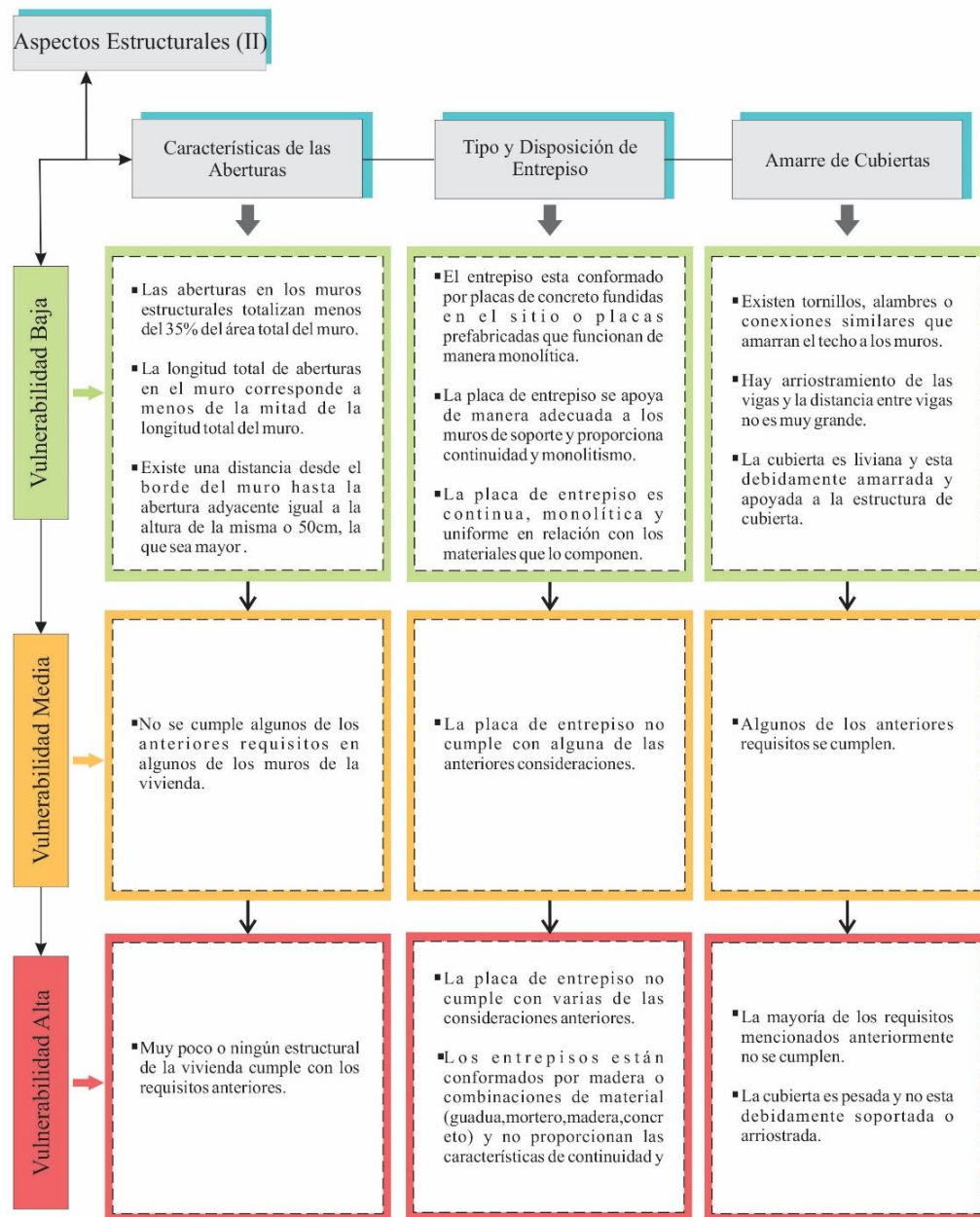


Figura 24.

Esquematación de los Aspectos Estructurales II



1.6.2.3.1. Muro confinados y reforzados

Figura 25.

Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad baja

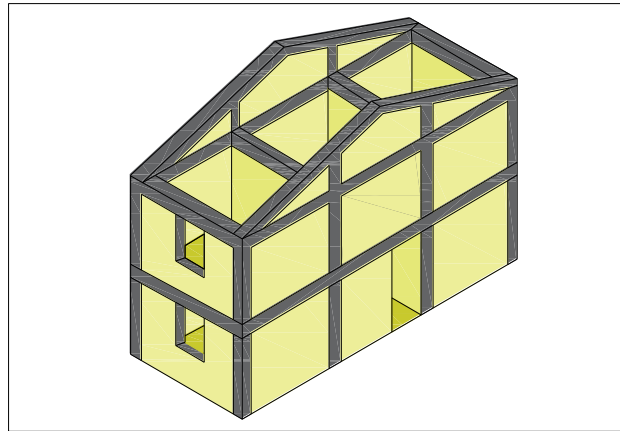


Figura 26.

*Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad
media*

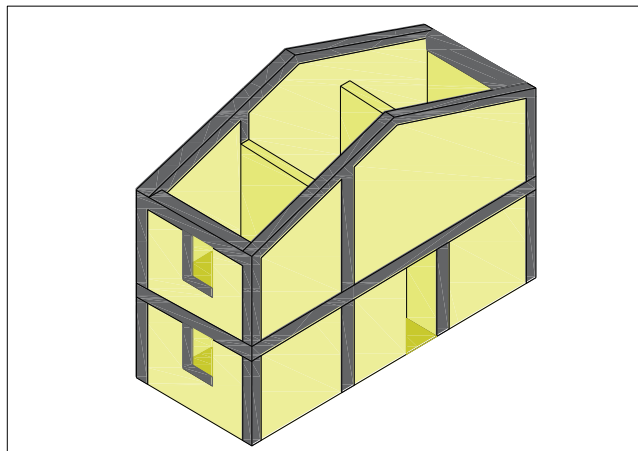
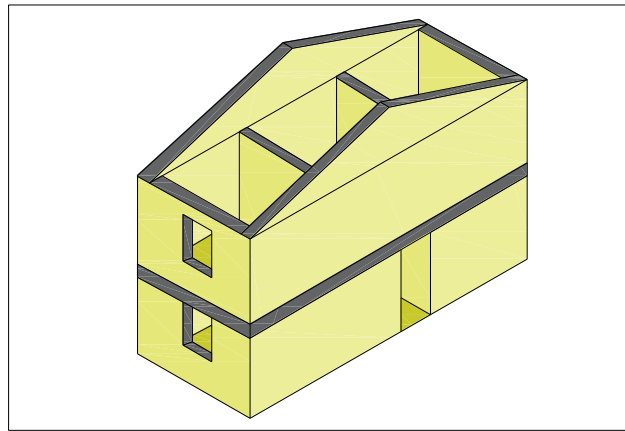


Figura 27.

Esbozo del parámetro de muros confinados y reforzados que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3.2. Detalles de Columnas y Vigas de Confinamiento

Figura 28.

Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad baja

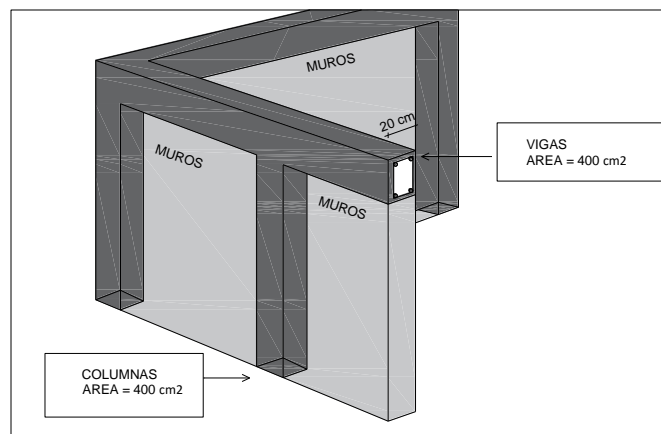


Figura 29.

Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad media

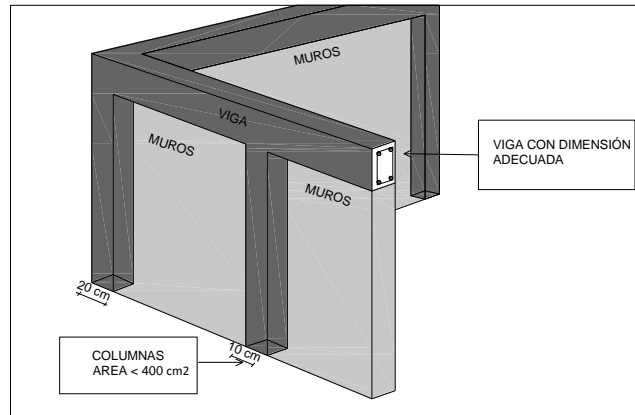
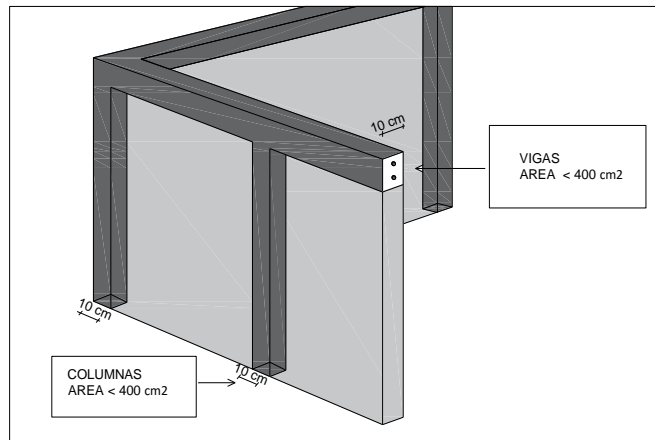


Figura 30.

Esbozo del parámetro de detalles de columnas y vigas de confinamiento que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3.3. Vigas de Amarre o Corona

Figura 31.

Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad baja

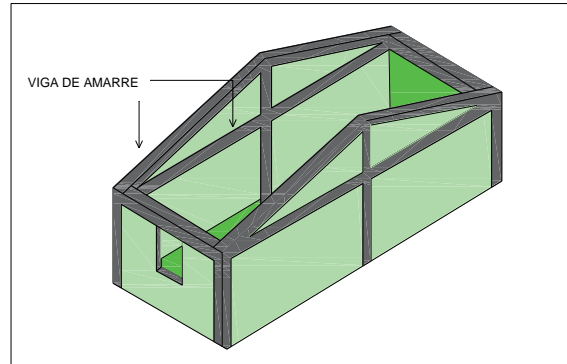


Figura 32.

Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad media

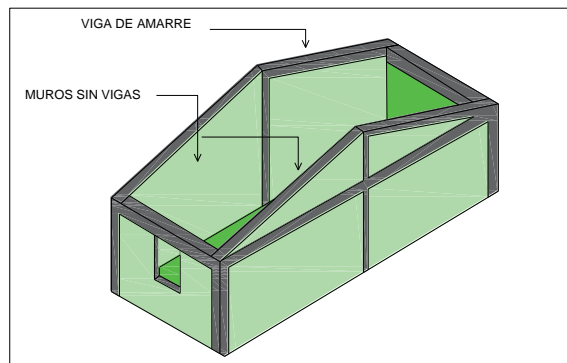
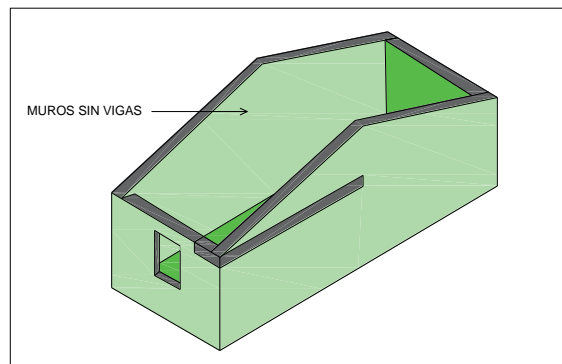


Figura 33.

Esbozo del parámetro de vigas de amarre o corona que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3.4. Características de las Aberturas

Figura 34.

Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad baja

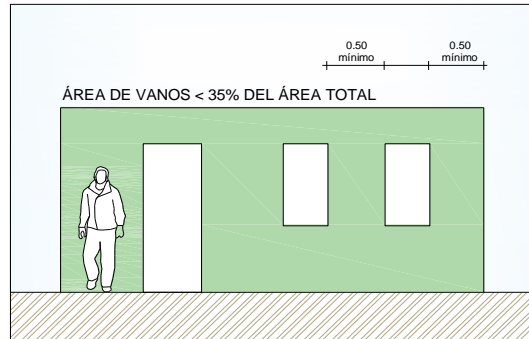


Figura 35.

Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad media

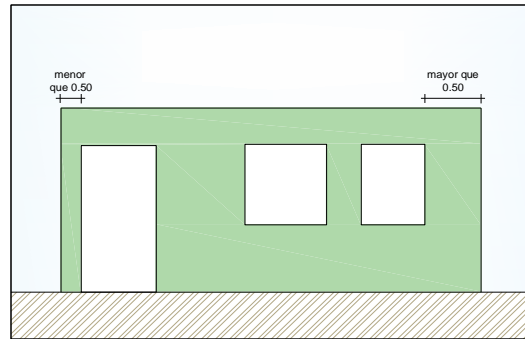
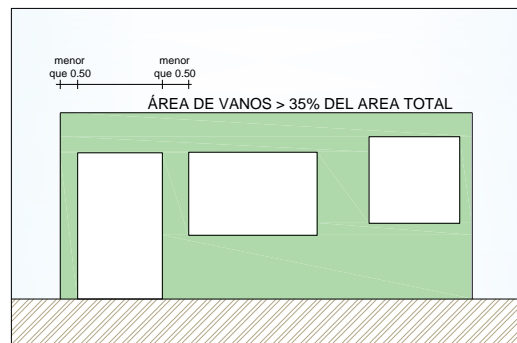


Figura 36.

Esbozo del parámetro de características de aberturas que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3.5. Tipo y disposición de entrepiso

Figura 37.

Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad baja

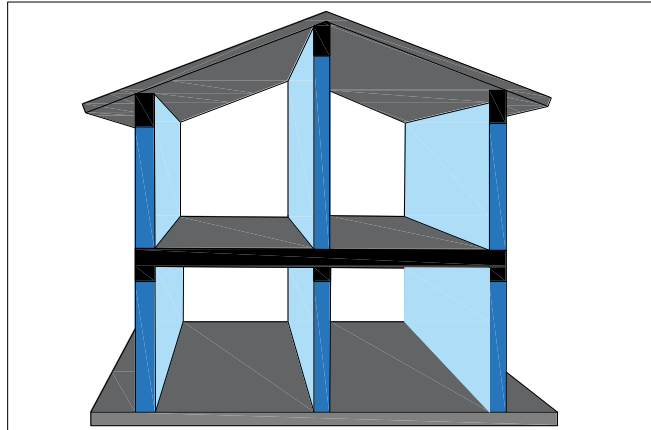


Figura 38.

Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad media

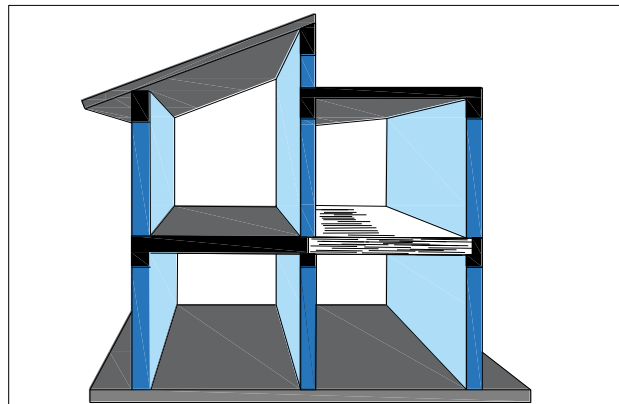
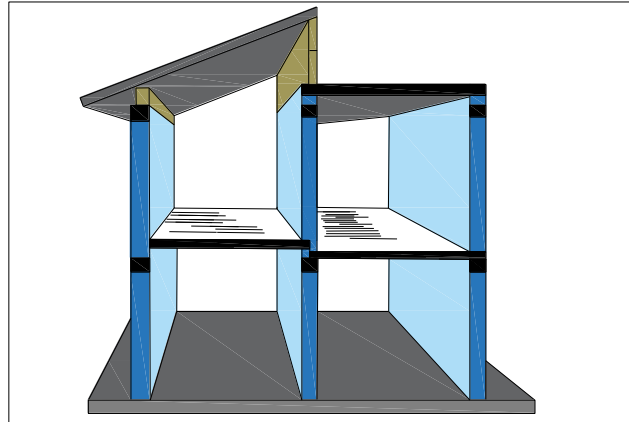


Figura 39.

Esbozo del parámetro de tipo y disposición de entrepiso que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.3.6. Amarre de Cubiertas

Figura 40.

Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad baja

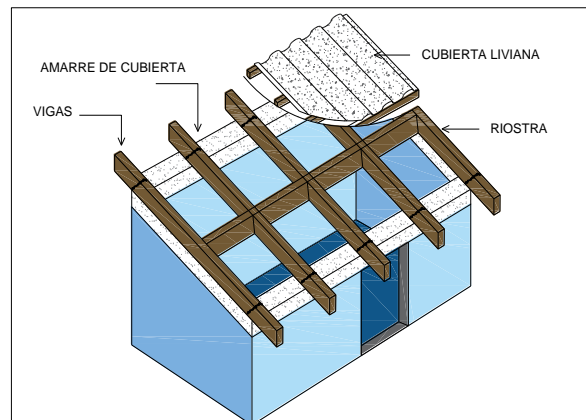


Figura 41.

Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad media

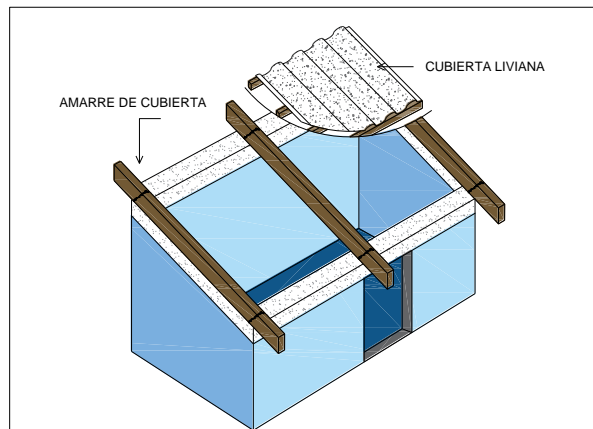
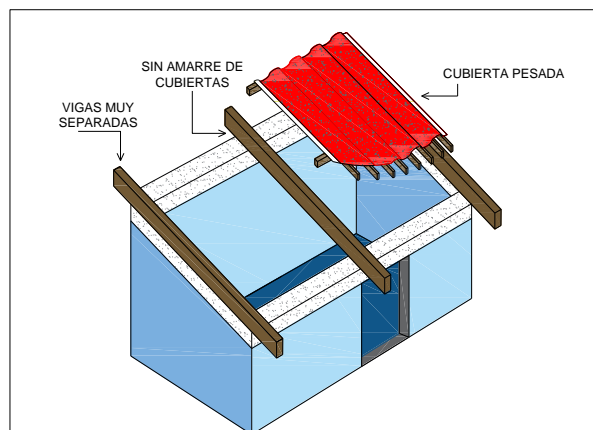


Figura 42.

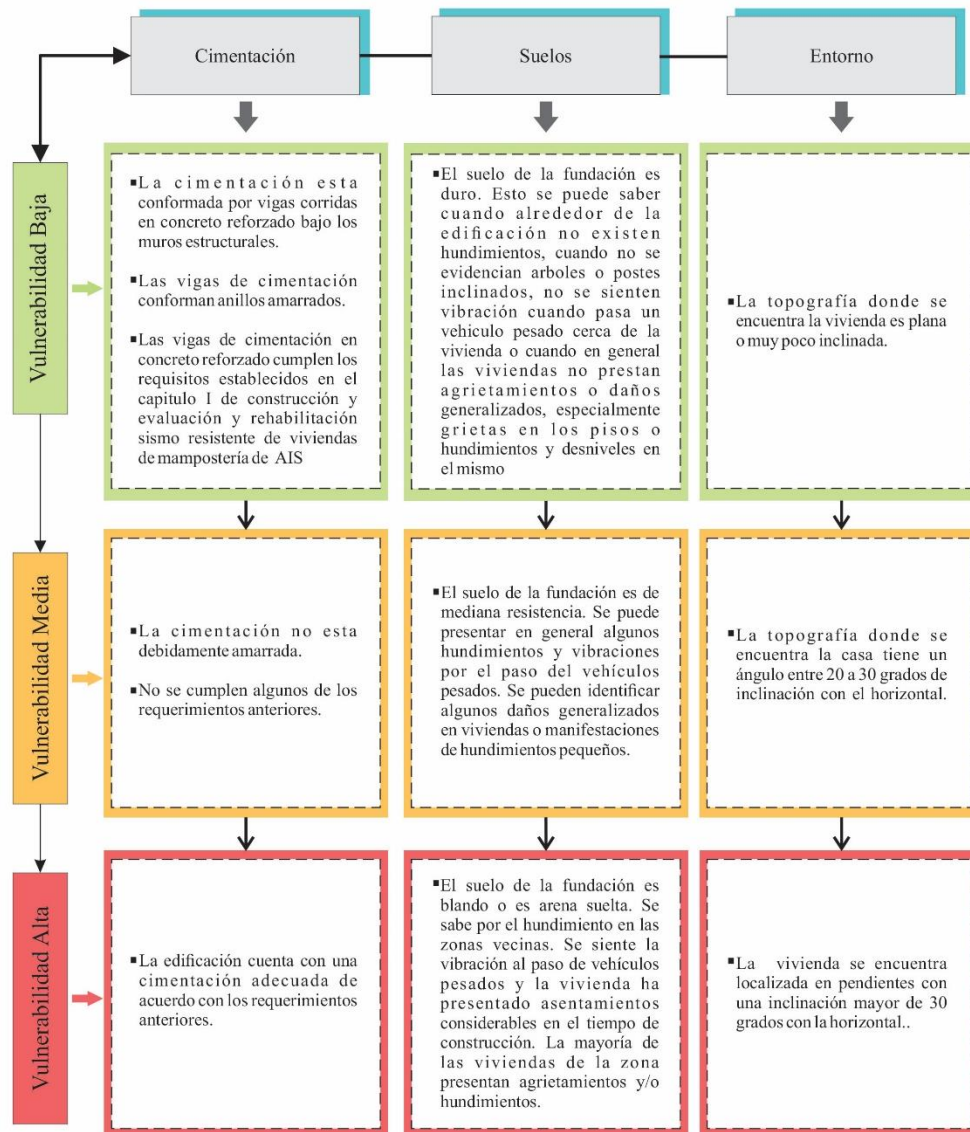
Esbozo del parámetro de amarre de cubiertas que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.4. Cimentación, Suelos y Entorno

Figura 43.

Esquematzación Cimentación, Suelos y Entorno



1.6.2.5. Cimentación

Figura 44.

Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad baja

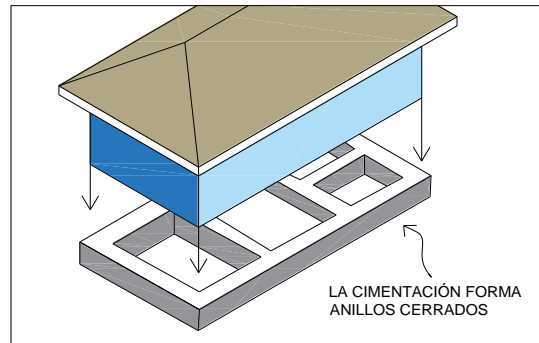


Figura 45.

Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad media

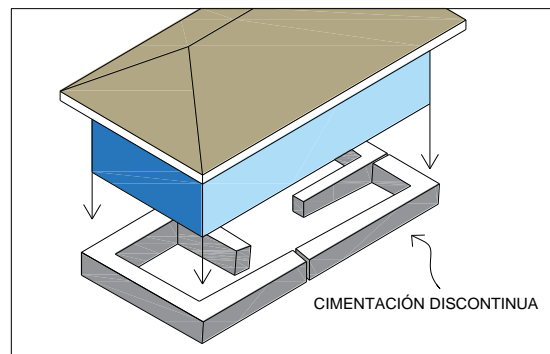
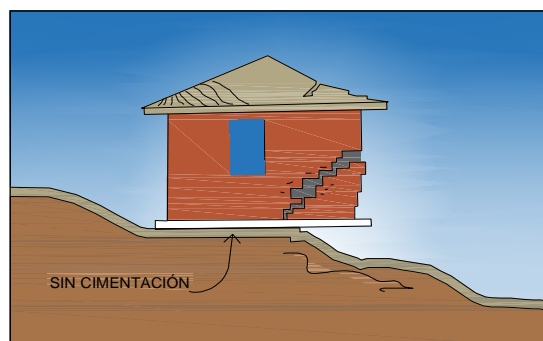


Figura 46.

Esbozo del parámetro de cimentación que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.6. Suelos

Figura 47.

Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad baja

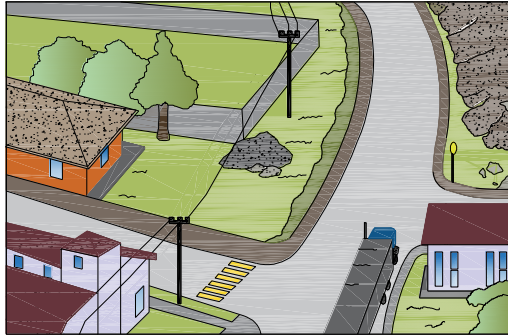


Figura 48.

Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad media

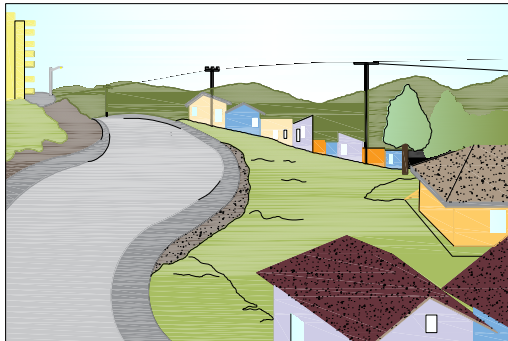
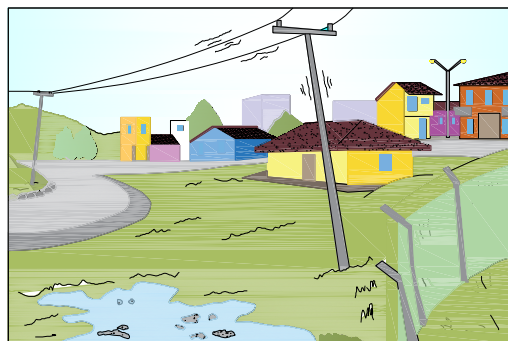


Figura 49.

Esbozo del parámetro de suelos que genera vulnerabilidad alta



1.6.2.7. Entorno

Figura 50.

Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad baja

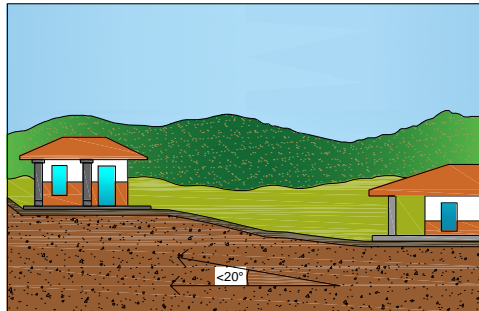


Figura 51.

Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad media

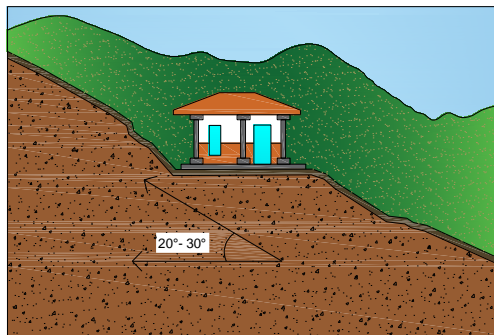
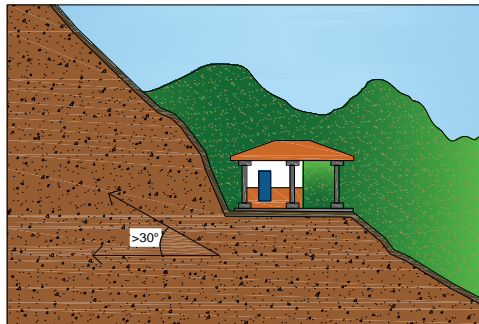


Figura 52.

Esbozo del parámetro de entorno que genera vulnerabilidad alta



Se presenta el formato de evaluación:

Figura 53.

Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
• Irregularidad en planta de la edificación			
• Cantidad de muros en las dos direcciones			
• Irregularidad en altura			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
• Calidad de las juntas de pega en mortero			
• Tipo y disposición de las unidades de mampostería			
• Calidad de las juntas de los materiales			
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
• Muros confinados y reforzados			
• Detalles de columnas y vigas de confinamiento			
• Vigas de amarre o corona			
• Características de las aberturas			
• Entrepiso			
• Amarre de cubiertas			
CIMENTACIÓN			
SUELOS			
ENTORNO			
	BAJA	MEDIA	ALTA
CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA			

Sin embargo, los valores que se logran obtener en el método expuesto, no contempla valores que permitan tener calificación (cuantitativo) de los componentes analizados, es así, que en el año 2007 un trabajo elaborado por Ivan Gómez A. y Eder Rodríguez B. de la Universidad Industrial de Santander, demostraron mayor eficiencia para el método descrito, añadiendo factores de

ponderación. “La calificación se realiza en tres niveles, Vulnerabilidad Baja = 1, Vulnerabilidad Media = 2, Vulnerabilidad Alta = 3” (Gomez Araujo & Rodriguez Bula, 2007, p. 106).

Figura 54.

Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica modificada

COMPONENTE	VULNERABILIDAD			
	Calificación de componentes	Calificación de la vulnerabilidad de cada aspecto	Factores de ponderación relativos	Vulnerabilidad ponderada
ASPECTOS GEOMETRICOS				
a) Irregularidad en planta de la edificación (IP)	1,2 o 3	$A1 = \frac{IP + CM + IA}{3}$	20%	0.2*A1
b) Cantidad de muros en las dos direcciones (CM)	1,2 o 3			
c) Irregularidades en altura (IA)	1,2 o 3			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
a) Calidad de las juntas de pega de morteros (CJ)	1,2 o 3	$A2 = \frac{CJ + TM + CMa}{3}$	20%	0.2*A2
b) Tipo y disposición de las unidades de mampostería (TM)	1,2 o 3			
c) Calidad de los materiales (CMa)	1,2 o 3			
ASPECTOS ESTRUCTURALES				
a) Muros confinados y reforzados (MCR)	1,2 o 3	$A3 = \frac{MCR + DCV + VA + CA + E + AC}{6}$	30%	0.3*A3
b) Detalles de columnas y vigas de confinamiento (DCV)	1,2 o 3			
c) Vigas de amarre o corona (VA)	1,2 o 3			
d) Características de las aberturas (CA)	1,2 o 3			
e) Entrepiso (E)	1,2 o 3			
f) Amarre de cubierta (AC)	1,2 o 3			
CIMENTACIÓN (C)	1,2 o 3	A4=C	10%	0.1*A4
SUELO (S)	1,2 o 3	A5=S	10%	0.1*A5
ENTORNO (En)	1,2 o 3	A6=En	10%	0.1*A6
CLASIFICACION GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA Vulnerabilidad Baja = 1 Vulnerabilidad Media = 2 Vulnerabilidad Alta = 3				Redondear a cero la suma de la columna vulnerabilidad ponderada.

Con base en el estudio descrito anteriormente, en el 2014 se presenta el estudio de investigación de Elvis Carpeta, de la Universidad Piloto de Colombia, que logra demostrar la eficacia de la metodología AIS, comparando los valores calculados con las de otras metodologías y

contemplando como resultado del mismo, valores aproximados a la realizada por el método de “Índice de vulnerabilidad de Benedetti & Petrini”, implementó los valores numéricos en “índice y niveles de vulnerabilidad”, replanteando la distribución de los “factores de ponderación” de cada aspecto, y clasificando por rangos los niveles de vulnerabilidad sísmica, es decir englobando en valores (a través de porcentaje) rangos de bajo, medio y alto valor sísmico. “Las calificaciones empleadas para evaluar los parámetros son: 0= Vulnerabilidad Baja, 2= Vulnerabilidad Media, 4= Vulnerabilidad Alta (...) Vulnerabilidad Baja < 15%; 15 % ≤ Vulnerabilidad Media < 35%; Vulnerabilidad Alta ≥ 35%” (Carpeta, 2014, p. 48).

Figura 55.

Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica. Adaptado de (Carpeta, 2014).

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS				
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA	
VIVIENDA N° :		BAJA = 0	BAJA < 15%	0.00%
DIRECCIÓN :		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%	
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%	BAJA
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS				
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
1.1	Irregularidad en planta de la edificación			0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones			
1.3	Irregularidad en altura			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero			0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería			
2.3	Calidad de los materiales			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES			
3.1	Muros confinados y reforzados			0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento			
3.3	Vigas de amarre o corona			
3.4	Características de las aberturas			
3.5	Entrepiso			
3.6	Amarre de cubierta			
4	CIMENTACIÓN			0.20
5	SUELOS			0.20
6	ENTORNO			0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA				

Figura 56.

Formato de análisis de vulnerabilidad sísmica. Adaptado de (Carpeta, 2014)

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA - AIS			
VIVIENDA N° : PROPIETARIO :			
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA GENERAL
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS		
1.1	Irregularidad en planta de la edificación		
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones		
1.3	Irregularidad en altura		
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS		
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero		
2.2	Tipo y disposición de las unidades de albañilería		
2.3	Calidad de los materiales		
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES		
3.1	Muros Confinados y Reforzados		
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento		
3.3.	Viga de amarre o corona		
3.4	Características de las aberturas		
3.5	Entrepiso		
3.6	Amarre de cubiertas		

4	"Cimentación"		
5	"Suelos"		
6	"Entorno"		

1.6.3. Densidad mínima de muros reforzados

Según la NTP E.070:

Con base en lo señalado por la E.070, la densidad mínima a calcular para los muros portantes que se deben reforzar en cada dirección (ortogonal) de la edificación, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2.

Densidad mínima de muros reforzados

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

“Dónde: «Z», «U» y «S» corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTP.030 Diseño Sismorresistente” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 551)

«N» es el número de niveles y/o pisos que posee la edificación

«L» comprende la longitud del muro portante en análisis que incluye columnas de confinamiento.

«t» representa espesor efectivo (sin tarrajeo) del muro portante (soga o cabeza).

Cabe indicar que de no cumplirse la fórmula anteriormente expuesta, se podrá cambiar el espesor de los muros analizados, ya sea considerándolos de cabeza y/o en su defecto agregar placas

que sean, “para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación, donde y y z son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 551).

Asimismo, para el cálculo del factor de zona (Z), se viene a considerar:

Tabla 4.

Factores de Zona "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota: Fuente, Norma E.030, 2016

El factor de importancia (U), indica la importancia y/o categoría de la edificación, que se establece en la norma E.030:

Tabla 5.

Categoría de edificación y factor "U"

Categoría	Descripción	Factor U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes	1,0

Nota: Fuente, Norma E.030, 2016

Para los perfiles de suelo, se considera lo indica en la norma E.030:

Tabla 6.

Factor de suelo "S"

	S_0	S_1	S_2	S_4
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota: Fuente, Norma E.030, 2016

1.7. Definiciones términos básicos

- Albañilería: “Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 542).
- Albañilería confinada: “Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería .La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Arriostre: “Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Columna: “Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación .La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 542).
- Concreto: “Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 451).
- Confinamiento: “Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).

- Espesor efectivo: “Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Fisura: “Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo” (Broto, 2006, p. 34).
- Grieta: “Se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento” (Broto, 2006, p. 33).
- Losa: “Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 452)
- Mortero: “Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Muros portantes: “Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Muro no portante: “Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos”. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Muros no reforzados: “Son aquellos muros que carecen de refuerzo o que teniéndolo, no cumplen con las especificaciones mínimas reglamentarias que debe tener todo muro reforzado” (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011, p. 22).

- Sismo: “El sismo es definido como el movimiento de la corteza terrestre o como la vibración del suelo, causado por la energía mecánica emitidas de los mantos superiores de la corteza terrestre” (Zelaya Jara, 2007, p. 20).
- Viga solera: “Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016, p. 543).
- Vulnerabilidad: “La vulnerabilidad, se refiere al grado de daños que puede sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características de su diseño, la calidad de sus materiales y de la técnica de construcción” (Kuroiwa, 2002, p. 5).

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Alcance de investigación

El trabajo de investigación elaborado es de enfoque cuantitativo, y se realizará mediciones y estimará magnitudes de las variables de estudio. “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 4).

El alcance (tipo), de la investigación expuesta es de carácter descriptivo. Se caracteriza descriptiva, puesto que toma recolección de datos e información sobre el fenómeno de estudio (las variables de estudio contempladas). “Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos (...), únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta (...) su objetivo no es indicar como se relacionan éstas” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 92).

2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación para el estudio expuesto es no experimental, de clasificación transeccional o transversal, puesto que el fenómeno a estudiar se da tal cual sucede en su contexto, es decir se va a estudiar situaciones que son existentes (características constructivas de viviendas y vulnerabilidad sísmica) en las cuales no vamos a manipular concurridamente las variables de estudio. “En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 152).

Sostiene un diseño transversal, ya que el trabajo de campo a realizar será tomado en un solo punto en el tiempo y no evaluados reiterativamente. “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (...). Investigaciones que recopilan datos en un momento único” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 154).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población de estudio

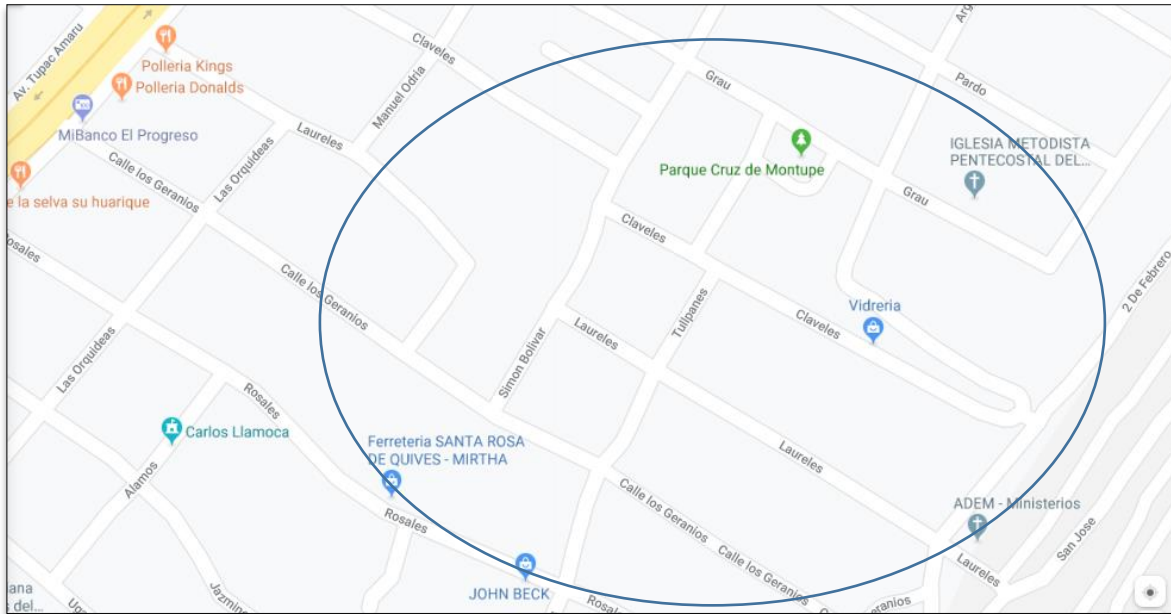
Está constituida por todas las viviendas del AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, Lima 2019, que cumplan con las siguientes características para el estudio:

- Sistema Estructural: Albañilería simple y/o confinada.
- Unidades de Albañilería: Ladrillos de arcilla (artesanales y/o industriales).
- Niveles: Uno a dos pisos (no cuenta azotea).
- Acabados: Vivienda sin acabados /yo parcialmente con acabados.

En lo cual Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014) expone: “Un estudio no será mejor por tener una población más grande; la calidad de un trabajo investigativo estriba en delimitar claramente la población con base en el planteamiento del problema” (p. 174). Esto quiere decir, que las poblaciones analizadas responden de manera palmaria a las características del fenómeno de estudio, lugar y tiempo.

Figura 57.

Área de estudio del proyecto



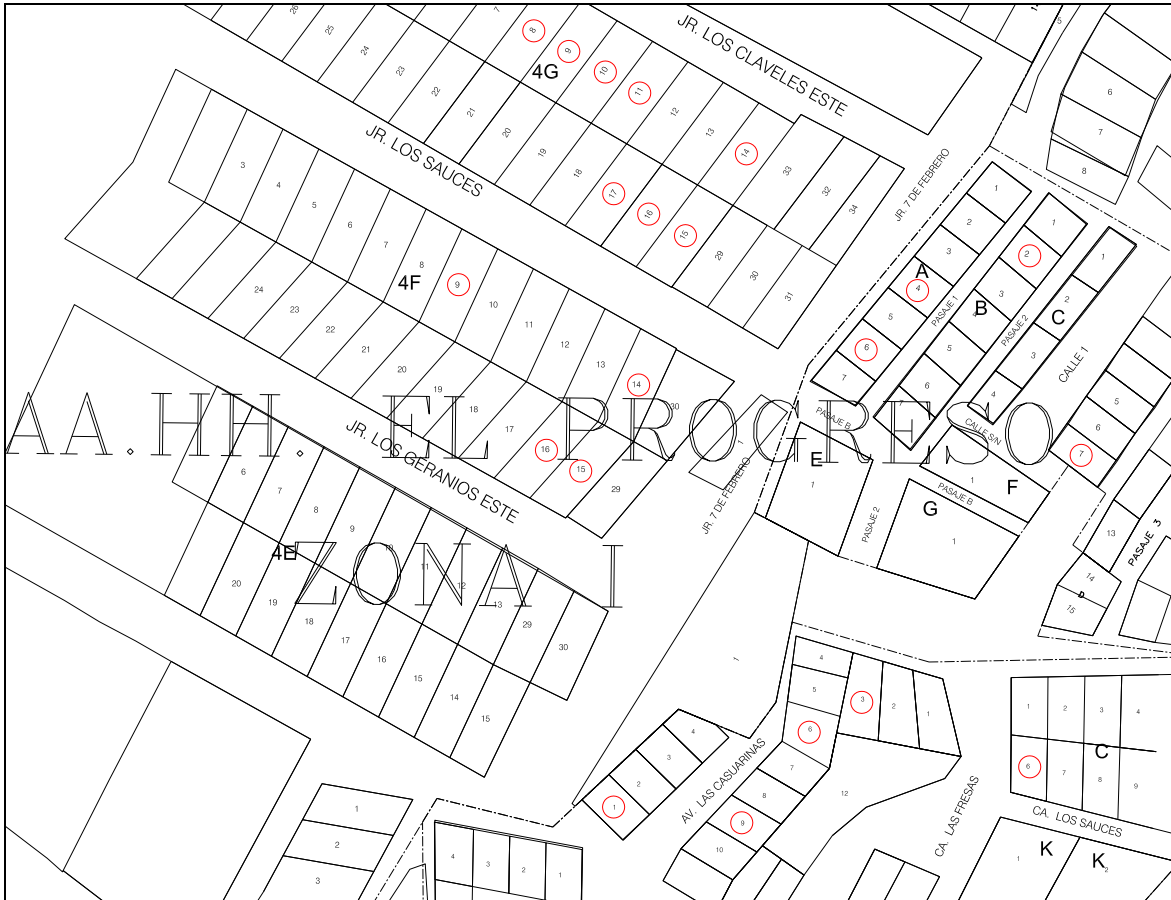
Nota: Fuente, Google Earth

2.2.2. Muestra

La muestra será dirigida (no probabilística), puesto que respeta las características específicas descritas en la población, para lo cual, el presente estudio analizará 21 viviendas del AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, Lima. “Muestra no probabilística o dirigida es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 176).

Figura 58.

Viviendas Analizadas



Nota: Fuente, Google Earth.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de recolección de datos

Con respecto a este punto, la investigación expuesta llevada a cabo ha empleado como fuente primaria la observación y encuesta, puesto que se estudió presencialmente la zona de intervención y se albergó en un registro detallado de las características a evaluar, al igual que con los datos de los dueños de cada vivienda. Por último, para lo descrito, se designó como fuentes secundarias, la información requerida por material bibliográfico relacionado con las variables de estudio.

2.3.2. Instrumento para la recolección de datos

Los instrumentos de medición empleado para las variables consideradas son: una ficha de observación correspondiente, concerniente al método de evaluación descrito del estudio (Metodología AIS), y ficha de encuesta general, para la recolección de información requerida de la vivienda.

2.4. Procedimiento de análisis de datos

En el trabajo de investigación expuesto, se elaboró:

1. Búsqueda bibliográfica

Se recolectó información para ampliar los conocimientos de las variables de estudio, procedimiento que se hizo a través de la revisión sistemática, siguiendo la secuencia del trabajo, se tuvo que identificar información actual de los sectores del crecimiento poblacional de lima para la elección de la zona de estudio, finalmente se realizó el estado del arte, para elegir la metodología más adecuada a emplear en la investigación.

2. Zonas de estudio

Con la zona elegida, se procedió a delimitar en función de nuestro estudio, se procedió a establecer la comunicación del presidente del sector, y proceder identificar las viviendas que cumplan con las características descritas para nuestra población, consultado con los dueños su participación y accesibilidad para el desarrollo del proyecto de investigación.

3. Fichas de Encuesta o de campo

Elaboración de una estructura organizada para la obtención de parámetros generales de la muestra de estudio, registra básicamente los datos del propietario, dirección de la muestra tomada, y datos técnicos de la construcción de la vivienda.

4. Fichas de observación

Instrumento principal del presente estudio contemplado por la metodología AIS, el cual recopila la información de las características constructivas de las viviendas, es de vital importancia, puesto que nos permitirá calificar adecuadamente los aspectos y sus componentes, este formato está presentado a detalle en el marco teórico.

5. Visita de campo

En posesión de las fichas de encuestas y de observación, se realizó la visita de las viviendas previamente coordinadas, cabe resaltar que se fue con el presidente del sector del área seleccionada para el estudio, persona al cual se le explicó el propósito del presente estudio de investigación, asimismo la información fue expresada a cada propietario que colaboro con el estudio.

6. Procesamiento de datos

Culminado la visita de campo, se procedió a ordenar e interpretar valores registrados y obtenidos, en las fichas de encuesta y observación, usando el software Microsoft Excel, el análisis de datos se realizó en el software SPSS V.24, asimismo se usó software de diseño AutoCAD para el levantamiento de geometría de las viviendas en planos.

7. Interpretación de resultados y alternativa de reforzamiento

Se identifica de los hallazgos obtenidos (rangos de vulnerabilidad establecidos por el método AIS), cuales son los “grados de vulnerabilidad sísmica”, se expresa el porcentaje en gráficos de barras y circulares, asimismo a través de tablas, el valor promedio de cada componentes perteneciente a las características constructivas, por último, a raíz de los valores promedios más altos (que representan mayor vulnerabilidad) de los componentes calculados para cada aspecto, se realiza una propuesta de reforzamiento.

2.5. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 7.

Matriz de Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
V1: Características constructivas de las viviendas de albañilería	“Son edificaciones a base de muros de piezas de ladrillo cocido o bloques de concreto, unidos con mortero de arena con cemento, con techos de losas sólidas o aligerados con ladrillos huecos” (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011)	La presente metodología contempla una ficha de observación en base a las variables y dimensiones descritas, siendo el instrumento principal para el presente estudio de investigación.	Aspectos Geométricos	Irregularidades en planta Irregularidades en altura Cantidad de muros en las dos direcciones Calidad de las juntas de pega de mortero	0 =Vulnerabilidad Baja 2=Vulnerabilidad Media 4=Vulnerabilidad Alta
			Aspectos Constructivos	Tipo y disposición de ladrillos Calidad de los materiales Muros confinados y reforzados Detalles de columnas y vigas de confinamiento	
			Aspectos Estructurales	Vigas de amarre o corona Características de las aberturas Tipo y disposición del entrepiso Amarre de cubiertas	
2: Vulnerabilidad Sísmica	“La vulnerabilidad, se refiere al grado de daños que puede sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características de su diseño, la calidad de sus materiales y de la técnica de construcción” (Kuroiwa, 2002, pág. 5).		Grado de Vulnerabilidad Sísmica	Baja Media Alta	0% < Baja < 15% 15% ≤ Media < 35% 35% ≤ Alta < 100%

Nota: Fuente, Elaboración propia

2.6. Desarrollo de Investigación

Se describirá el procedimiento realizado de evaluación para una vivienda (unidad de análisis), y que aplica en procedimiento de pasos a seguir para todas las demás. Se utilizaron fichas de encuestas y fichas de observación relacionadas a los aspectos y componentes de evaluación de la metodología AIS, y se sintetiza en el cuadro resumen de evaluación de vulnerabilidad sísmica, hallando el grado de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda.

Se procede a describir cada uno de estos aspectos y análisis de caso:

2.6.1. Fichas de encuesta general

a. Propietario

Identificación de la persona dueña de la vivienda.

b. Fecha de encuesta

Registro del día, mes y año en que se realiza la encuesta del presente estudio.

c. Dirección de vivienda

Identificación de la zona y distrito en que se toma la muestra del estudio

d. Tipo de edificación

Considerando: Vivienda unifamiliar, vivienda comercio, vivienda multifamiliar, comercial.

e. Antigüedad de edificación


Características de su antigüedad, la “mano de obra empleada”, “planos de construcción de elaboración”, el “encargado de la construcción de la vivienda” y el “número de pisos proyectados”.

f. Observaciones

Anotaciones de las anomalías presenciadas por el dueño en su vivienda que no esté contemplada en la ficha de análisis y observación e información adicional relacionada a las características que requiere la investigación.

Figura 59.

Encuesta de viviendas

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
FICHA DE ENCUESTA			
DATOS GENERALES			
PROPIETARIO: SANDRO TORRES CORDERO		FECHA DE ENCUESTA : 03/08/19	
DIRECCIÓN DE VIVIENDA :			
3 de Octubre Mz 6 - El Progreso I Sector - Carabayllo			
TIPO DE EDIFICACIÓN			
<input checked="" type="checkbox"/> VIVIENDA UNIFAMILIAR		<input type="checkbox"/> VIVIENDA COMERCIO	
<input type="checkbox"/> VIVIENDA MULTIFAMILIAR		<input type="checkbox"/> COMERCIAL	
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN			
1. ¿Qué antigüedad tiene la edificación ?			
5 años			
2. ¿Presentó asesoría técnica calificada para su construcción ? ¿Si no es así, quién estuvo a cargo ?			
No, maestro de obra			
3. ¿Posee la edificación planos de construcción?			
No			
4. Si la edificación posee planos : ¿ Por quién fue realizado?			
INGENIERO CIVIL ()		ARQUITECTO ()	
OTROS :			
5. Número de pisos proyectados			
<input type="checkbox"/> 1		<input checked="" type="checkbox"/> 2	
<input type="checkbox"/> 3		<input type="checkbox"/> 4	
<input type="checkbox"/> N.A			
OBSERVACIONES :			
CIMENTACIÓN: Zapatas concentradas de 0.6 x 0.6 m (columna central, con cimentación perimetral)			
MUROS: Ladrillos artesanales, morteros con juntas mayores a 2cm.			
OTROS: Losa Asentada en un extremo, mortero presencia calidad media regular.			

2.7. Ficha de observación

Para llenar la presente ficha de observación, se considera los criterios descritos y establecidos para cada componente de los aspectos evaluados en la metodología AIS, a continuación, se explica el contenido de cada uno de los aspectos y su ejemplificación grafica detallada con un caso.

2.7.1. Aspectos Geométricos

Para determinar las características concernientes a este componente se realizó el levantamiento de planos de cada vivienda, utilizando para su levantamiento de geometría el software AutoCAD.

2.7.1.1. Irregularidad en planta de la edificación

Figura 60.

Plano de vivienda analizada (1er Nivel)

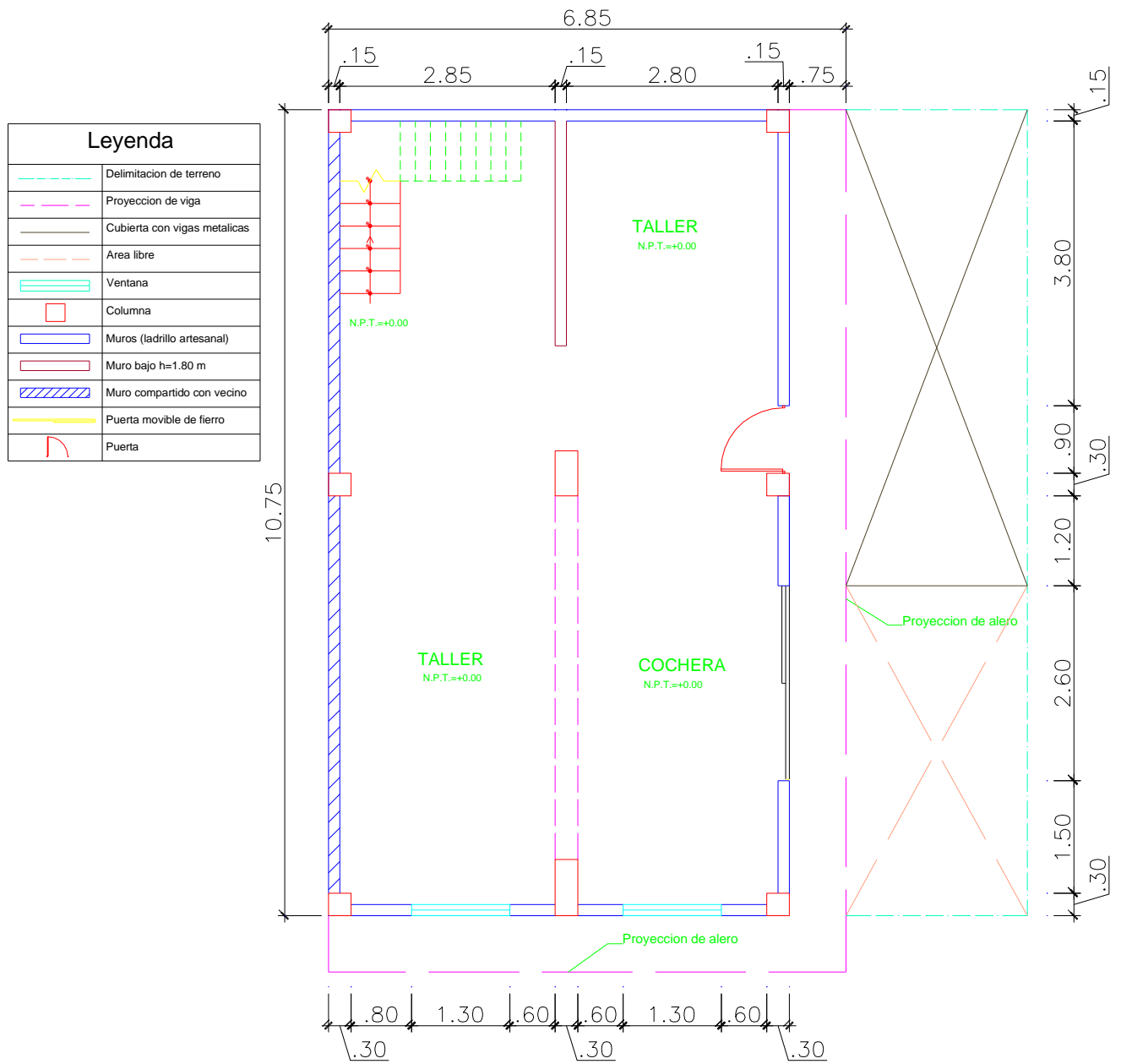
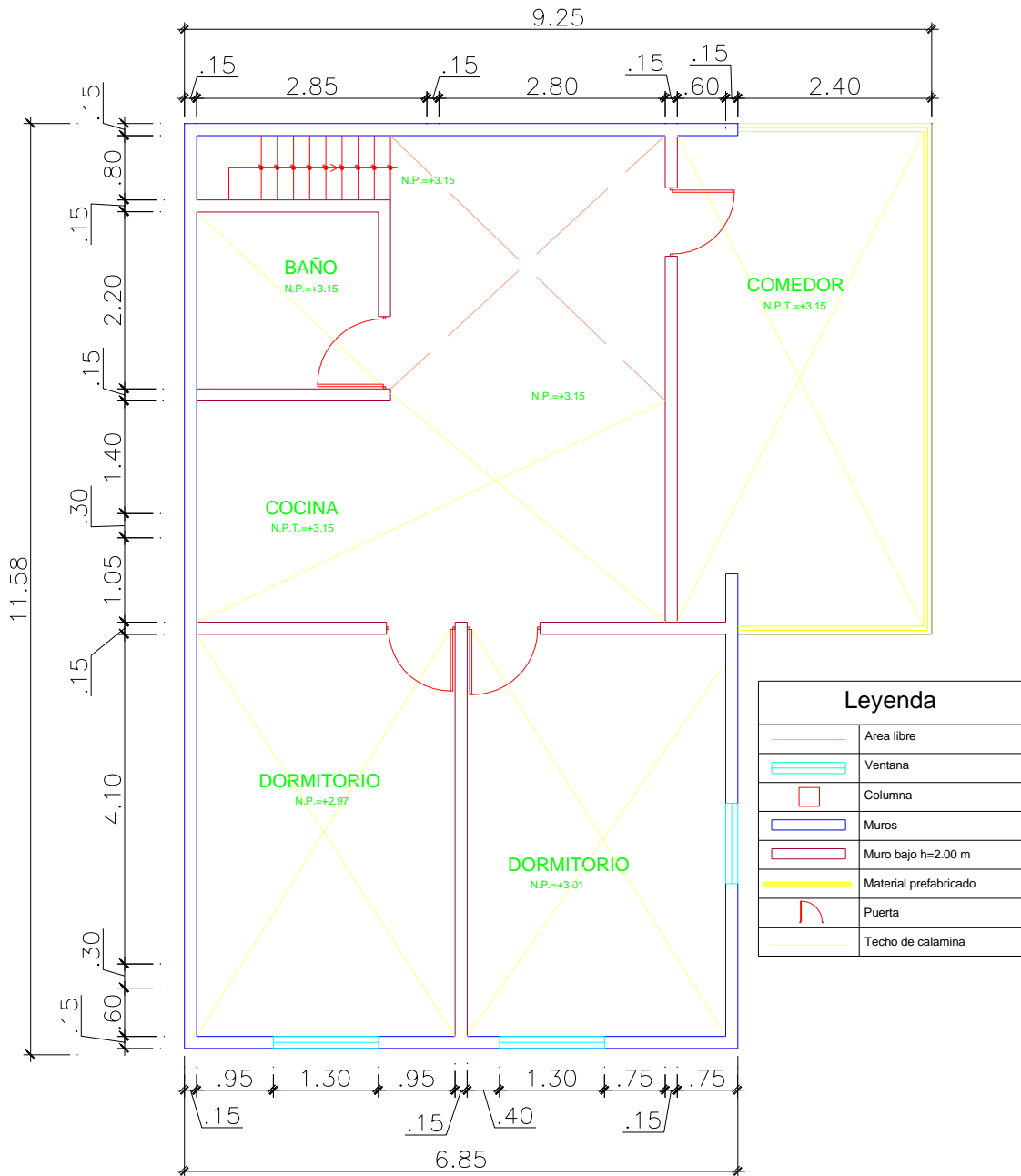


Figura 61.

Plano de vivienda analizada (2do Nivel)



La estructura presenta una “forma regular” y “aproximadamente simétrica”, configurado por dos plantas.

Se indica que el área en participación será la construida y cuyos elementos pertenezcan a la estructura principal, puesto que es esta la del interés para nuestro análisis. Por lo tanto, respetamos los criterios descritos anteriormente en la metodología, luego, evaluamos la relación que tiene la estructura en función de su largo y ancho:

$$\text{ancho(eje } x\text{): } 6.85 \text{ m, largo (eje } y\text{) } = 10.75 \text{ m } l < 3a$$

La presente estructura no cuenta con salidas o entradas (irregularidad de esquina entrante), no obstante, es necesario recalcar que el método descrito no establece un valor y/o dimensión para calificar esta irregularidad, es decir considerarlo como una estructura más vulnerable, por lo cual se utilizará el criterio de la nuestra contemplado en la E.030 (Reglamento Nacional de Edificaciones) respecto a la irregularidad de “esquina entrante”. Para que tenga irregularidad de esquina entrante se debería cumplir con las siguientes expresiones:

$$\text{En dirección } x : x' > 0.20 a$$

$$\text{En dirección } y : y' > 0.20 l$$

Por lo tanto, se tiene que para este aspecto cumple satisfactoriamente con los componentes de evaluación, por lo cual se le asigna un valor de 0, considerando este aspecto como vulnerabilidad baja.

2.7.1.2. Cantidad de muros en las dos direcciones

Se considerará para su análisis, la ecuación 2 descrita anteriormente de predimensionamiento, que se encuentra en la E.070 (Reglamento Nacional de Edificaciones). Se toma los datos:

Z	0.45
U	1
S	1.05
N	2
e	0.13
Lmy	10.75
Lmx	6.1
Ap	65.58

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} = \frac{Z.U.S.N}{56}$$

$$\frac{Z.U.S.N}{56} = 0.016875$$

Análisis de densidad de muros eje Y-Y

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{1.3975}{65.58} = 0.02130985 \text{ (CUMPLE)}$$

Análisis de densidad de muros eje X-X

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{0.793}{65.58} = 0.0120921 \text{ (NO CUMPLE)}$$

Es necesario indicar que se tomarían las presentes longitudes, siempre y cuando los muros estén íntegramente confinados, como está indicado la metodología y especificado en nuestra norma, sin embargo, para el presente caso, la vivienda no posee “vigas de confinamiento en los muros”, por lo que reduce drásticamente el comportamiento esperado ante un sismo.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016), en la norma E.070 del RNE indica que se considera como un muro portante confinado a aquel: “Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas

soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso” (p. 551).

San Bartolomé, Quiun, & Silva, (2011), en relación a los muros que cuentan para determinar la densidad de los muros expresa: “En la contabilización de los muros reforzados que intervienen en la expresión de la ecuación de la densidad mínima de muros reforzados (...), solo deben considerarse aquellos muros con una longitud mayor que 1.20m y que presenten continuidad vertical (...)” (p. 212).

Por lo tanto, de manera conservadora, se tendría la siguiente expresión:

Análisis de densidad de muros eje Y-Y

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{0}{65.58} = 0.02130985 \text{ (NO CUMPLE)}$$

Análisis de densidad de muros eje X-X

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{0}{65.58} = 0.0120921 \text{ (NO CUMPLE)}$$

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.1.3. Irregularidad en altura

Figura 62.

Configuración de la vivienda en altura.



La edificación no presenta continuidad con los muros portantes al segundo nivel, tal como se puede visualizar y constatar en el plano, por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.2. Aspectos constructivos

2.7.2.1. Calidad de las juntas de pega en mortero

Figura 63.

Medición de espesores de juntas verticales



Se aprecia que las juntas no tienen una completa adherencia con las unidades de mampostería.

El espesor encontrado en la mayoría de las pegas que conforman las unidades excede 1.3 cm, valor establecido por la presente metodología, llegando hasta 4 cm en algunos muros. Las juntas no son regularmente uniformes, ni continuas, en la mayoría de muros.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016), en el capítulo 4 de la norma E.070 señala: “El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor” (p. 547).

San Bartolomé, Quiun, & Silva (2011), al respecto menciona: “La extensión del mortero sobre una hilada no debe ser mayor que 0.80m, para evitar que se endurezca, y el espesor de la junta no debe ser mayor que 15mm, para evitar pérdidas de resistencia a compresión (..)” (p. 112).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados y compatibilizados con el método, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.2.2. Tipo y disposición de las unidades de albañilería

Figura 64.

Tipo y disposición de unidades de albañilería



Se aprecia unidades de mampostería trabadas, pero se aprecia que las unidades no son de buena calidad (producción artesanal), con presencia de algunas unidades vitrificadas por la presencia de colores no uniformes (quemados), las piezas se aprecian que no están colocadas regularmente en mayoría, pero si continuamente y no presentan agrietamientos.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016) en el capítulo 3 de la norma E.070 en base a la aceptación de la unidades para su empleo, señala: “La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones” (p. 545).

San Bartolomé, Quiun, & Silva (2011) al respecto menciona: “Este proceso de quemado artesanal hace que aquellos ladrillos ubicados en la parte alta del horno salgan crudos, mientras que los ubicados en la parte baja salgan vitrificados (quemados)” (p. 39).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados y compatibilizados con el método, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

2.7.2.3. Calidad de los materiales

Figura 65.

Calidad de materiales de la vivienda



En función de la metodología, el mortero existente no permite ser rayado o desmoronado con un clavo fácilmente (herramienta metálica), sin embargo, se observa que el concreto en algunos elementos de confinamiento, no presenta un buen aspecto, presentando hormigueros.

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

2.7.3. Aspectos estructurales

2.7.3.1. Muros confinados y reforzados.

Figura 66.

Visualización de muros confinados y/o reforzados



Según lo presentado en el plano del levantamiento de campo, los muros existentes no están confinados y/o no están confinados íntegramente (por vigas y columnas), de la misma forma el espaciamiento entre elementos de confinamiento es mayor a 5m.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016) en el capítulo 7, la norma E.070 sostiene: “Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m” (p. 551). Esto implica que “más allá, la acción de confinamiento se pierde; especialmente en la región central de la albañilería donde el tamaño de las grietas se vuelve incontrolable”. (San Bartolomé, Quiun, & Silva, p. 32).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.3.2. Detalles de columnas y vigas de confinamiento.

Figura 67.

Detalle de columnas y vigas de confinamiento



Igualmente, se puede visualizar en el plano presentado anteriormente, que la vivienda no posee “vigas de confinamiento”, a excepción del pórtico central de concreto (proyección de viga, no encierra un muro) las medidas de “columnas de confinamiento” (solo existentes para el primer nivel) poseen como mínimo 30 centímetros de espesor, y un área mayor a 400 cm², es necesario resaltar que la albañilería confinada es aquella que esta íntegramente bordeada por los elementos de concreto armado, con lo cual estos muros califican en muros no reforzados o de albañilería simple. “También es necesario que la albañilería este completamente bordeada por los confinamientos(...) cuando existe una sola columna en el muro, el grosor de las grietas diagonales producidas en la albañilería sometida a terremotos se torna incontrolable” (San Bartolomé, Quiun,

& Silva, p. 30). Con base en lo descrito para la Norma E.070, estas características que presenta el muro califican como no confinado.

(San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011), aclara: “Cabe destacar que un muro de albañilería no reforzada presenta prácticamente la misma resistencia a fuerza cortante que un muro confinado de iguales características; sin embargo, las columnas de confinamiento incrementan la rigidez lateral muro confinado” (p. 23), esto implica, que al poseer confinamiento el periodo de vibrar de la edificación se reduce, y también, si los elementos poseen confinamiento van a proporcionar ductilidad al muro, asimismo, sirven de arriostre vertical ante las sollicitaciones sísmicas (ortogonales) a su plano.

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.3.3. Viga de amarre o corona

Figura 68.

Disposición de vigas de amarre o corona



La vivienda no presenta y/o dispone de “vigas de amarre o corona”, en los muros.

Los elementos tienen la función de darle mayor soporte a los muros, “sirven principalmente para ductilizar el sistema; esto es, para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementado levemente su resistencia por el hecho de que la viga (“solera”, “viga collar”, “collarín” o “viga ciega”)” (p. 30).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.3.4. Características de las aberturas.

De la Figura 68, se visualiza, que los muros exteriores de la vivienda presentan aberturas, menores al 35 % del área íntegra del muro, y con respecto a la distancia tomada desde el extremo del muro hasta llegar a la abertura adyacente es mayor a 50 cm, correspondiendo también que la longitud de aberturas (total) presentadas en el muro portante concierne a “menos de la mitad de la longitud total del muro”.

No obstante, cabe indicar, que estos elementos no están aislados de la estructura principal (ante un evento sísmico pueden contemplar mayores esfuerzos e interactuar con los muros que lo sujetan), ni presentan arriostre.

(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016), en la norma E.070 sustenta: “Cercos y alféizares de ventanas aislados de la estructura principal, debiéndoseles diseñar ante acciones perpendiculares a su plano”. (p. 550).

(San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011), al respecto menciona:

Lo cercos y parapetos de albañilería trabajan a carga sísmica perpendiculares a su plano. Cuando estos elementos carecen de arriostre, terminan volcándose ante los sismos (...). El colapso de los parapetos no arriostrados es muy peligroso tanto para las personas que

transitan por la zona, como para la familia que trata de escapar de sus viviendas durante la ocurrencia del sismo, peor aún, cuando se trata de locales escolares. (p. 173).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

2.7.3.5. Entrepiso

Figura 69.

Detalle de entrepiso



Se visualiza una losa aligerada para el techo del primer nivel de la vivienda, la cual no posee algún tipo de abertura y/o perforación considerable, por otra parte, la losa no se apoya de manera adecuada sobre los muros, puesto que no presentan vigas soleras de conexión, por tanto, no actuaría como un diafragma rígido ante un movimiento sísmico.

(San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2011), al respecto menciona:

Se entiende como diafragma rígido a una lámina que no se deforma axialmente no se flexiona ante cargas contenidas en su plano (...). Las losas de concreto armado, macizas o aligeradas, que se usan en el Perú para los pisos, son diafragmas rígidos competentes. En estas losas, el concreto de la viga solera que va sobre los muros de albañilería se vacía en conjunto con la losa, para proveer monolitismo a la conexión albañilería- solera- losa. (p. 193).

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 4, considerando este aspecto como vulnerabilidad alta.

2.7.3.6. Amarre de cubiertas

Figura 70.

Detalle de amarre de cubiertas



La cubierta es liviana, no está adecuadamente amarrada, presentan materiales de diversas secciones y formas, y se aprecia que la cubierta no está correctamente apoyada sobre los muros. “Las edificaciones sin diafragmas rígidos horizontales deben limitarse a un piso; asimismo, es aceptable obviar el diafragma en el último nivel de las edificaciones de varios pisos. Para ambos casos, los muros trabajarán fundamentalmente a fuerzas laterales perpendiculares al plano” (p. 550), y esto implica el que deba tener arriostre transversal y/o perpendicular con columnas que sean de amarre y con vigas soleras que no pierdan continuidad.

Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

2.7.4. Cimentación

En este parámetro se tomó en cuenta lo indicado por el propietario en la encuesta (zapatas concentradas de 0.6 x 0.6 m, con cimentación corrida), sin embargo, las características constructivas de la vivienda son empíricas, no posee un adecuado diseño de cimentación. Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

2.7.5. Suelos

Figura 71.

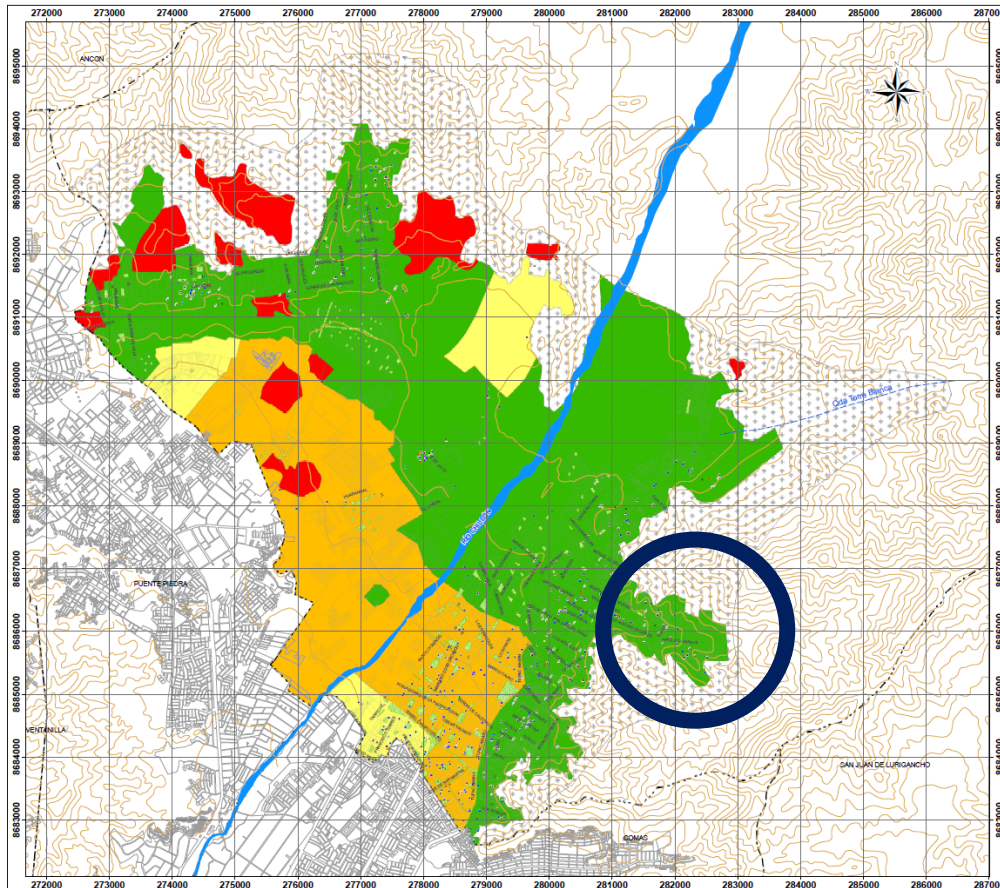
Detalle de suelo de la zona de estudio



Para este aspecto evaluado, se toma lo señalado en estudio desarrollado por el CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres), realizado en el distrito de Carabayllo, identificando el suelo para el AA.HH El Progreso, el cual a 2.5 m de profundidad el tipo de suelo es grava. Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 0, considerando este aspecto como vulnerabilidad baja.

Figura 72.







Tipo de suelo a 2.5m de profundidad en Carabayllo



Nota: Fuente, CISMID

Figura 73.

Cuadro de descripción de tipo de suelo a 2.5 de profundidad

DESCRIPCIÓN	AREA (Ha)	AREA (%)
 Formación rocosa.	2,456.90	29.15
 Gravas.	3,581.41	42.50
 Arenas de compacidad media a densa.	425.15	5.04
 Limos y arcillas.	1,548.19	18.37
 Canteras	416.12	4.94
 Zona de Estudio	8,427.77	100.00

Nota: Fuente, CISMID

2.7.6. Entorno

La topografía encontrada en la zona de la vivienda posee un ángulo comprendido entre 20 a 30 grados de inclinación, medidas con respecto a la proyección horizontal. Por lo tanto, a partir de los criterios mencionados en función de la presente metodología, se asigna un valor de 2, considerando este aspecto como vulnerabilidad media.

Figura 74.

Entorno del área de estudio



Finalmente, con el análisis realizado se procede a rellenar la información considerando la calificación asignada a cada componente.

Figura 75.

Resumen en formato de ficha de observación y análisis

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA - AIS			
VIVIENDA: N° 20 PROPIETARIO: SANDRO TORRES CORDERO			
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA GENERAL
1 ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	Ancho: 6.85 m, largo: 10.75 m $l < 3a$, forma geométrica regular; no posee irregularidad de esquina entrante
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4	No posee vigas de confinamiento, no cumple con la densidad mínima de muros reforzados establecido por la norma E.070 $\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{0}{65.58}$ <input type="checkbox"/> NO CUMPLE Análisis de muros en el eje y-y $\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{0}{65.58}$ <input type="checkbox"/> NO CUMPLE Análisis de muros en el eje x-x
1.3	Irregularidad en altura	4	Ningun muro estructural es continuo al segundo nivel.
2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	La pega del mortero es muy espaciada aproximadamente de 2.5 cm - 4cm, poca regularidad de mortero colocado en la superficie del asiento de ladrillos.
2.2	Tipo y disposición de las unidades de albañilería	2	Se aprecia unidades de mampostería trabadas, pero se presentan que las unidades no son de buena calidad (producción artesanal), con presencia de algunas unidades de vitrificación por la presencia de colores no uniformes (quemados) .
2.3	Calidad de los materiales	2	El mortero no se deja rayar o desmoronar con un clavo fácilmente, sin embargo se observa que el concreto en algunos elementos de confinamiento, no presenta un buen aspecto presentando hormigueros .
3 ASPECTOS ESTRUCTURALES			
3.1	Muros Confinados y Reforzados	4	Según lo presentado en el plano del levantamiento de campo, los muros existentes no están confinados y/o no están confinados íntegramente (por vigas y columnas), de la misma forma el espaciamiento entre elementos de confinamiento es mayor a 5m .
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	4	La edificación no posee vigas de confinamiento, las columnas existentes tienen 30 cm de espesor y más de 400 cm ² de área transversal, el contacto con las columnas es precario .
3.3.	Viga de amarre o corona	4	La vivienda no dispone de vigas de amarre o corona en los elementos de mampostería .
3.4	Características de las aberturas	2	No se presentan aberturas en los muros de mampostería de las viviendas mayor al 35% del área total del muro, además la longitud total de las aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud total del muro, sin embargo estos elementos no están aislados de la estructura y/o presentan arriostres .
3.5	Entrepiso	4	El entrepiso está conformado por losa aligerada de concreto; sin embargo no es continua ni se apoya de manera adecuada sobre los muros, presenta asentamiento perceptible en uno de los ambientes de la vivienda.
3.6	Amarre de cubiertas	2	La cubierta es liviana, no está debidamente amarrada, presentan materiales de diversas secciones y formes, y se aprecia que la cubierta no está correctamente apoyada sobre los muros.

4	Cimentación	2	Se tomó en cuenta lo indicado por el propietario en la encuesta (Zapatas concentradas de 0.6 x 0.6 m, con cimentación corrida), las características constructivas de la vivienda es empírica, no posee un adecuado diseño de cimentación.
5	Suelos	0	El suelo de fundación es duro, el estudio lo define como terreno gravoso, en la visita a campo se constató presencia de grava y roca.
6	Entorno	2	La topografía donde se encuentra la vivienda tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con respecto a la horizontal.

2.8. Cuadro de evaluación de vulnerabilidad sísmica

Figura 76.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD		GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA	
VIVIENDA N° : 20		BAJA = 0	BAJA <15%	50.00%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ 6 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	2.67	11.11	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	4			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	3.33	13.89	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	4			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			2.00		

Finalmente, se establece como grado de vulnerabilidad alta para la vivienda analizada.

El proceso mostrado, fue replicado para las 21 viviendas en su totalidad, se adjunta el cuadro resumen del índice, grado porcentual y rango de vulnerabilidad en la siguiente tabla:

Figura 77.

Resumen de evaluación de vulnerabilidad

VIVIENDA	UBICACIÓN	AIS		
		IV (%)	Grado Porcentual de Vulnerabilidad	Rango de Vulnerabilidad
N°1	AA.HH EL PROGRESO I SECTOR - DISTRITO DE CARABAYLLO	1.33	33.33%	MEDIA
N°2		1.53	38.33%	ALTA
N°3		1.60	40.00%	ALTA
N°4		1.73	43.33%	ALTA
N°5		1.33	33.33%	MEDIA
N°6		1.47	36.67%	ALTA
N°7		1.80	45.00%	ALTA
N°8		1.87	46.67%	ALTA
N°9		1.53	38.33%	ALTA
N°10		1.87	46.67%	ALTA
N°11		1.27	31.67%	MEDIA
N°12		1.73	43.33%	ALTA
N°13		1.33	33.33%	MEDIA
N°14		1.53	38.33%	ALTA
N°15		1.53	38.33%	ALTA
N°16		1.27	31.67%	MEDIA
N°17		1.53	38.33%	ALTA
N°18		1.60	40.00%	ALTA
N°19		1.73	43.33%	ALTA
N°20		2.00	50.00%	ALTA
N°21		1.27	31.67%	MEDIA

CAPITULO 3. RESULTADOS

3.1. Análisis de Resultados

3.1.1. Resumen de estadística descriptiva

En la tabla 8, se puede identificar que, de las 21 viviendas analizadas, 6 pertenecen a un grado de vulnerabilidad media, 15 a vulnerabilidad alta y ninguna a vulnerabilidad baja, asimismo en la Figura 79, se presenta el grado de vulnerabilidad sísmica para cada vivienda analizada.

Tabla 8.

Grado de vulnerabilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MEDIA	6	28,6	28,6	28,6
	ALTA	15	71,4	71,4	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia

Figura 78.

Grado porcentual de Vulnerabilidad en las viviendas de estudio

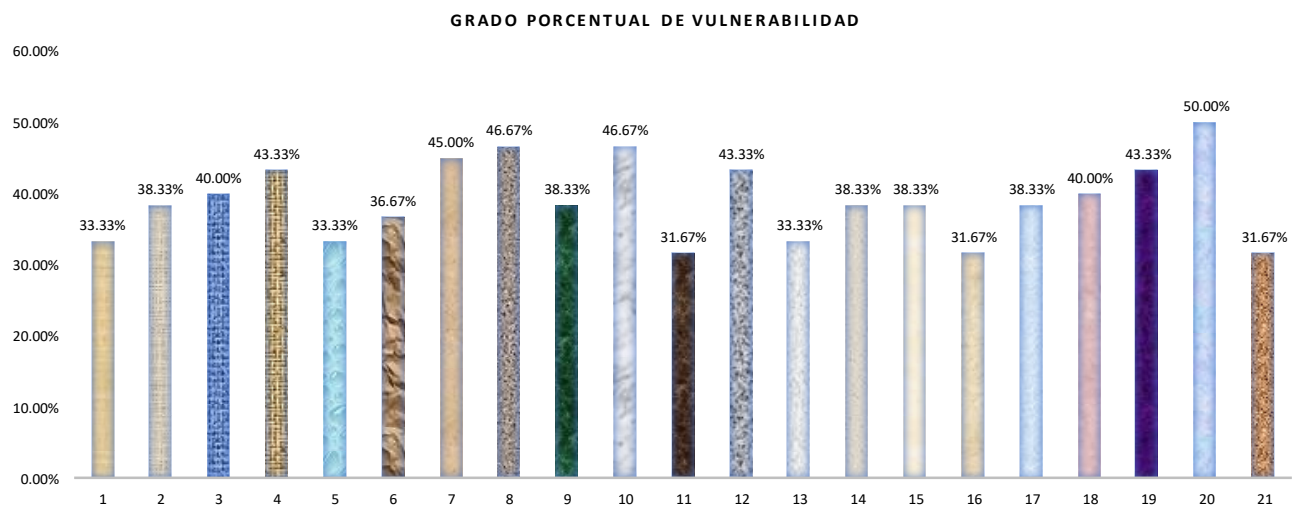
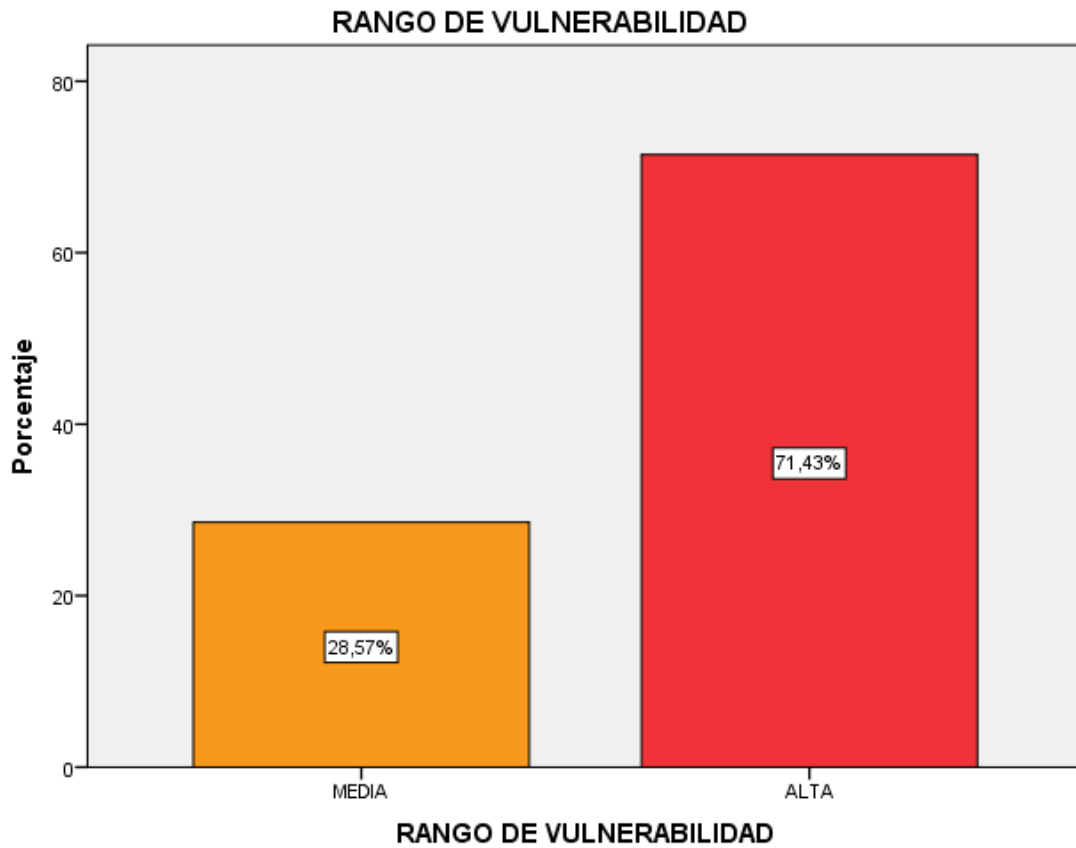


Figura 79.

Rango del Grado de Vulnerabilidad



Respaldo de los resultados mostrados y evaluados en la visita a campo, se contrasta con la encuesta de carácter general, que expresa lo siguiente:

Figura 80.

Distribución porcentual de tipo de edificación



De la Figura 80, se desprende que de las viviendas analizadas la gran mayoría de familias que migran o se establecen a este sector como de Lima, constituyen viviendas unifamiliares.

Figura 81.

Distribución porcentual de antigüedad de edificación.



De la Figura 81, se visualiza que las viviendas analizadas poseen hasta una antigüedad de 20 años, dejando entrever que van siendo de carácter reciente la radicación de familias en este asentamiento (0 - 5 años), dato que se respalda con el crecimiento de la población, en los últimos años del presente distrito, mostrado en la tabla 1 de INEI (capítulo de realidad problemática).

Figura 82.

Distribución porcentual de asesoría calificada.



De la Figura 82, se puede visualizar que el 67%, no presentó algún tipo de asesoría calificada, en la construcción de sus viviendas, el 28 % alegó que la asesoría y costeo fue a través del banco de materiales, y el 5 % no recuerda o precisa el profesional y/o persona encargada para su construcción.

Figura 83.

Distribución porcentual de planos de construcción de la vivienda



De la Figura 83, se desprende que el 95 % de las viviendas estudiadas no cuentan con planos de estructuras y/o arquitectura, esto deja entrever, la baja importancia del formalismo y vivienda y sobre todo la autoconstrucción a niveles abrumadores.

Figura 84.

Distribución porcentual de número de pisos proyectados



De la Figura 84, se visualiza que las proyecciones de niveles a construir, contemplan hasta 4 pisos, teniendo como porcentaje mayoritario el 38%, cabe resaltar que las viviendas analizadas utilizan unidades con características artesanales, las cuales se deben emplear hasta dos niveles.

3.1.2. Prueba de Normalidad

H0: Las variables presentan una distribución normal.

H1: Los variables no presentan una distribución normal.

Tabla 9.

Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VULNERABILIDAD SISMICA	,141	21	,200*	,939	21	,208

CARACTERÍSTICAS	,141	21	,200*	,939	21	,208
CONSTRUCTIVAS						

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para evaluar el comportamiento de nuestras variables y datos, y ver la normalidad en los resultados por el instrumento de medición empleado, se utilizó la prueba de normalidad a través de Shapiro – Wilk (utilizado para muestras menores a 40).

En la tabla 9, se visualiza que el Sig. = 0,208 > 0,05; para ambas variables, según la prueba de normalidad Shapiro Wilk esto implica, rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. Es decir, los valores obtenidos del análisis de grado de vulnerabilidad y las características constructivas efectuadas en las 21 viviendas, presentan una distribución normal.

Figura 85.

Curva de Normalidad - Grado de Vulnerabilidad

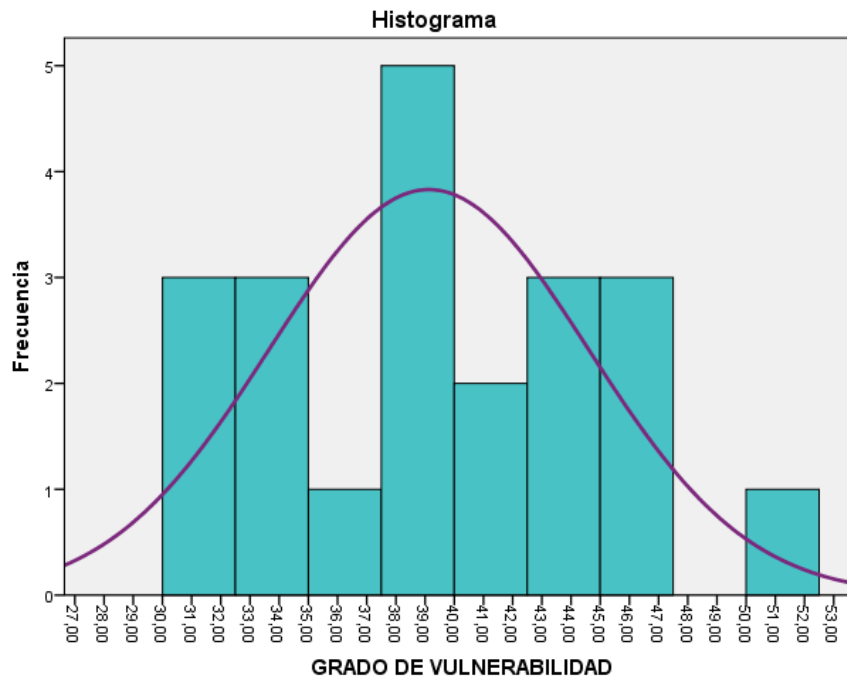
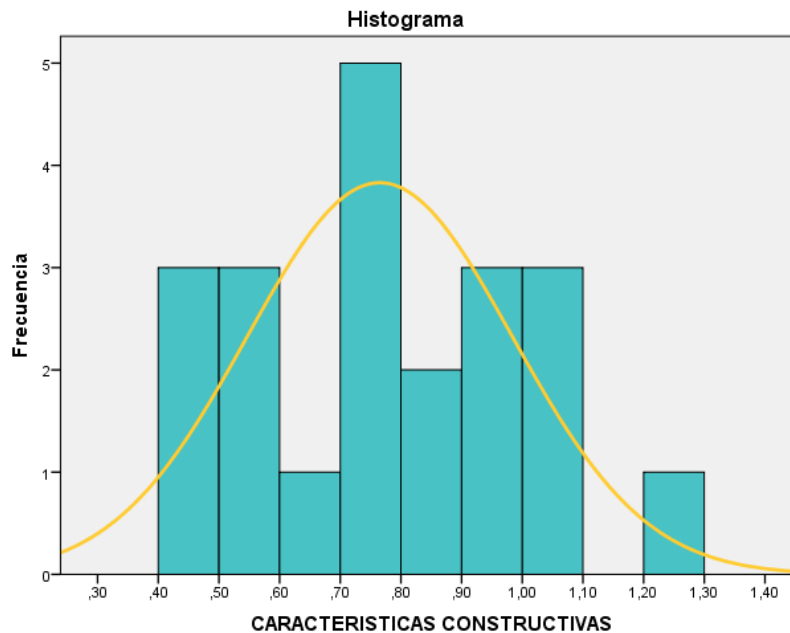


Figura 86.

Curva de Normalidad - Características constructivas



En la figura 85 y 86 , se observa que los valores de los resultados obtenidos, se encuentran aproximadamente centrados bajo la curva de normalidad, cerca al promedio, es decir, los datos guardan una relación significativa, aportando representatividad para los cálculos estadísticos, bajo la metodología empleada.

3.2. Análisis descriptivo

3.2.1. Análisis aspectos geométricos

Tabla 10.

Componentes de los Aspectos Geométricos

CASOS	IRRPLANTA	NMUROS	IRRALTURA	APSGEO
1	0.200	0.200	0.000	0.133
2	0.000	0.200	0.000	0.067
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.400	0.000	0.133
5	0.000	0.400	0.000	0.133

6	0.000	0.400	0.000	0.133
7	0.200	0.400	0.000	0.200
8	0.000	0.400	0.000	0.133
9	0.000	0.400	0.200	0.200
10	0.200	0.400	0.000	0.200
11	0.000	0.200	0.000	0.067
12	0.200	0.400	0.000	0.200
13	0.000	0.200	0.000	0.067
14	0.000	0.200	0.200	0.133
15	0.000	0.200	0.000	0.067
16	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.400	0.400	0.267
18	0.200	0.400	0.000	0.200
19	0.200	0.200	0.200	0.200
20	0.000	0.400	0.400	0.267
21	0.000	0.000	0.000	0.000

Nota: Elaboración propia

Tabla 11.

Estadística de los componentes de los Aspectos Geométricos

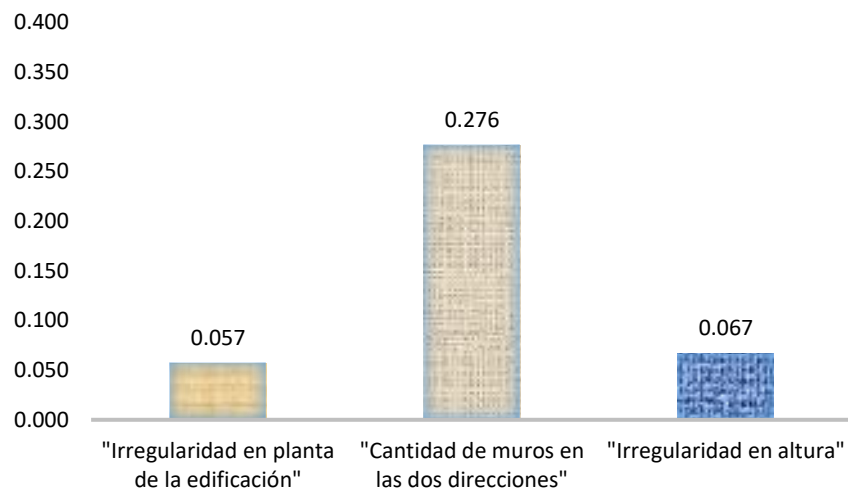
		Irregularidad en planta de la edificación	Cantidad de muros en las dos direcciones	Irregularidad en altura
N	Válido	21	21	21
	Perdidos	0	0	0
Media		,05714	,27619	,06667
Mediana		,00000	,40000	,00000
Moda		,000	,400	,000
Desviación estándar		,092582	,148003	,131656
Mínimo		,000	,000	,000
Máximo		,200	,400	,400

Nota: Elaboración propia

Figura 87.

Promedios de calificación de los aspectos geométricos

ASPECTOS GEOMÉTRICOS



En la tabla 11, se observa los valores que representan la mayor vulnerabilidad sísmica en los componente de los aspectos geométricos, asimismo, la media de la cantidad de muros en dos direcciones asciende a 0,27619, siendo superior a los demás componentes, por tanto, este valor calculado es la representación del componente más deficiente y/o vulnerado dentro de los aspectos geométricos en el análisis de vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS.

Tabla 12.

Estadística de los Aspectos Geométricos

ASPECTOS GEOMÉTRICOS		
N	Válido	21
	Perdidos	0
Media		,13333
Mediana		,13333
Moda		,133 ^a
Desviación estándar		,081650
Mínimo		,000
Máximo		,267

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

En la tabla 12, se visualiza que los aspectos geométricos presentan una media de 0,13333; asimismo, la desviación estándar es de 0,0816500 puntos, por lo que los datos no se encuentran tan alejados de la media y son representativos para el presente análisis. El valor mínimo de análisis es de 0,000 y el máximo de 0.267.

3.2.2. Análisis aspectos constructivos

Tabla 13.

Componentes de los Aspectos Constructivos

CASOS	CALJUNT	UNDMANP	CALMAT	ASPCONST
1	0.200	0.200	0.200	0.200
2	0.200	0.200	0.200	0.200
3	0.200	0.200	0.200	0.200
4	0.200	0.200	0.200	0.200
5	0.200	0.200	0.000	0.133
6	0.400	0.200	0.200	0.267
7	0.400	0.200	0.200	0.267
8	0.400	0.200	0.200	0.267
9	0.200	0.200	0.200	0.200
10	0.200	0.200	0.200	0.200
11	0.200	0.200	0.200	0.200
12	0.400	0.200	0.200	0.267
13	0.200	0.200	0.200	0.200
14	0.200	0.200	0.200	0.200
15	0.200	0.200	0.200	0.200
16	0.200	0.200	0.200	0.200
17	0.200	0.200	0.000	0.133
18	0.400	0.200	0.200	0.267
19	0.200	0.200	0.200	0.200
20	0.400	0.200	0.200	0.267
21	0.200	0.200	0.000	0.133

Nota: Elaboración propia

Tabla 14.

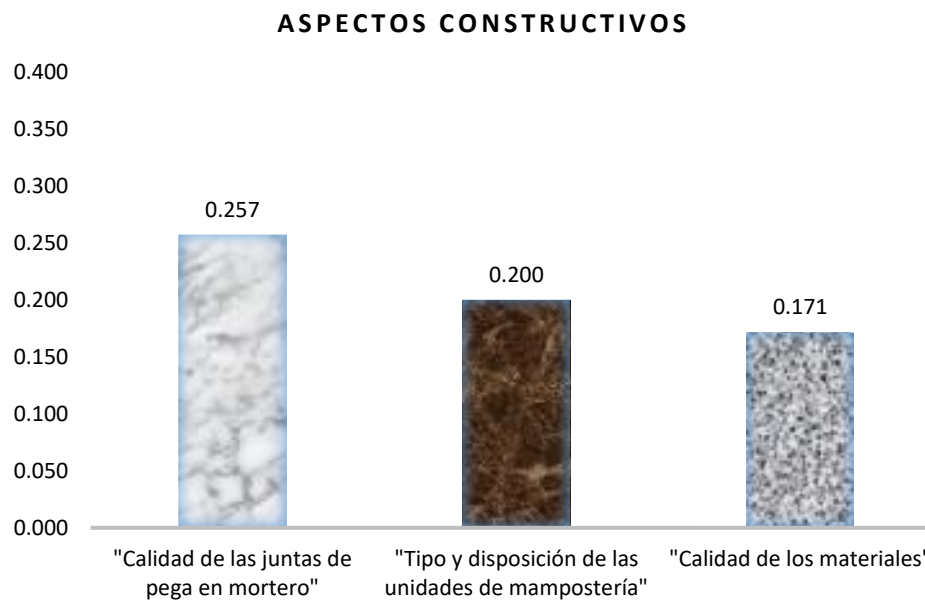
Estadística de los componentes de los Aspectos Constructivos

		Calidad de las juntas de pega en mortero	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	Calidad de los materiales
N	Válido	21	21	21
	Perdidos	0	0	0
	Media	,25714	,20000	,17143
	Mediana	,20000	,20000	,20000
	Moda	,200	,200	,200
	Desviación estándar	,092582	,000000	,071714
	Mínimo	,200	,200	,000
	Máximo	,400	,200	,200

Nota: Elaboración propia

Figura 88.

Promedios de calificación de los componentes constructivos



En la tabla 14, se observa los valores que representan la mayor vulnerabilidad sísmica en los componentes de los aspectos constructivos, asimismo, la media de la calidad de las juntas de pega de mortero asciende a 0,25714, siendo superior a los demás componentes, por tanto, este

valor calculado es la representación del componente más deficiente y/o vulnerado dentro de los aspectos constructivos en el análisis de vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS.

Tabla 15.

Estadística de los Aspectos Constructivos

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS		
N	Válido	21
	Perdidos	0
Media		,20952
Mediana		,20000
Moda		,200
Desviación estándar		,043644
Mínimo		,133
Máximo		,267

Nota: Elaboración propia

En la tabla 15, se visualiza que los aspectos constructivos presentan una media de 0,20952; asimismo, la desviación estándar es de 0,043644 puntos, por lo que los datos no se encuentran tan alejados de la media y son representativos para el presente análisis. El valor mínimo de análisis es de 0,133 y el máximo de 0.267.

3.2.3. Análisis aspectos estructurales

Tabla 16.

Componentes de los Aspectos Estructurales

CASOS	MURCONF	DETCOL	VIGAMAR	CARABER	ENTREPISO	AMARCUB	ASPESTRUC
1	0.400	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.200
2	0.400	0.400	0.400	0.400	0.800	0.400	0.467
3	0.400	0.400	0.800	0.400	0.800	0.800	0.600
4	0.400	0.800	0.800	0.400	0.800	0.400	0.600
5	0.400	0.000	0.400	0.400	0.400	0.000	0.267
6	0.400	0.400	0.400	0.400	0.000	0.000	0.267

7	0.400	0.400	0.800	0.000	0.800	0.800	0.533
8	0.800	0.400	0.800	0.400	0.800	0.800	0.667
9	0.400	0.000	0.800	0.000	0.000	0.800	0.333
10	0.800	0.400	0.800	0.400	0.800	0.800	0.667
11	0.400	0.000	0.400	0.400	0.000	0.000	0.200
12	0.800	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.467
13	0.400	0.400	0.400	0.400	0.000	0.000	0.267
14	0.400	0.000	0.800	0.400	0.000	0.800	0.400
15	0.400	0.400	0.800	0.400	0.000	0.800	0.467
16	0.400	0.400	0.400	0.400	0.000	0.000	0.267
17	0.400	0.000	0.400	0.400	0.000	0.800	0.333
18	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.000	0.333
19	0.800	0.400	0.400	0.400	0.400	0.800	0.533
20	0.800	0.800	0.800	0.400	0.800	0.400	0.667
21	0.400	0.400	0.400	0.400	0.000	0.400	0.333

Nota: Elaboración propia

Tabla 17.

Estadística de los componentes de los Aspectos Estructurales

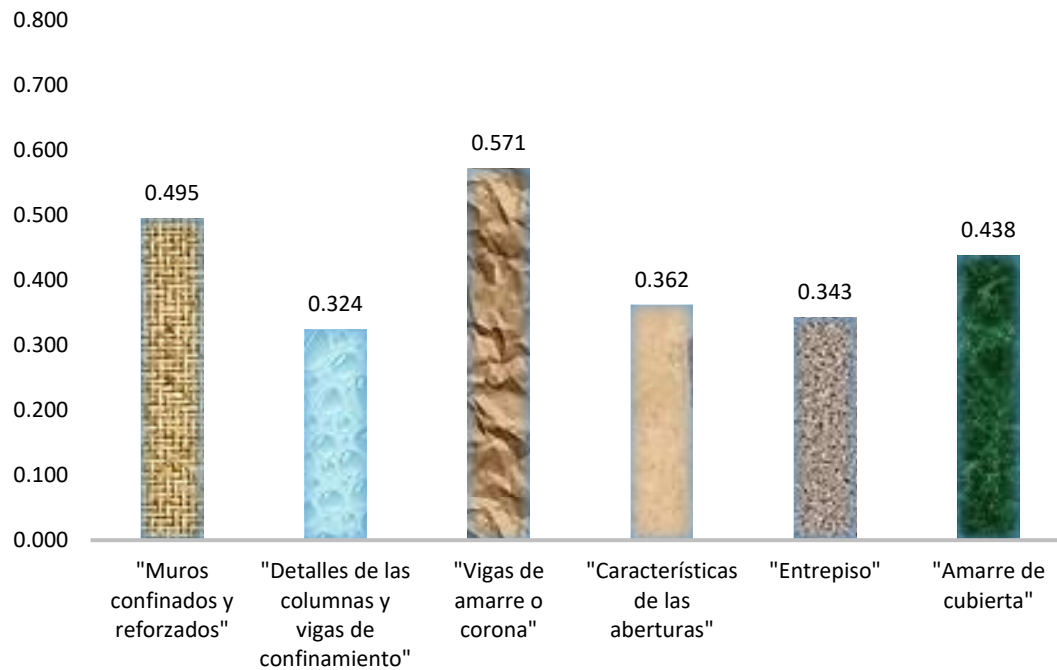
		Detalles de las					
		Muros confinados y reforzados	columnas y vigas de confinamiento	Vigas de amarre o corona	Características de las aberturas	Entrepiso	Amarre de cubierta
N	Válido	21	21	21	21	21	21
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		,49524	,32381	,57143	,36190	,34286	,43810
Mediana		,40000	,40000	,40000	,40000	,40000	,40000
Moda		,400	,400	,400	,400	,000	,800
Desviación estándar		,174574	,240634	,202837	,120317	,364104	,355635
Mínimo		,400	,000	,400	,000	,000	,000
Máximo		,800	,800	,800	,400	,800	,800

Nota: Elaboración propia

Figura 89.

Promedios de calificación de los componentes estructurales

ASPECTOS ESTRUCTURALES



En la tabla 17, se observa los valores que representan la mayor vulnerabilidad sísmica en los aspectos estructurales, asimismo, la media de vigas de amarre o corona asciende a 0,57143, y la media de muros confinados y reforzados, asciende a 0,49524, siendo superiores a los demás componentes, por tanto, estos valores calculados son la representación de los componentes más deficientes y/o vulnerados dentro de los aspectos estructurales en el análisis de vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS.

Tabla 18.

Estadística de los Aspectos Estructurales

ASPECTOS ESTRUCTURALES		
N	Válido	21
	Perdidos	0
Media		,42222
Mediana		,40000
Moda		,267 ^a

Desviación estándar	,158231
Mínimo	,200
<u>Máximo</u>	<u>,667</u>

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

En la tabla 18, se visualiza que los aspectos estructurales presentan una media de 0,42222; asimismo, la desviación estándar es de 0,158231 puntos, por lo que los datos no se encuentran tan alejados de la media y son representativos para el presente análisis. El valor mínimo de análisis es de 0,200 y el máximo de 0.667.

3.2.4. Análisis cimentación, suelo, entorno

Tabla 19.

Calificación ponderada de cimentación, suelos, entorno

CASOS	CIMENTACION	SUELOS	ENTORNO
1	0.400	0.000	0.400
2	0.400	0.000	0.400
3	0.400	0.000	0.400
4	0.400	0.000	0.400
5	0.400	0.000	0.400
6	0.400	0.000	0.400
7	0.400	0.000	0.400
8	0.400	0.000	0.400
9	0.400	0.000	0.400
10	0.400	0.000	0.400
11	0.400	0.000	0.400
12	0.400	0.000	0.400
13	0.400	0.000	0.400
14	0.400	0.000	0.400
15	0.400	0.000	0.400
16	0.400	0.000	0.400
17	0.400	0.000	0.400
18	0.400	0.000	0.400
19	0.400	0.000	0.400
20	0.400	0.000	0.400

21	0.400	0.000	0.400
-----------	--------------	--------------	--------------

Nota: Elaboración propia

Tabla 20.

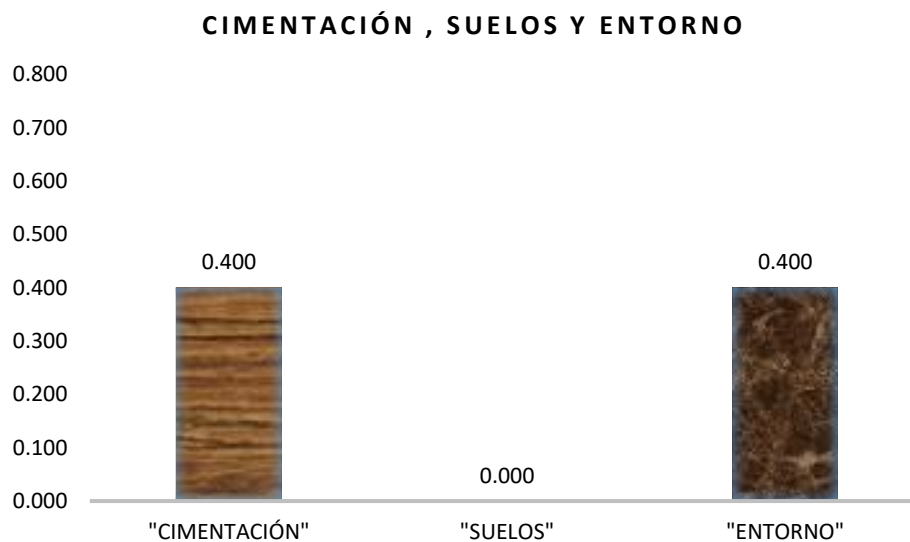
Estadística Cimentación, Suelo y Entorno

		CIMENTACIÓN	SUELOS	ENTORNO
N	Válido	21	21	21
	Perdidos	0	0	0
Media		,40000	,00000	,40000
Mediana		,40000	,00000	,40000
Moda		,400	,000	,400
Desviación estándar		,000000	,000000	,000000
Mínimo		,400	,000	,400
Máximo		,400	,000	,400

Nota: Elaboración propia

Figura 90.

Promedios de calificación de los componentes estructurales



Los valores considerados para estos aspectos, responden al mismo entorno (la topografía para las viviendas comprendidas entre un ángulo de 20 a 30 grados con respecto al plano horizontal), suelos (tipo de suelo gravosa, con presencia de rocas en la zona de análisis) y

cimentación (valor considerado de acuerdo a lo preguntado y observado en campo). Se mantiene un valor promedio (media) 0, 4; 0,0 y 0,4 respectivamente.

CAPITULO 4.DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Primera Discusión

De acuerdo a los resultados hallados, aceptamos la hipótesis general formulada, el cual establece que el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, se encuentra en un rango medio y alto, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector distrito de Carabayllo, en el año 2019.

Se ha realizado la comparación de resultados obtenidos en las investigaciones citadas en nuestros antecedentes, siendo presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 21.

Resultados de estudios de investigación

VULNERABILIDAD SÍSMICA				
AUTORES	UBICACIÓN	BAJA	MEDIA	ALTA
Huahuahuque (2018)	Callao - Lima	0%	61%	39%
Valverde (2017)	Pueblo Nuevo - Lambayeque	12%	16%	72%
Nervi (2017)	Juliaca - Puno	5%	35%	60%
Huashua ; Sanchez (2017)	Abancay - Apurímac	2%	46%	52%
Alva; Bendezu (2015)	Chimbote - La Libertad	0%	61%	39%
Flores (2015)	Samegua- Moquegua	0%	44%	56%
Paz (2019)	Carabayllo -Lima	0%	29%	71%

Nota: Elaboración propia

De la tabla 21, analizando con cada autor presentado, se tiene:

El autor Valverde (2017), obtuvo un grado de vulnerabilidad baja 12%, media 16% y alta 72%, en la cual ha demostrado que los componentes de mayor incidencia es la inadecuada cantidad de muros en la mayoría de casos analizados, además del empleo de baja calidad de materiales, frente a la obtenido en la presente investigación con una vulnerabilidad baja 0%, media 29% y alta

71%, se tiene una mayor similitud en el grado de vulnerabilidad alta (71%-72%), en donde concuerda que la cantidad de muros es la más propensa dentro de los aspectos geométricos, sin embargo como segundo aspecto más incidente son las vigas de amarre, esta variación de prelación en cuanto a los componentes más influyentes, puede llegar a entenderse en que el estudio sostenido del referido autor, el material más utilizado en la zona de estudio es de ladrillo artesanal en un 78%, respecto al uso de ladrillo artesanal de 28%. De igual manera con Nervi(2017), Huashua; Sanchez (2017) y Flores (2015), obtuvieron los valores de grado de vulnerabilidad alta de 60%, 52% y 56%, entre los principales factores del alto nivel de vulnerabilidad, es dada por la poca asesoría y la inexistencia de planos, ya que el 74% - 80 % de las viviendas evaluadas no constaban con asesoría ni diseño, frente a lo obtenido en la presente investigación, en donde, un 67% de las viviendas no presentan asesoría calificada y un 95% no posee planos de construcción de la misma, asimismo lo sostenido por Huahualuque (2018) con una vulnerabilidad media de 61% y alta de 39%, determino que la ausencia de supervisión técnica registrada es la de mayor incidencia con un 91.3% y que las viviendas analizadas están conformadas en mayoría por 2 niveles con un 69.57%, y 1 nivel con 17.39%, en similitud a lo obtenido en la presente investigación, pues la ausencia de asesoría calificada en un 67%, sin embargo las viviendas de mayor análisis en el presente estudio fueron de 1 nivel, aproximadamente el 70%, con respecto al estudio elaborado por Alva; Bendezu (2015), obtuvo por resultado una vulnerabilidad media de 61% y alta de 39%, teniendo como factor principal la resistencia convencional de los muros, pues el 39% no cumple con la densidad de muros, a diferencia del presente estudio, en el que un 69% dentro del aspecto geométrico no cumple la cantidad de muros, en tal sentido deja entrever las diferencias entre valores de vulnerabilidad alta de cada estudio.

Se puede visualizar entonces, de las investigaciones nacionales tomadas en nuestros antecedentes, los resultados obtenidos son similares, concordando en mayoría con lo indicado en el grado de vulnerabilidad medio y alto, pues a pesar de los diferentes métodos aplicados en los estudios y regiones del Perú, las características de las viviendas autoconstruidas es una constante en cuanto sus malas configuraciones estructurales, geométricas y constructivas.

Por otro lado, en relación a la misma metodología aplicada (AIS), los resultados hallados, discrepan con lo señalado por (Carpeta, 2014), que obtuvo un valor de 34.76% (promedio general), calificando en el grado de vulnerabilidad media, respecto a los hallazgos planteado en el presente trabajo con un valor de 39.13% (promedio general) calificando en el grado de vulnerabilidad alta, esto se diferencia básicamente, que a pesar de la proximidad del valor del grado de vulnerabilidad, enmarcados en diferentes rangos (media o alta), y los mismos factores registrados y evaluados, el estudio referido por el mencionado autor, tomó solo una muestra de 7 viviendas, que radican en diferentes localidades (cinco ciudades de Bogotá), por lo tanto diferentes tipos de terrenos y/o suelos, entorno estudiado y características constructivas empleadas, a comparación del estudio presentado que es perteneciente a un determinado sector.

4.1.2. Segunda Discusión

Se acepta la primera hipótesis específica, sobre el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica en los aspectos geométricos, es la cantidad de muros en las dos direcciones.

En el estudio de Carpeta (2014), se obtuvo como resultados concerniente a los aspectos geométricos, que el promedio de vulnerabilidad de la irregularidad de planta de la edificación es de 0.17143, la cantidad de muros en las dos direcciones de 0.22857, y la irregularidad en altura de 0.17143, a comparación de la presente investigación en donde se obtuvo para estos componentes, los valores promedio de 0.05714, 0.27619 y 0.0667 respectivamente, en la que se ha demostrado

que el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica es la cantidad de muros en dos direcciones, en estos se evidencia que los muros no están distribuidos equitativamente en ambas direcciones (predominancia en una dirección más que en la otra), además que las escasas columnas de confinamiento están a una distancia mayor de lo establecido de la norma, esto concuerda con lo indicado con el referido autor, en la que al analizar la participación de los aspectos geométricos destacó que la distancia entre muros era excesiva, con espaciamiento que superaban los 4 metros. Sin embargo, en lo que no concuerda, es que menciona que la irregularidad vertical es otro de los mayores influyentes en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, siendo para el presente estudio de investigación de los menos influyentes, esto se debe, a que el estudio realizado en la presente tesis expuesta, ha tenido en mayoría evaluación para viviendas de un solo nivel.

4.1.3. Tercera Discusión

Se acepta la segunda hipótesis específica, sobre el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica en los aspectos constructivos, es la calidad de las juntas de pega de mortero.

En el estudio de Carpeta (2014), se obtuvo como resultados concerniente a los aspectos constructivos, que el promedio de vulnerabilidad de calidad de juntas de pega en mortero es de 0.14286, el tipo y disposición de las unidades de mampostería es de 0.14286, y la calidad de los materiales de 0.08571, a comparación de la presente investigación en donde se obtuvo para estos componentes, los valores promedio de 0.25714, 0.20000 y 0,17143 respectivamente, en la que se ha demostrado que el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica es la calidad de juntas de pega de mortero, en estos se evidencia que los problemas más recurrentes es el espesor de mortero de las unidades de albañilería que excede los 1.3cm (llegándose a encontrar hasta de 4 cm), la irregularidad de juntas o escasa regularidad de alineación de unidades. En este sentido, concuerda parcialmente con lo señalado por el referido autor, puesto que a pesar de ser el mismo

componente con mayor deficiencia, este es por la ausencia de juntas o escasa aplicación de mortero y la irregular disposición de las unidades de mampostería, teniendo como tentativa que la variación en cuanto el espesor de juntas puede responder a las prácticas constructivas de cada país.

4.1.4. Cuarta Discusión

Se acepta la tercera hipótesis específica, sobre los componentes que representan la mayor vulnerabilidad sísmica en los aspectos estructurales, son las vigas de amarre o corona y los muros confinados y reforzados.

En el estudio de Carpeta (2014), se obtuvo como resultados concerniente a los aspectos estructurales, que el promedio de vulnerabilidad de muros confinados y reforzados es de 0.34286, el detalle de las columnas y vigas de confinamiento es de 0.17143, las vigas de amarre o corona de 0.28571, las características de las aberturas de 0.45714, el entrepiso de 0.4000 y amarre de cubierta de 0.34286, a comparación de la presente investigación en donde se obtuvo para estos componentes, los valores promedio de 0.49524, 0.32381, 0.57143, 0.36190, 0.34286 y 0.43810 respectivamente, en la que se ha demostrado que los componentes que representan la mayor vulnerabilidad sísmica son las vigas de amarre o corona y los muros confinados y reforzados, concordando como uno de los valores más altos en lo que respecta los muros confinados y reforzados, esto se ha evidenciado en los muros de las viviendas analizadas en su mayoría presentaban escaso confinamiento, las vigas de amarre son discontinuas, y en casos de tabiquería o parapetos no existen confinamiento, al igual que los sustentado por el referido autor en la insuficiencia de elementos de confinamiento (vigas y columnas) así como el inadecuado amarre tanto de los muros portantes como de las culatas y antepechos, sin embargo en lo que no concuerda como uno de los aspectos de mayor representación sísmica es la característica de las aberturas, puesto que en el presente estudio se ha tomado en mayoría viviendas de un solo nivel y escasas

comparticiones, a diferencia de las viviendas de dos niveles y con mayor proporción de muros tomada por Carpeta (2014).

4.2. Conclusiones

4.2.1. Primera conclusión

Se determinó, que existe un grado de vulnerabilidad baja de 0%, media de 28.57% y alta de 71.43%, en las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector distrito de Carabayllo, en el año 2019.

4.2.2. Segunda conclusión

Se determinó, que el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica, en los aspectos geométricos, es la cantidad de muros en dos direcciones, cuyo valor asciende a 0,27619 (según tabla 11), este valor es superior a los demás componentes de los aspectos geométricos, estableciéndose como el más deficiente, en el análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

4.2.3. Tercera conclusión

Se determinó, que el componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica, en los aspectos constructivos, es la calidad de las juntas de pega de mortero, cuyo valor asciende a 0,25714 (según tabla 14), este valor es superior a los demás componentes de los aspectos constructivos, estableciéndose como el más deficiente, en el análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

4.2.4. Cuarta conclusión

Se determinó, que los componentes que representan la mayor vulnerabilidad sísmica, en los aspectos estructurales, son las vigas de amarre o corona, cuyo valor asciende a 0,57143 y los muros confinados y reforzados, que asciende a 0,49524 (según tabla 17), estos valores son superiores a los demás componentes de los aspectos estructurales, estableciéndose como los más deficientes, en el análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.

4.3. Recomendaciones

4.3.1. Primera recomendación

Se recomienda, para las viviendas calificadas con un grado de vulnerabilidad sísmica media – alta, se realice una pronta intervención, fomentada por el MVCS (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento), y sostenida a través de la municipalidad local, para el reforzamiento de las mismas, procurando su fácil implementación y accesible economía, para los habitantes.

4.3.2. Segunda recomendación

Se recomienda, a las autoridades competentes del distrito que brinden las capacitaciones básicas, a la población, con los mínimos criterios que debe tener los aspectos geométricos de una vivienda, y específicamente para el caso del sistema estructural de albañilería confinada, en la adecuada implementación y/o reforzamiento de la cantidad de muros necesario en ambas direcciones de la vivienda.

4.3.3. Tercera recomendación

Se recomienda, a las autoridades competentes del distrito que brinden las capacitaciones básicas, a la población, con los mínimos criterios que debe tener la construcción de una vivienda, y específicamente para el caso del sistema estructural de albañilería confinada, en la importancia

del proceso constructivo de las viviendas, así como la calidad de los materiales que participan y/o intervienen en su construcción.

4.3.4. Cuarta recomendación

Se recomienda, a las autoridades competentes del distrito que brinden las capacitaciones básicas, a la población, con los mínimos criterios que debe tener la construcción de una vivienda, y específicamente para el caso del sistema estructural de albañilería confinada, en el rol de prioridad de los elementos estructurales de la vivienda y su comportamiento ante movimientos sísmicos.

4.3.5. Quinta Recomendación

Se recomienda, a los propietarios, a acceder a programas de asesoramiento profesional para el correcto diseño y construcción de sus viviendas, a fin de atenuar la desmedida autoconstrucción, actuando como primera instancia, en las zonas de mayor concentración de crecimiento poblacional (conos).

4.3.6. Sexta Recomendación

Se recomienda, a las entidades distritales y/o regionales, que implementen un eficiente plan de desarrollo concertado, con énfasis en la reducción de vulnerabilidad sísmica local, para las viviendas de su competencia, y brindar el soporte necesario a nuevas familias, facilitando el acceso de terrenos dentro de los programas del estado.

4.3.7. Séptima Recomendación

Se recomienda, la implementación del método AIS para la rápida caracterización de vulnerabilidad de viviendas en nuevas áreas y/o en lugares donde no exista estudios previos a lo indicado, pues respecto a los costos señalados (ANEXO N°3), se ha demostrado del análisis realizado, tanto para costos unitarios y presupuesto de la ejecución de análisis de vulnerabilidad

sísmica de viviendas de albañilería confinada aplicando metodologías analíticas los costos representan un monto mayor a dos veces más lo invertido al aplicar la metodología AIS, de la misma forma. En cuanto a los recursos tecnológicos usados, para el equipo y procesamiento de datos, la metodología analítica requiere de mayor cantidad según lo detallado, el uso de equipos: Laser, detector de metales, esclerómetro, además de los programas usados en el procesamiento de datos: AutoCAD, Etabs o SAP, Microsoft Excel -Macros, Ficha técnica de observación, por otro lado, la implementación y/o aplicación de la metodología AIS, requiere programas básicos para su procesamiento al igual que sus recursos : AutoCAD, Microsoft Excel , Ficha técnica de Metodología AIS, si bien es cierto el empleo de las metodologías analíticas poseen mayor Se muestran resultados de discretización en los recursos empleados, la finalidad del trabajo es la practicidad de la misma en su empleo para la rápida caracterización de vulnerabilidad, y esta es cualidad de la Metodología AIS, siendo más beneficiosa, por ultimo respecto al beneficio social, está relacionado a la cantidad de viviendas que puede llegar el empelar estos métodos con lo cual, las metodologías analíticas abarcan a 6.5 viviendas analizadas por día, la aplicación con la metodología AIS, llega a 10 viviendas por día, teniendo pues, en su aplicación e implementación, un mayor sector cubierto de viviendas a analizar, llegando a más viviendas en el mismo tiempo que la aplicación de las metodologías analíticas, con las condiciones claro está, señalada en el presente estudio, por lo cual es óptima para la identificación de vulnerabilidad en distintos sectores o distritos del país.

REFERENCIAS

- Alva Velasquez , G. J., & Bendezu Carranza , R. A. (2015). "DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA ZONA DE PPJJ LA LIBERTAD - CHIMBOTE ". (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Santa, La Libertad, Perú.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2001). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA*. Medellín: LA RED.
- Barbat, A., & Pujades, L. (2004). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO SÍSMICO EN ZONAS URBANAS. APLICACIÓN A BARCELONA*. Barcelona - España: Congreso Nacional de Sismología e Engenharia Sísmica.
- Broto, C. C. (2006). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Links International.
- Campoverde, O. J. (2017). ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO. (*Tesis de título profesional*). Universidad Federico Villareal, Lima-Perú.
- Carpeta, E. L. (2014). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE SIETE VIVIENDAS MEDIANTE CUATRO METODOLOGÍAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. (*Tesis de pregrado*). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá.
- Estrada, M. (22 de Septiembre de 2017). *Informalidad en el sector construcción: ¿Por qué las edificaciones se caen? ¿Cómo evitarlo?* Obtenido de Capital: <http://www.capital.com.pe/actualidad/informalidad-en-el-sector-construccion-por-que-las-edificaciones-se-caen-como-evitarlo-noticia-1078286>
- Flores, O. R. (2015). VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE SAMEGUA, REGIÓN MOQUEGUA. (*Tesis de pregrado*). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua - Perú.
- Giraldo, F. A. (2018). “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUARAZ – AÑO 2016”. (*Tesis de Título Profesional*). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash- Perú.
- Gomez Araujo, I. D., & Rodriguez Bula, E. J. (2007). GENERACION DE FUNCIONES DE VULNERABILIDAD PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERIA NO REFORZADA DE BAJA ALTURA UTILIZANDO TÉCNICAS DE SIMULACION. (*Tesis de pregrado*). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* . México D.F: McGRAW-HILL Education.
- Herrera Reyes, G., Vielma C., J., Barbat H., A., & Pujades L., L. (2012). *ESTADO DEL CONOCIMIENTO SOBRE METODOLOGIA DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICIOS*. Barcelona-España: Universidad Politecnica de Cataluña.

- Huahualuque, M. A. (2018). “El nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de construcción informal del asentamiento humano Santa Rosa de Lima - Cerro la Regla, Callao 2018”. (*Tesis de pregrado*). Univerdad César Vallejo, LIMA – PERÚ.
- Huashua Huarcaya, M., & Sanchez Contreras, A. (2017). “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE LA URBANIZACIÓN BELLA VISTA DE LA CIUDAD DE ABANCAY – APURÍMAC.”. (*Tesis de pregrado*). Universidad Tecnológica de los Andes , Abancay - Apurímac - Perú.
- Kuroiwa, J. H. (2002). *Reducción de desastres Viviendo en armonía*. Lima, Lima, Perú: Bruño.
- Mena Hernandez, U. (2003). Evaluacion del riesgo sismico en zonas urbanas. (*Teis de Doctorado*). Universidad Politecnica de Cataluña, España.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, M. (2016). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDFICACIONES*. Lima: Megabyte.
- Mosqueira, M. M. (2012). Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. *Revista “Ciencia y Tecnología”, Escuela de Postgrado - UNT*.
- Nervi, M. L. (2017). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno. (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana Unión .
- Prieto, M. W. (2007). Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de Ciudad Bolívar evaluadas por el método cualitativo. *Ingeniería y Tecnología* , 241-260.
- San Bartolomé, A., Quiun, D., & Silva, W. (2011). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES DE ALBAÑILERÍA*. Lima: Fondo Editorial Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Valverde, O. C. (2017). Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017. (*Tesis de pregrado*). Universidad César Vallejo, Lima– Perú.
- Zelaya Jara, V. A. (2007). " Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres". (*Tesis de maestría*). Universidad Federico Villareal, Lima - Perú.

ANEXOS

ANEXO 1:

CUADRO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE CADA VIVIENDA

Figura 91.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°1

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 1		BAJA = 0	BAJA <15%	33.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS CLAVELES MZ.4G LOTE 11 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.00	4.17	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN				
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS				
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO				
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.33		

Figura 92.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°2

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 2		BAJA = 0	BAJA <15%	38.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS CLAVELES MZ.4G LOTE 09 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.67	2.78	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	2.33	9.72	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.53		

Figura 93.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°3

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 3		BAJA = 0	BAJA <15%	40.00%	
DIRECCIÓN : JR LOS CLAVELES MZ.4G LOTE 14 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.00	0.00	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	0			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	3.00	12.50	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.60		

Figura 94.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N^o4

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 4		BAJA = 0	BAJA <15%	43.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS CLAVELES MZ.4G LOTE 10 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	3.00	12.50	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	4			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.73		

Figura 95.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°5

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 5		BAJA = 0	BAJA <15%	33.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS SAUCES MZ.4G LOTE 16 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	1.33	5.56	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	0			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.33	5.56	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	2			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.33		

Figura 96.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°6

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 6			BAJA = 0	BAJA <15%	36.67%
DIRECCIÓN : JR LOS CLAVELES MZ.4G LOTE 08 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%	ALTA	
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.33	5.56	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.47		

Figura 97.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°7

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 7		BAJA = 0	BAJA <15%	45.00%	
DIRECCIÓN : JR LOS SAUCES MZ.4G LOTE 15 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	2.67	11.11	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	0			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.80		

Figura 98.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°8

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 8		BAJA = 0	BAJA <15%	46.67%	
DIRECCIÓN : JR LOS SAUCES MZ.4F LOTE 14 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDA SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	3.33	13.89	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.87		

Figura 99.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°9

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 9		BAJA = 0	BAJA <15%	38.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS SAUCES MZ.4FLOTE 09 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	2			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.67	6.94	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	0			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.53		

Figura 100.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°10

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 10		BAJA = 0	BAJA <15%	46.67%	
DIRECCIÓN : JR LOS SAUCES MZ.4G LOTE 17 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	3.33	13.89	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN				
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS				
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO				
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.87		

Figura 101.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°11

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 11		BAJA = 0	BAJA <15%	31.67%	
DIRECCIÓN : EL CONDOR MZ A- LT.4 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.67	2.78	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.00	4.17	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.27		

Figura 102.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°12

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 12		BAJA = 0	BAJA <15%	43.33%	
DIRECCIÓN : JR . LOS GERANIOS MZ.4F LOTE 15 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	2.33	9.72	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	2			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.73		

Figura 103.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°13

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 13		BAJA = 0	BAJA <15%	33.33%	
DIRECCIÓN : JR LOS GERANIOS MZ.4F LOTE 16 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.67	2.78	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.33	5.56	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.33		

Figura 104.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°14

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 14		BAJA = 0	BAJA <15%	38.33%	
DIRECCIÓN : EL CONDOR MZ A LOTE 6 - EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	1.33	5.56	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	2			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	2.00	8.33	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.53		

Figura 105.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°15

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 15		BAJA = 0	BAJA <15%	38.33%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ.C LOTE 6 - EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.67	2.78	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	2.33	9.72	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.53		

Figura 106.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°16

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 16		BAJA = 0	BAJA <15%	31.67%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ A LOTE 9 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.00	0.00	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	0			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.33	5.56	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.27		

Figura 107.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°17

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 17		BAJA = 0	BAJA <15%	38.33%	
DIRECCIÓN : EI CONDOR MZ D LOTE 7 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	2.67	11.11	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	4			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	1.33	5.56	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	0			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.67	6.94	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	0			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.53		

Figura 108.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°18

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 18		BAJA = 0	BAJA <15%	40.00%	
DIRECCIÓN : EL CONDOR MZ B LOTE 2 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.67	6.94	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	2			
3.6	Amarre de cubierta	0			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.60		

Figura 109.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°19

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 19		BAJA = 0	BAJA <15%	43.33%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ B LT 1 EL PROGRESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA =4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	2.00	8.33	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2			
1.3	Irregularidad en altura	2			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2.00	8.33	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	2.67	11.11	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	2			
3.6	Amarre de cubierta	4			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.73		

Figura 110.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°20

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 20		BAJA = 0	BAJA <15%	50.00%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ 6 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDA SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	2.67	11.11	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	4			
1.3	Irregularidad en altura	4			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	4	2.67	11.11	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	2			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	4	3.33	13.89	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	4			
3.3	Vigas de amarre o corona	4			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	4			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			2.00		

Figura 111.

Cuadro de evaluación de índice y grado de vulnerabilidad sísmica, V-N°21

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD - AIS					
A. IDENTIFICACIÓN		CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	GRADO VULNERABILIDAD SÍSMICA		
VIVIENDA N° : 21		BAJA = 0	BAJA <15%	31.67%	
DIRECCIÓN : 3 DE OCTUBRE MZ LT 3 EL PROGESO I SECTOR		MEDIA = 2	15% ≤ MEDIA < 35%		
		ALTA = 4	ALTA ≥ 35%		
B. FORMATO DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA - MÉTODO AIS					
N°	COMPONENTE	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO	CALIFICACIÓN DE CADA ASPECTO (%)	PONDERACIÓN DE CADA ASPECTO
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS				
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	0	0.00	0.00	0.10
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	0			
1.3	Irregularidad en altura	0			
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS				
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	1.33	5.56	0.10
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2			
2.3	Calidad de los materiales	0			
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES				
3.1	Muros confinados y reforzados	2	1.67	6.94	0.20
3.2	Detalles de columnas y vigas de confinamiento	2			
3.3	Vigas de amarre o corona	2			
3.4	Características de las aberturas	2			
3.5	Entrepiso	0			
3.6	Amarre de cubierta	2			
4	CIMENTACIÓN	2	2.00	8.33	0.20
5	SUELOS	0	0.00	0.00	0.20
6	ENTORNO	2	2.00	8.33	0.20
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			1.27		

ANEXO 2:

CUADRO RESUMEN DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

N°	COMPONENTE	VIVIENDAS																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	ASPECTOS GEOMÉTRICOS																					
1.1	Irregularidad en planta de la edificación	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0
1.2	Cantidad de muros en las dos direcciones	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	2	2	0	4	4	2	4	0
1.3	Irregularidad en altura	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4	0	2	4	0
2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS																					
2.1	Calidad de las juntas de pega en mortero	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2	2	2	2	4	2	4	2	
2.2	Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.3	Calidad de los materiales	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0
3	ASPECTOS ESTRUCTURALES																					
3.1	Muros confinados y reforzados	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	4	2	2	2	2	2	2	4	4	2
3.2	Detalles de las columnas y vigas de confinamiento	0	2	2	4	0	2	2	2	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	4	2
3.3	Vigas de amarre o corona	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2	2	4	2
3.4	Características de las aberturas	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.5	Entrepiso	0	4	4	4	2	0	4	4	0	4	0	2	0	0	0	0	0	2	4	0	
3.6	Amarre de cubierta	0	2	4	2	0	0	4	4	4	4	0	2	0	4	4	0	4	0	4	2	2
4	CIMENTACIÓN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	SUELOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	ENTORNO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	1.33	1.53	1.60	1.73	1.33	1.47	1.80	1.87	1.53	1.87	1.27	1.73	1.33	1.53	1.53	1.27	1.53	1.60	1.73	2.00	1.27
	GRADO DE VULNERABILIDAD	33.33%	38.33%	40.00%	43.33%	33.33%	36.67%	45.00%	46.67%	38.33%	46.67%	31.67%	43.33%	33.33%	38.33%	38.33%	31.67%	38.33%	40.00%	43.33%	50.00%	31.67%
		MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA

ANEXO 3:

COMPARATIVO DE COSTOS PARA DETERMINAR VULNERABILIDAD SÍSMICA

COSTOS PARA DETERMINAR VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS ANALÍTICAS						
1.01					Costo unitario directo por : UND	S/ 106.49
Rendimiento : UND/DIA	M.O	6.5	EQ	6.5		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	<i>MANO DE OBRA</i>					
001	OPERARIO	hh	1	1.23	22.91	28.2
002	OFICIAL	hh	1	1.23	18.12	22.3
003	PEON	hh	1	1.23	16.37	20.15
						70.65
	<i>EQUIPOS</i>					
004	LASER-DISTANCIÓMETRO	hm	1	1.23	8.75	10.77
005	DETECTOR DE METALES	hm	1	1.23	10	12.31
006	ESCLEROMETRO	hm	1	1.23	7.5	9.23
007	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	70.65	3.53
						35.84

PROPUESTA ECONÓMICA METODOLOGÍAS ANALÍTICAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
1	VIVIENDA				
	1.01 INSPECCIÓN DE VIVIENDA _ MET ANALÍTICA	UND	21	106.49	S/ 2,236.29
	COSTO DIRECTO				S/ 2,236.29
	GASTOS GENERALES		15%		S/ 335.44
	UTILIDADES		10%		S/ 223.63
	SUB TOTAL				S/ 2,795.36
	IGV		18.00%		S/ 503.17
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 3,298.53

COSTOS PARA DETERMINAR VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS A TRAVÉS DE METODOLOGÍA AIS						
1.01					Costo unitario directo por : UND	S/ 41.47
Rendimiento : UND/DIA	M.O	10	EQ	10		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	<i>MANO DE OBRA</i>					
001	OPERARIO	HH		1	0.80	18.33
002	OFICIAL	HH		1	0.80	14.5
						32.83
	<i>EQUIPOS</i>					
003	LASER-DISTANCIÓMETRO	hm		1	0.80	7
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5%	1.64
						8.64

PROPUESTA ECONÓMICA METODOLOGÍA AIS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
1	VIVIENDA				
	1.01 INSPECCIÓN DE VIVIENDA _ MET AIS	UND	21	41.47	S/ 870.87
	COSTO DIRECTO				S/ 870.87
	GASTOS GENERALES		15.00%		S/ 130.63
	UTILIDADES		10%		S/ 87.09
	SUB TOTAL				S/ 1,088.59
	IGV		18.00%		S/ 195.95
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 1,284.53

ANEXO 4:

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO EN VIVIENDAS

Según el estudio realizado, las calificaciones más incidentes recaen en:

1. Aspectos Geométricos
 - Cantidad de muros en dos direcciones
2. Aspectos Constructivos
 - Calidad de las juntas de pega en mortero
3. Aspectos Estructurales
 - Muros confinados y reforzados
 - Vigas de amarre

Por lo tanto, se busca con la propuesta, brindar una solución y/o alternativa práctica, con el afán de que sea aplicable para la zona de estudio.

Se expone:

- Cantidad de muros en dos direcciones
 - ✓ Escasos y/o deteriorados muros en ambas direcciones ortogonales de la vivienda.
- PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO
 - Reforzamiento con malla electrosoldada

“Consiste de mallas de un material resistente a la tracción que se adhiere superficialmente al muro de albañilería media una matriz de transferencia que puede ser de material de polímero o cementicio” (SENCICO, 2019).

“Ángel San Bartolomé y Arturo Castro Morán han experimentado una metodología de reforzamiento de muros afectados por sismos y han logrado un incremento de hasta un 40% en la capacidad de carga lateral de los muros.” (Becerra, 2015).

Por tanto se describe del estudio realizado, el procedimiento:

Se utilizó en primera instancia mallas electrosoldadas, compuestas de corrugado de 4,5 mm de diámetro, espaciadas a 15 cm. Esta malla puede adquirirse en planchas de 2,4 x 5,0 m.

1. Picar y limpiar las fisuras gruesas de los muros.
2. Humedecer y rellenar las fisuras con mortero de proporción 1:3 (cemento: arena).

Figura 112.

Reparación de grietas gruesas.



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

3. Reemplazar los ladrillos triturados por concreto simple. (1:5, cemento: hormigón).
4. Si la unión viga columna tuviera daños, entonces el concreto debe ser sustituido por otro de similar característica.

Figura 113.

Picado del nudo viga y columna.



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

5. Pañetear al muro con un mortero cemento-arena gruesa 1:4. Ver fig x

Figura 114.

Pañeteo de Muro



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

6. Perforar el muro con un cincel de ¼” cada 45 cm. para interconectar las mallas electrosoldadas.

Figura 115.

Perforación de Muro.



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

7. Limpiar con aire comprimido las perforaciones realizadas.
8. Colocar las mallas a ambos lados del muro y conectándolas con alambres #8. Los alambres #8 se tienen que amarrar con alambre #16 contra los nudos de la malla.

Figura 116.

Fijado de malla electrosoldada.



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

9. Rellenar las perforaciones con lechada de cemento y tarrajear el muro.

Figura 117.

Inyección de perforaciones.



Nota: Extraído de Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005

- Calidad de las juntas de pega en mortero
- ✓ Excesivo espesor de juntas de pega de mortero entre unidades de albañilería de arcilla, encontrándose aproximadamente de 5 cm.
- ✓ Las juntas no presentan uniformidad en su colocación, asimismo el mortero colocado en gran cantidad de casos no posee una buena adherencia con la unidad de albañilería.

○ COMENTARIO

Es necesario señalar, que la calidad de juntas de pega de mortero es íntegramente colocado en cada unidad asentada, por tanto, al estar repartido íntegramente, se debe intervenir en toda su distribución, lo recomendable es el levantamiento de un nuevo muro, de la misma forma se deja en constancia que la manera de refuerzo, podría darse también con el colocado de mallas electrosoldadas de refuerzo (puesto que la separación de mortero en el asentado por encima de lo indicado en la norma disminuye considerablemente la resistencia del muro), a continuación se muestra de manera práctica y grafica el correcto asentado de un muro.

○ PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE MURO

1. Verificación y rectificación del trazo

Se debe de tener en cuenta que para la construcción del muro, la superficie sobre la cual se asentará, debe estar completamente nivelada y deberá estar limpia, libre de

imperfecciones, seguidamente se marcará y delimitará la zona en la cual se levanta el muro.

Figura 118.

Trazo y replanteo para el levantamiento de muro.



Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

2. Emplantillado

Conformada por la primera hilada de ladrillos asentadas sobre la superficie, construidos y alineados sobre los ejes marcados de los planos.

Figura 119.

Primera hilada asentada de ladrillos.



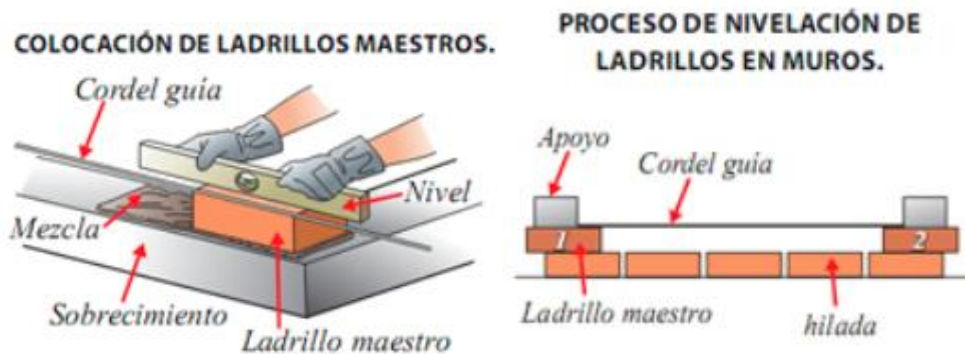
Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

3. Colocado de ladrillos maestros

Son los ladrillos guías, colocados en los extremos de los muros conforme se van levantando, en conjunto con un cordel guía, estos deben estar adecuadamente nivelados, aplomados y con la altura correspondiente de la pega de mortero.

Figura 120.

Colocado de ladrillos maestros.

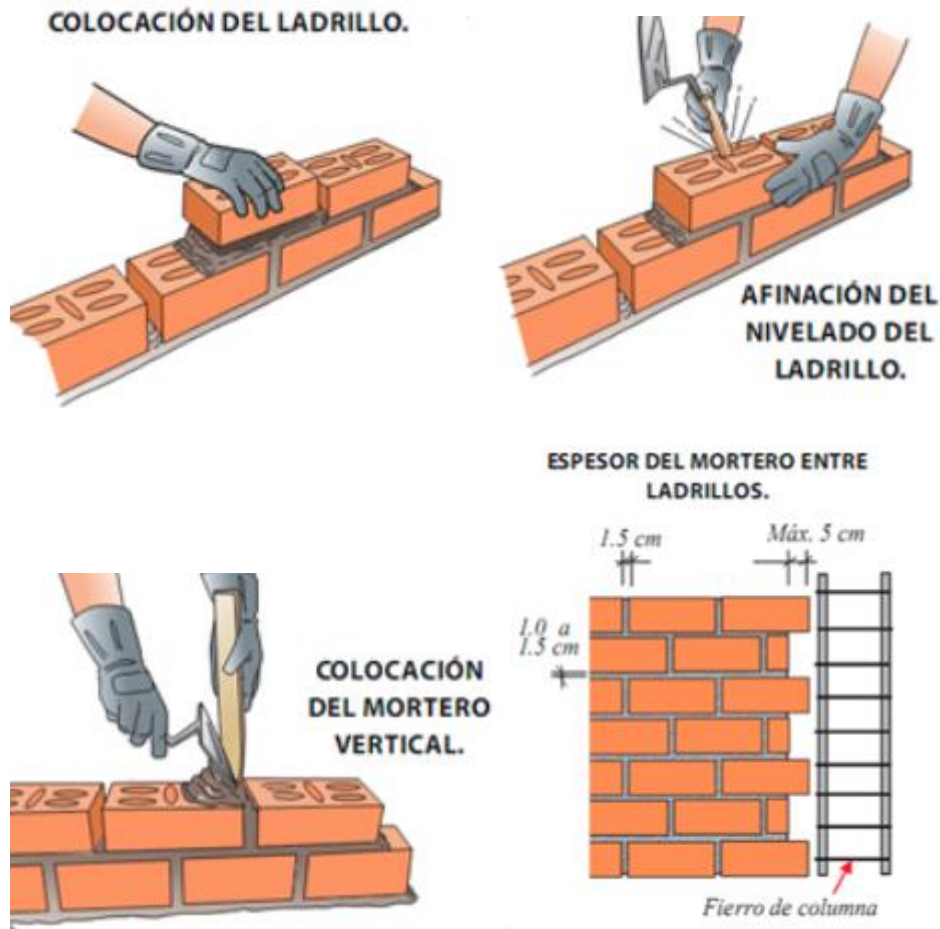


Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

Con el badilejo, tomando porciones de mezcla, se va colocando formando capas uniformes distribuyéndolas en sentido del asentado del muro (longitudinal), de tal forma que al asentar una unidad sobre otra quede el espesor señalado por la norma E.070 (1,0 cm a 1,5 cm), seguidamente de cada hilada se procede a realizar el colocado del mortero vertical introduciendo mezcla con el badilejo y contenerla esta misma con una paleta de madera, de la misma manera el muro deberá quedar con un endentado de 5cm y las juntas verticales en cada hilada deben de quedar a la mitad del ladrillo de la adyacente.

Figura 121.

Colocado y espaciado de espesor de mortero.



Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

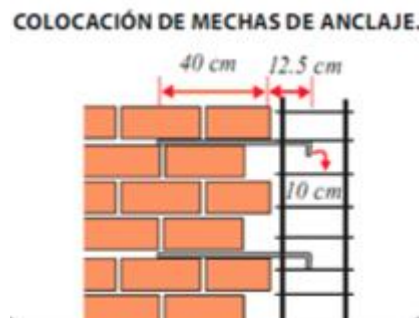
4. Colocación de mechas

Indicado en la Norma E.070, cuando se emplea una conexión a ras, se debe agregar

mechas o chicotes de acero (diámetro 6mm), quedando embutida una longitud de 0.40 m en las juntas de pega de mortero, de la misma forma a ingresar en la zona de la columna por lo menos 12.5cm y doblado vertical de 10cm.

Figura 122.

Colocación de mechas de anclaje



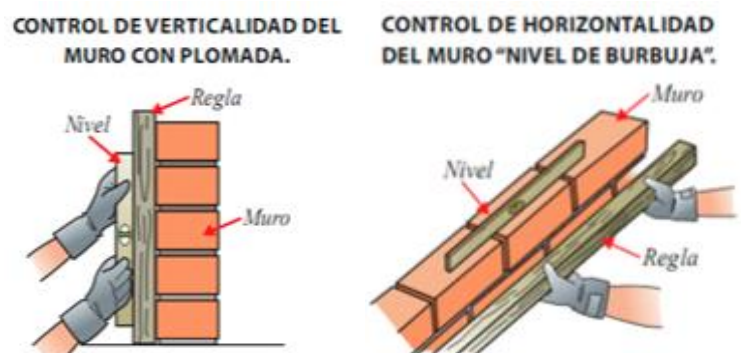
Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

5. Control de verticalidad y altura de muros por jornada

En la secuencia de la construcción del muro, se debe de contemplar su control de verticalidad mediante la plomada o nivel, como la horizontalidad, se sugiere controlar la verticalidad cada 4 hiladas realizadas, resaltar que la altura máxima de un muro elaborado en una jornada de trabajo deberá ser de 1,3m, puesto que al estar fresca la mezcla podría aplastarse y quedar el muro desalineado.

Figura 123.

Control de verticalidad y altura de muros por jornada





Nota: Extraído de Manual de Aceros Arequipa

- Muros confinados y reforzados
- ✓ No cumplen con la definición de un muro portante (bordeado íntegramente por elementos de refuerzo), es decir albañilería simple.
- ✓ Muros que presentan longitudes mayores al espaciamiento máximo permitido, mayor a 4m o 2 veces la altura de piso.

Según el manual elaborado por el MVCS y PNUD, se sustenta:

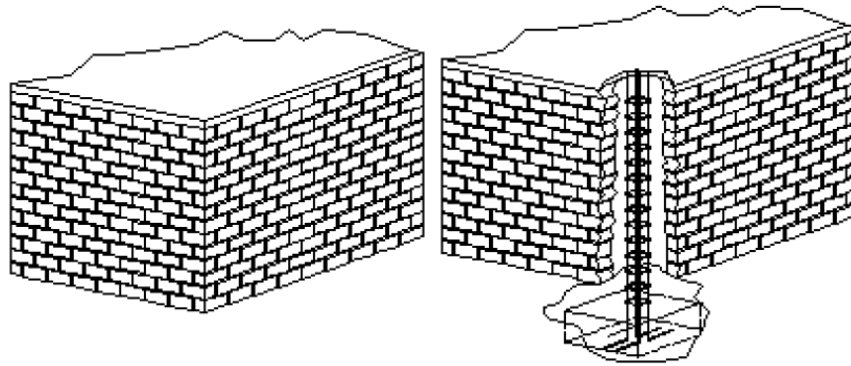
○ PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO

Dependiendo de la geometría evaluada, si un muro presenta espaciamiento al máximo permitido (mayor a 4m), se recomienda:

1. Apuntalar firmemente el techo con vigas y pies derechos (en caso cuente con techo rígido).
2. Se agregan cuatro columnas en las esquinas de 0.20 m x 0.20 m con 4 Ø 3/8", y estribos de Ø 1/4", es necesario insertar una zapata dentro del cimiento corrido, esto en fin de que las columnas puedan unirse al muro.

Figura 124.

Implementación de columnas en extremos de muros.

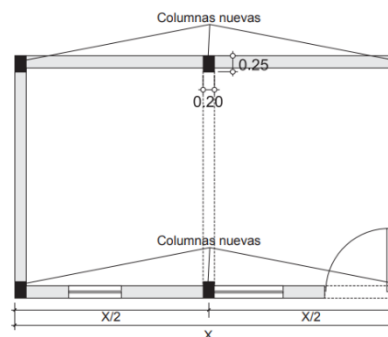


Nota: Extraído de Manual de CISMID,2010

3. Como los muros del frente y del fondo son muy largos, se les agrega una columna de 0.20 m x 0.25 m en sus puntos medios.
4. Se coloca, sobre todo en el perímetro de los muros, una viga collar de 0.17 m de espesor por 0.25 m de ancho con 4 Ø 3/8”, con estribos de 1/4” @ 0.20m.

Figura 125.

Ejemplo en vista de planta de implementación de columnas



Nota: Extraído de Manual de PNUD,2009

- Vigas de amarre
- ✓ Inexistencia y/o deficiencia de vigas de amarre que conecten los muros perimetrales, parapetos, fachadas y/o culatas en mampostería (carencia de vigas de amarre, pero con existencia de columnas de refuerzo).

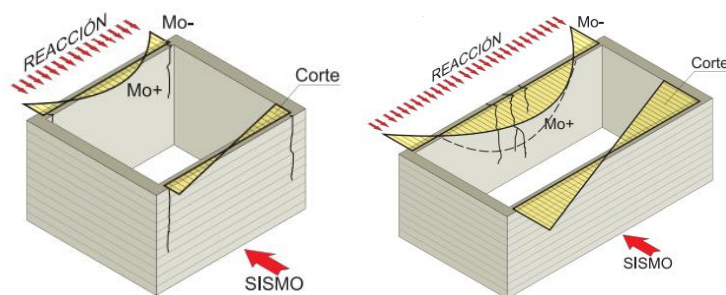
Según el manual elaborado por el MVCS y PNUD, se sustenta:

○ PROCESO DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO

1. Desmontar el techo ligero (cobertura y vigas de bambú) o levantar todo el techo utilizable, mediante gatas hidráulicas o postes de encofrados tipo Acrow. Levantar a una altura suficiente, por encima de los muros, para trabajar cómodamente.
2. Construir la viga collar encima de todos los muros, teniendo cuidado de que las varillas de acero queden firmemente interconectadas con las otras vigas, así como entre sí y con la armadura de las columnas que suben
3. Llenar las vigas collar conforme al ancho del muro o de las columnas, con una altura de 0.17 m, con 4 Ø 3/8” y estribos de 1/4” @ 0.20 m.
4. Volver a techar si ha sido retirado el techado o regresar suavemente el techo completo a su posición original, encima de la nueva viga collar, fijando las vigas de bambú en sus extremos con la viga collar, con abrazaderas o mecanismos similares
5. Si las columnas están muy separadas, el momento positivo (M_{o+}) será mucho mayor que el momento negativo (M_{o-}) y la falla se producirá en el punto medio superior del muro. Solución: Colocar la viga collar si el techo es liviano y flexible; si es de tipo aligerado, incluir una viga chata de confinamiento uniando las columnas con vigas. Si la separación entre columnas es mayor de 7.5 m, colocar una columna de concreto armado en el punto medio del muro. (PNUD, 2009)

Figura 126.

Interacción de fuerza sísmica



Nota: Extraído de Manual de PNUD, 2009

Es de conocimiento general que una edificación de albañilería (mampostería) de ladrillo sin el debido confinamiento representa un peligro para sus ocupantes, ya que al no tener confinamientos no existen los elementos de borde que puedan desarrollar en conjunto con los

ladrillos la toma de las fuerzas de tracción, para las cuales la mampostería es muy débil. Caso especial son los muros esquineros, que generalmente se abrirán en las esquinas ante la demanda sísmica, originando el volteo fuera del plano de sus muros concurrentes. (CISMID, 2010).

ANEXO 5:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: “GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, BAJO ENFOQUE DE LA METODOLOGÍA AIS, AA.HH EL PROGRESO - CARABAYLLO, LIMA 2019”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
<p>Problema principal: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?</p> <p>Problemas específicos: ¿Qué componente en los aspectos geométricos representa la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019? ¿Qué componente en los aspectos constructivos representa la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019? ¿Qué componentes en los aspectos estructurales representan la mayor vulnerabilidad sísmica, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019?</p>	<p>Objetivo general: Establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.</p> <p>Objetivos específicos: Determinar que componente representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos geométricos, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019. Determinar que componente representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos constructivos, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019. Determinar que componentes representan la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos estructurales, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.</p>	<p>Hipótesis general: El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada analizadas, se encuentra en un rango medio-alto, bajo el enfoque de la metodología AIS en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.</p> <p>Hipótesis específicas: El componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica concerniente a los aspectos geométricos, es la “cantidad de muros en las dos direcciones” de las viviendas analizadas, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019. El componente que representa la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos constructivos, es la calidad de las juntas de pega de mortero, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019. Los componentes que representan la mayor vulnerabilidad sísmica, concerniente a los aspectos estructurales, son las vigas de amarre o corona y los muros confinados y reforzados respectivamente, bajo el enfoque de la metodología AIS, en el AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, en el año 2019.</p>	Variable 1: CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA			
			Dimensiones	Indicadores	Aspectos Geométricos	Irregularidades en planta. Irregularidades en altura. Cantidad de muros en las dos direcciones
			Aspectos Constructivos	Calidad de las juntas de pega de mortero. Tipo y disposición de ladrillos. Calidad de los materiales		
			Aspectos Estructurales	Muros confinados y reforzados. Detalles de columnas y vigas de confinamiento. Vigas de amarre o corona. Características de las aberturas Tipo y disposición del entrepiso Amarre de cubiertas	Variable 2: VULNERABILIDAD SÍSMICA	
			Dimensiones	Indicadores	Grado de Vulnerabilidad Sísmica	Bajo Medio Alto

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DEFINICIÓN DE VARIABLES
<p>TIPO: El alcance (tipo), de la presente investigación es de carácter descriptivo. Es una investigación de tipo descriptivo puesto que recopila datos e informaciones sobre las características y/o aspectos de los fenómenos de estudios (características constructivas de las viviendas de albañilería y vulnerabilidad sísmica). (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014) al respecto sostiene: Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan éstas. (pág. 92).</p> <p>DISEÑO: El diseño de investigación para el presente estudio es no experimental, de clasificación transeccional o transversal, puesto que el fenómeno a realizar se da tal cual sucede en su contexto, es decir se va a estudiar situaciones que son existentes (características constructivas de viviendas y vulnerabilidad sísmica) en las cuales no vamos a manipular deliberadamente las variables de estudio. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014) menciona al respecto: Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables (...) en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. (pág. 152). Sostiene un diseño transversal, ya que el trabajo de campo a realizar será tomado en un solo punto en el tiempo y no evaluados reiterativamente. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014) al respecto sostiene: “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (...). Investigaciones que recopilan datos en un momento único” (pág. 154).</p>	<p>POBLACIÓN: Está constituida por todas las viviendas del AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, Lima, que cumplan con las siguientes características para el estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Estructural: Albañilería simple y/o confinada. • Unidades de Albañilería: Ladrillos de arcilla (artesanales y/o industriales). • Niveles: Uno a dos pisos (no cuenta azotea). • Acabados: Vivienda sin acabados y/o parcialmente con acabados. <p>TIPO DE MUESTRA: La muestra será no probabilística o dirigida, puesto que respeta las características específicas descritas en la población, para lo cual el presente estudio analizará 21 viviendas del AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, Lima. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014) señala al respecto: Muestra no probabilística o dirigida es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación (...). Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un</p> <p>TAMAÑO DE MUESTRA: El presente estudio analizará 21 viviendas del AA. HH. El Progreso I Sector, distrito de Carabayllo, Lima.</p>	<p>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Para la recolección de datos en el presente estudio de trabajo, se ha utilizado como fuente primaria la observación y encuesta, puesto que se estudió presencialmente la zona de estudio y se formuló un registro detallado de parámetro a evaluar. Asimismo como fuentes secundarias se utilizó material bibliográfico relacionado con las variables de estudio.</p> <p>INSTRUMENTOS Como instrumento de medición de las variables en nuestra muestra, se empleó una ficha de observación correspondiente al método de evaluación del presente estudio (Metodología AIS), y fichas de encuesta, para la recolección de información general requerida de la vivienda.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: VARIABLE: V1 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA “Son edificaciones a base de muros de piezas de ladrillo cocido o bloques de concreto, unidos con mortero de arena con cemento, con techos de losas sólidas o aligerados con ladrillos huecos” (Kuroiwa, 2002, pág. 143). Dimensión de la Variable: Dimensión 1. Aspectos Geométricos Los edificios deben ser diseñados para que puedan resistir terremotos inducidos por reflexiones de y las fuerzas internas. Irregularidades estructurales son factores importantes que disminuyen el comportamiento sísmico de las estructuras. Los edificios que tienen irregularidades estructurales pueden experimentar diferentes derivas de pisos adyacentes, torsión excesiva, (...) según el tipo de irregularidad y fallar durante un terremoto. (Gökdemir, Ozbasaran, Dogan, Unluoglu, & Albayrak, 2013, pág. 713)</p> <p>Dimensión 2. Aspectos Constructivos “En las construcciones de albañilería de la zona se utilizan principalmente los ladrillos tipo King Kong Artesanales, los cuales muchas veces no cumplen los requisitos mínimos de resistencia ni calidad” (Giraldo, 2018, pág. 1)</p> <p>Dimensión 3. Aspectos Estructurales La estructura de las edificaciones de albañilería confinada que tradicionalmente se emplea en el Perú, está compuesta usualmente, en secuencia de construcción por: 1) la cimentación corrida de concreto ciclópeo; 2) el sobrecimiento hecho también de concreto ciclópeo, pero con piedras medianas; 3) los muros de albañilería; 4) las columnas de confinamiento; y 5) las losas de techo y las vigas soleras que corren encima de los muros, así como las vigas dinteles que cubren los vanos de puertas y ventanas. (San Bartolomé, Quium, & Silva, 2011, pág. 97)</p> <p>VARIABLE: V2 –VULNERABILIDAD SÍSMICA Dimensión 1. Grado de vulnerabilidad sísmica “La vulnerabilidad, se refiere al grado de daños que puede sufrir las edificaciones que realiza el hombre y depende de las características de su diseño, la calidad de sus materiales y de la técnica de construcción” (Kuroiwa, 2002, pág. 5).</p>

ANEXO 6:

**FOTO CON EL REPRESENTANTE DEL SECTOR DEL AA.HH. I SECTOR EL
PROGRESO - CARABAYLLO**



ANEXO 7:

ESTADO DEL ARTE

REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

A. LIBROS

1. Reducción de desastres, *Viviendo en armonía con la naturaleza*. (2da.ed)
Autor: Julio Kuoriwa Horiuchi
Perú - 2002
2. Reglamento Nacional de Edificaciones
Autor: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Perú - 2016
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS SISMORRESISNTENTES DE ALBAÑILERÍA
Autores: Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva
Perú – 2011
4. Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinadas Dañadas por Sismo
Autores: MVCS – PNUD
Perú – 2009

B. ARTÍCULOS Y/O REVISTAS CIENTÍFICAS

5. Effects of torsional irregularity to structures during earthquake.
Autores: H. Gokdemir, H. Ozbasaran, M. Dogan, E. Unluoglu, U. Albayrak
Turkey – 2013
Palabras clave: Structural failure, Torsion, Structural irregularity, Seismic design, Failure analysis
6. Sustainability of masonry in construction
Autores: A.S. Smith, P. Bingel, A. Bown
Reino Unido – 2016
Palabras clave: Masonry, Solid unit, Solid blocks
7. Seismic Vulnerability Rate in Masonry Buildings based on Experts’ Opinion.
Autores: Esperanza Maldonado Rondón, Gustavo Chio Cho, Iván Gómez Araujo.
Colombia - 2007
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, conjuntos difusos, mampostería.
8. Determination about vulnerability seismic index in the Ciudad Bolívar housing by a qualitative method.
Autor: William Muñoz Prieto.
Colombia - 2007
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico, método cualitativo, tipologías, estructuras, entorno, amenaza por remoción en masa.
9. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA EN EL PUEBLO DE TLAJOMULCO, JALISCO
Autores: Adolfo Preciado, Osmar Rodríguez, Juan Luis Caro, Ramiro Lujan.
México -2015

- Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, protección sísmica, mampostería.
10. Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
Autor: Miguel A. Mosqueira Moreno
Perú – 2012
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico, riesgo sísmico
11. Estudio de la vulnerabilidad sísmica usando el método del Índice de Vulnerabilidad en viviendas construidas en el barrio La Paz. Barranquilla-Colombia.
Autores: José Luis Ahumada Villafañe, Nayib Moreno Rodríguez
Colombia – 2011
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, índice de vulnerabilidad, fuerzas sísmicas, mampostería confinada.

C. TESIS DOCTORALES

12. EVALUACIÓN HOLÍSTICA DEL RIESGO SÍSMICO EN ZONAS URBANAS Y ESTRATEGIAS PARA SU MITIGACIÓN. APLICACIÓN A LA CIUDAD DE MÉRIDA-VENEZUELA
Autor: Nayive Jaramillo Santana
España – 2014
Palabras clave: Riesgo sísmico urbano, vulnerabilidad social, fragilidad social, falta de resiliencia, riesgo multiamenaza, indicadores sociales, evaluación holística del riesgo sísmico, reducción del riesgo.

D. TESIS DE MAESTRÍAS

13. "Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres"
Autor: Victor Antonio Zelaya Jara
Perú – 2007
Palabras clave: Sismos, construcciones de adobe.
14. Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana.
Autores: Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, Ing. Sabino Nicola Tarque Ruiz
Perú – 2005
Palabras clave: Sismo, unidades de albañilería, albañilería confinada, riesgo sísmico.

E. TESIS DE ESPECIALIDAD

15. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y EVALUACIÓN DEL INDICE DE DAÑO DE UNA EDIFICACION PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD CUENCA- ECUADOR
Autor: Ing. Pio Antonio Arteaga Mora

Ecuador – 2016

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, amenaza sísmica, riesgo sísmico, índice de daño.

F. TESIS DE PREGRADO

16. “El nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de construcción informal del asentamiento humano Santa Rosa de Lima - Cerro la Regla, Callao 2018”
Autor: Huahualuque Palomino, Melissa Andrea
Palabras clave: El nivel de vulnerabilidad sísmica, viviendas de construcción informal, albañilería confinada.
17. Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017.
Autor: Oswaldo Valverde Cielo
Palabras clave: Riesgo sísmico; Vulnerabilidad sísmica; Peligro sísmico; Viviendas autoconstruidas, Albañilería confinada
18. "RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES EN LA URBANIZACIÓN HORACIO ZEVALLOS DE CAJAMARCA- 2015"
Autor: Becerra Vasquez, Richard Michael
Perú – 2015
Palabras clave: Riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico, densidad de muros, sismicidad
19. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO
Autor: Johan Edgar Laucata Luna
Perú – 2013
Palabras clave: Autoconstrucción, mampostería, muro portante, vulnerabilidad sísmica.
20. "EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS EN LADERAS DE LA URB. TAHUANTINSUYO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA"
Autor: Julio Alexander Alva Pimentel
Perú -2016
Palabras clave: Factores estructurales, índice de vulnerabilidad, viviendas informales, laderas.
21. "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE CENTROS DE SALUD DEL DISTRITO DE AYACUCHO"
Autores: Gómez Prado Walter, Loayza Yañez Antonio
Perú – 2014
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico, riesgo sísmico, microzonificación sísmica.
22. VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DEL DISTRITO DE SAMEGUA, REGIÓN MOQUEGUA.
Autor: Rogelio Eduvigues Flores Orteaga

- Perú – 2015
Palabras clave: Vulnerabilidad, riesgo, peligro sísmico, autoconstrucción.
23. ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO
Autor: Jose Maria Jesus Campoverde Oropeza
Perú – 2017
Palabras clave: Peligro sísmico, peligro antrópico, vulnerabilidad, escenario de riesgo.
24. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS CASAS COLONIALES
UBICADAS EN EL BARRIO DE SAN DIEGO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA
Autores: Omar Enrique Barrera Ramos, Oscar David Nieves Corredor.
Colombia – 2015
Palabras clave: Arquitectura colonial doméstica, patología estructural, diafragmas horizontales, vulnerabilidad.
25. VULNERABILIDAD DE CASAS ALTAS DE TIPO COLONIAL UBICADAS EN
EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA
Autores: Miguel Ospino Hoyos, Mauricio Torres Cabarcas.
Colombia – 2016
Palabras clave: Arquitectura colonial, centro histórico, vulnerabilidad sísmica, peligrosidad sísmica.
26. ESTUDIO PATOLÓGICO Y DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CLAUSTRO
DE LA MERCED DE CARTAGENA DE INDIAS
Autores: Carlos Augusto Limas Buelvas, Diego Armando Rodriguez Gonzales .
Colombia – 2015
Palabras clave: Estudio patológico, edificación republicana, vulnerabilidad sísmica, diagnóstico patológico, patologías estructurales.
27. EVALUACIÓN DE RIESGO SÍSMICO DE LAS PRINCIPALES EDIFICACIONES
PÚBLICAS DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARCOS, GUATEMALA
Autor: Christian Steve Legrand Oliva.
Guatemala – 2014
Palabras clave: Riesgo sísmico, sismología, vulnerabilidad sísmica autoconstrucción.
28. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CASCO URBANO DE
LA CIUDAD DE VALDIVIA, EMPLEANDO ÍNDICES DE VULNERABILIDAD
Autor: Daniel Alejandro Alvavay Barrientos
Chile -2013
Palabras clave: Tipología estructural, vulnerabilidad sísmica, sistema de información geográfico.
29. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE SIETE
VIVIENDAS MEDIANTE CUATRO METODOLOGÍAS EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ
Autor: Elvis Leonardo Carpetta Peña
Colombia – 2014
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, viviendas de interés social, viviendas populares, metodologías, geometría, construcción, estructura, cimentación, suelo y entorno

30. Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali
Autor: José Ricardo Garcés Mora
Colombia – 2017
Palabras clave: índice de vulnerabilidad sísmica; confinamiento; no reforzada; modificadores.
31. "DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA ZONA DE PPJJ LA LIBERTAD - CHIMBOTE "
Autores: Alva Velasquez, Gianpablo Jesús, Bendezu Carranza ,Roberto Antonio
Perú – 2015
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, configuración estructural ,albañilería confinada.
32. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca
Autor: Manuel Nervi Laura
Perú – 2017
Palabras clave: Vulnerabilidad, Riesgo sísmico, Albañilería confinada.
33. “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE LA URBANIZACIÓN BELLA VISTA DE LA CIUDAD DE ABANCAY – APURÍMAC.”
Autores: Máximo Huashua Huarccaya, Alex Sánchez Contreras
Perú – 2017
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, índice de vulnerabilidad, densidad de muros.
34. “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUARAZ – AÑO 2016”
Perú – 2018
Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, albañilería confinada, peligro, riesgo, evaluación estructural.
35. GENERACIÓN DE FUNCIONES DE VULNERABILIDAD PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA DE BAJA ALTURA UTILIZANDO TÉCNICAS DE SIMULACIÓN
Autores: Ivan Dario Gomez Araujo, Eder Javier Rodriguez Bula
Colombia – 2006
Palabras clave: Amenaza sísmica, índice de vulnerabilidad, funciones, daño, Abrams, Simulación, SIG.
36. "VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN LOS PUEBLOS JÓVENES FLORIDA BAJA Y FLORIDA ALTA -CHIMBOTE - 2016”
Autor: Jimi Manuel Vasquez Lara
Perú - 2017
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, densidad de muros, riesgo sísmico, peligro sísmico.

G. INFORMES DE INVESTIGACIÓN

37. RESUMEN EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE LA MOLINA
Autor: CISMID
Perú – 2010
Palabras clave: Vulnerabilidad de edificaciones.
38. ESCENARIO DE SISMO Y TSUNAMI EN EL BORDE OCCIDENTAL DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PERÚ
Autor: Hernando Tavera
Perú – 2014
Palabras clave: Escenarios sísmicos, escenario de tsunami, sismos.
39. "ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA Y EVALUACIÓN DEL RIESGO EN ZONAS UBICADAS EN LOS DISTRITOS DE CARABAYLLO Y EL AGUSTINO (PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA); DISTRITO DEL CUSCO (PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO); Y DISTRITO DE ALTO SELVA ALEGRE (PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA)"
Autores: CISMID (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres)
Perú – 2013
Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, microzonificación sísmica, evaluación de riesgo.
40. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA
Autores: AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)
Colombia – 2001
Palabras clave: Construcción sismorresistentes, manual de construcción, nivel de daño de viviendas, rehabilitación de viviendas.

ESTADO DEL ARTE

Para la elaboración del Estado de Arte se tomó una revisión bibliográfica de 32 documentos, compuesto por 05 artículos y/o revistas científicas, 22 tesis grado título profesional, 01 tesis de grado magister, 01 tesis de grado doctoral, 01 tesis de especialidad, 02 estudio de investigación (CISMID Y AIS), los otros 08 elementos restantes, son material específico para la definición, descripción de variables y/o citas de forma temática.

Se efectuó revisiones, agrupando por metodologías compartidas en función a las variables de estudio contemplada en la matriz de revisión sistemática, para lo cual se expone:

1. Revisión I : Metodología de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti – Petrini (11 documentos)

(Alva, 2016) , Contempla hallar la relación entre los factores estructurales de las viviendas y el nivel de vulnerabilidad que presentan, mediante la elaboración de encuestas a los propietarios de las viviendas, el uso fichas técnicas y fotografías de las edificaciones para realizar la evaluación técnica de las estructuras.

(Gómez Prado & Loayza Yañez, 2014) Se observó la construcción en cuanto a las características estructurales, tipo de materiales, conservaciones y demás detalles así como se llenó un formato tipo encuesta que nos permitirá calificar cada uno de los 11 parámetros y así calcular el índice de Vulnerabilidad

(Barrera Ramos & Nieves Corredor, 2015) A través de una revisión bibliográfica de cada uno de los parámetros que componen el método utilizado, una evaluación de los antecedentes y entrevistas con expertos en el tema, se realizó una inspección visual y detallada mediante un archivo fotográfico, mediciones y levantamiento del inmueble, comprendiendo de esta forma una investigación de tipo descriptivo.

(Ospino Hoyos & Torres Cabarcas, 2016) Teniendo como base el empleo del método cualitativo denominado índice de vulnerabilidad. Se determinaron los factores más influyentes que hacen estas viviendas susceptibles, entre los cuales, las cubiertas mal enlazadas con los muros ortogonales, la ausencia de diafragmas horizontales rígidos, el tipo de mampostería estructural y la constitución de la misma. Sin embargo, se determinó el estado patológico, separación de muros estructurales, calidad y organización del sistema resistente.

(Alvavay, 2013) Explica la fundamentación de la metodología por Está fundamentada en datos reales su aplicación a niveles urbanos, por su utilización en diferentes países, y su adaptación considerando ponderaciones, con lo cual elige como apropiado para analizar las características de las estructuras.

(Preciado, Rodríguez, Caro, & Lujan, 2015) La vulnerabilidad sísmica del conjunto de vivienda es evaluada por medio del método de inspección y puntaje a través de una evaluación del sistema sismo-resistente. Los resultados obtenidos permitirán correlacionar la vulnerabilidad con diferentes intensidades sísmicas.

(Ahumada Villafañe & Moreno Rodríguez, 2011) Aplica el método teniendo en cuenta que la mayoría de las características de construcciones corresponden a viviendas de una planta construidas en mampostería no estructural, sin el seguimiento de especificaciones técnicas ni de la asesoría de profesionales en la construcción, generalmente construidas por el sistema de autoconstrucción, es decir, construidas por sus propietarios.

(Alva Velasquez & Bendezu Carranza, 2015) Expone la falta de aplicación de normas sísmicas, así como también deficiencias en la concepción de diseño y proceso constructivo de estos, empleando el índice de vulnerabilidad con los 11 parámetros a evaluar.

(Huashua Huarccaya & Sánchez Contreras, 2017) Evalúan la vulnerabilidad y el daño sísmico de viviendas a partir de un método cualitativo denominado índice de vulnerabilidad, donde se realizó una inspección visual y detallada mediante encuestas, mediciones y levantamiento de viviendas, comprendiendo de esta forma una investigación de tipo descriptivo.

(Huahualuque, 2018) Evalúa el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de construcción informal empleando la metodología de índice de vulnerabilidad, propuesto por Benedetti y Petrini en 1982, incidiendo los resultados en la supervisión técnica, calidad de materiales, diseño estructural y calidad de mano de obra.

(Valverde, 2017) Analizó las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas que fueron autoconstruidas con un sistema estructural de albañilería confinada, teniendo como factores incidentes, inadecuada configuración estructural de sus muros, baja calidad de los materiales, baja calidad de la mano de obra y alta sismicidad de la zona en que se encuentran las viviendas.

Los aspectos en común de los documentos expuestos analizados, y de relevancia para el desarrollo del proyecto es conocer las dimensiones a analizar para lo cual se identificó:

- ✓ Organización del sistema resistente
- ✓ Calidad del sistema resistente
- ✓ Resistencia Convencional
- ✓ Posición del edificio y cimentación
- ✓ Diafragmas horizontales
- ✓ Configuración en planta
- ✓ Configuración en elevación
- ✓ Separación máxima entre muros
- ✓ Tipo de cubierta
- ✓ Elementos no estructurales
- ✓ Estado de conservación

Para lo cual, determinamos entre estos estudios las herramientas utilizadas (**técnicas y /o instrumentos**), factor que nos ayudará a estimar para el uso del proyecto a realizar:

- a) Ficha de Observación
- b) Fichas de Encuesta (Cuestionarios)
- c) Fichas de reporte
- d) Programa de almacenamiento de datos (Microsoft Excel)
- e) AutoCAD
- f) Google Earth
- g) Google Maps
- h) Cámara Fotográfica

2. Revisión II: Metodología fundamentado en la ecuación propuesta por Fourier d’Albe (1988) y sustentado por Kuroiwa (2002). (09 documentos)

(Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz, 2005) Identifica principales características de ubicación, arquitectónicas, estructurales y constructivas de cada vivienda. La información obtenida se procesó en hojas de cálculo para determinar el riesgo sísmico de las viviendas ante sismos severos, y se elaboró una base de datos para clasificar los principales defectos de las viviendas analizadas, desarrolla una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada

(Becerra, 2015) Se fundamenta en la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Se recolectó información en campo a través de fichas de encuestas, recopilando datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción

(Laucata, 2013) Se ha analizado las características técnicas así como los errores arquitectónicos constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana.

(Flores, 2015) Estudio que permite conocer y analizar sobre los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas auto-construidas de albañilería Para recolectar información sobre las viviendas auto-construidas se usó la encuesta.

(Mosqueira, 2012) Indica reducir el comportamiento de las edificaciones frente a un sismo severo, previniendo así los posibles daños que se puedan producir, Para determinar su riesgo sísmico se ha realizado un levantamiento arquitectónico, estructural y se determinó la resistencia de elementos portantes usando el esclerómetro.

(Nervi, 2017) Muestra acoplación del método complementado en la norma E 070 del RNE, integrando factores morfológicos geográficos. Esta información es recopilada en fichas de campo donde será registrado los datos del proceso constructivo el tipo de material empleado y la mano de obra, evaluándose en estas viviendas la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico.

(Giraldo, 2018) Se enmarca en las construcciones de albañilería de la ciudad, es decir en las que existan muros portantes de albañilería en su estructura; tomando muestras de viviendas, con las cuales se centró en obtener datos como la estructuración, materiales empleados, disposición de elementos estructurales y procedimiento constructivo general.

(Vasquez, 2017) Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de los pueblos jóvenes, evaluación metódica para determinar la vulnerabilidad y riesgo sísmico en la zona estudiada y la elaboración de una cartilla didáctica para la reparación de viviendas, permitiendo en muchos casos que el mismo propietario pueda aplicar estas técnicas para mejorar el estado de su vivienda.

(Kuroiwa, 2002) Aborda en el capítulo III, criterios básicos a tener en cuenta para la adecuada seguridad de las estructuras ante el riesgo sísmico, considerando como principal factor la densidad de muros.

Los aspectos en común de los documentos expuestos analizados, y de relevancia para el desarrollo del proyecto es conocer las dimensiones a analizar para lo cual se identificó:

- ✓ Riesgo sísmico
- ✓ Vulnerabilidad sísmica
- ✓ Peligro sísmico
- ✓ Densidad de muros
- ✓ Mano de obra
- ✓ Estabilidad de muros

Para lo cual, determinamos entre estos estudios las herramientas utilizadas (**técnicas y /o instrumentos**), factor que nos ayudará a estimar para el uso del proyecto a realizar:

- a) Instrumentos de ensayo (Suelo, esclerómetro, diamantina, máquina de prueba de compresión).
- b) Fichas de encuestas
- c) AutoCAD
- d) Microsoft Excel
- e) Fichas de Observación
- f) Fichas de Reporte
- g) Cámara fotográfica

3. Revisión III : Metodología AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)(04 documentos)

(Carpeta, 2014) Señala la eficiencia del método AIS, por la simplicidad y uso del mismo, ponderando factores (valores numéricos), haciendo una comparación con el método de índice de vulnerabilidad, comprobando resultados de bastante cercanía

(Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001) Brinda la formación del método, mostrado en el capítulo II, el cual se rige por los siguientes parámetros para el cálculo de la vulnerabilidad sísmica: Aspectos geométricos, aspectos estructurales, aspectos constructivos, calidad de cimentación, entorno y suelo.

(Muñoz, 2007) Evalúa en función a las características del método AIS, destacando la facilidad de este método para ser empleado a grandes muestras.

(Gomez Araujo & Rodriguez Bula, 2006) Propuesta de eficacia del método a través de valores numéricos que designan mayor precisión y cuantificación del diagnóstico de evaluación estructural, a través de funciones de simulación.

Los aspectos en común de los documentos expuestos analizados, y de relevancia para el desarrollo del proyecto es conocer las dimensiones a analizar para lo cual se identificó:

- ✓ Vulnerabilidad Sísmica
- ✓ Aspectos geométricos (irregularidades, densidad de muros)
- ✓ Aspectos estructurales (muros confinados , columnas , vigas de amarre ,grietas ,entrepiso, cubiertas)
- ✓ Aspectos constructivos (tipo y disposición de las unidades de mampostería, calidad de juntas de mortero)
- ✓ Calidad de Cimentación
- ✓ Identificación de entorno
- ✓ Capacidad del suelo

Para lo cual, determinamos entre estos estudios las herramientas utilizadas (**técnicas y /o**

instrumentos), factor que nos ayudará a estimar para el uso del proyecto a realizar:

- a) Ficha de reporte
- b) Ficha de observación
- c) Fichas de encuestas (Cuestionario)
- d) Instrumentos de medición (Winchas, distanciómetros, esclerómetro).
- e) AutoCAD
- f) Microsoft Excel

4. **Revisión IV : Metodología ATC-21 (02 documentos)**

(Legrand, 2014) Aborda el tema de riesgo sísmico, se presentan los aspectos generales de los sismos más intensos a nivel mundial y los más representativos de Guatemala, se realiza un estudio de riesgo sísmico para determinar la vulnerabilidad del sector estudiado y la amenaza sísmica que representa para la población y se presentan los resultados del estudio de riesgo sísmico de las principales edificaciones públicas del lugar.

(Garcés, 2017) Permite conocer las condiciones en las cuales se encuentra una edificación frente a la presencia de un sismo de intensidad moderada, En este estudio se emplea el método de observación rápida o ATC 21 , el cual consiste en realizar una inspección desde el exterior de las viviendas, de sus condiciones estructurales y no estructurales existentes.

Los aspectos en común de los documentos expuestos analizados, y de relevancia para el desarrollo del proyecto es conocer las dimensiones a analizar para lo cual se identificó:

- ✓ Edificación de gran altura
- ✓ Fallas observables
- ✓ Irregularidad vertical
- ✓ Piso blando o dúctil

- ✓ Torsión
- ✓ Planta irregular
- ✓ Posibilidad de golpeo
- ✓ Estructura de gran peso
- ✓ Columnas cortas
- ✓ Año de reglamentación
- ✓ Perfil del suelo

Para lo cual, determinamos entre estos estudios las herramientas utilizadas (**técnicas y /o instrumentos**), factor que nos ayudará a estimar para el uso del proyecto a realizar:

- a) Fichas de Observación
- b) Fichas de reporte
- c) Fichas de cuestionario
- d) Software de Ordenamiento (Microsoft Excel)
- e) Cuestionarios
- f) Cámara Fotográficas
- g) AutoCAD

5. Revisión V: Otras metodologías (06 documentos)

AHP (Proceso de Análisis Jerárquico): (Campoverde, 2017) Elaboración de mapas de los distintos tipos de escenarios de riesgo sísmico, así como, la representación de los recursos para la atención de desastres, entre ellos los pozos de distribución de agua potable y las zonas de refugio temporal. Para el cálculo del riesgo en las edificaciones, se aplicó la metodología AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) para ponderar la vulnerabilidad

Análisis Dinámico: (Limas Buelvas & Rodriguez Gonzales , 2015) Para la evaluación de la edificación se llevaron a cabo diferentes procedimientos, entre ellos, levantamientos fotográfico y mapeo de las patologías encontradas, lo cual permitió el análisis detallado de las zonas de mayor afectación y mediante una revisión bibliográfica, de donde se tomaron las propiedades mecánicas de los muros tipo tableta militar-argamasa presentes en el claustro.

FEMA 154: (Arteaga, 2016) Valora el índice de daño ante la presencia de un sismo de diseño tal cual lo establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015) y propone una alternativa de reforzamiento estructural para sus muros y paredes portantes de adobe, sin que este método o sus materiales se contraponga con su valor patrimonial o su valor de origen.

Nakamura: (CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, 2013) Desarrollo de Mapas de Microzonificación Geotécnica Sísmica, Peligros Naturales, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de la zona de estudio ubicada en el distritos de Carabayllo (Provincia y Departamento de Lima), a través

de un análisis de la sismicidad de la zona, condiciones geotécnicas, determinación de demandas en las edificaciones y finalmente la evaluación del riesgo sísmico.

Experts' Opinion: (Maldonado Rondón, Chio Cho, & Gómez Araujo, 2007) Modelo fue construido de forma que puede ser aplicado especialmente a zonas donde no se cuenta con información de daños sísmicos reales. El método se basa en la identificación de las características más relevantes e influyentes en el daño que sufrirá una edificación de mampostería bajo la acción de un sismo. La valoración de estas características se realizó mediante la determinación de once parámetros.

Conjuntos Difusos: (Jaramillo, 2014) Se describen los proyectos mundiales, orientados a la evaluación del riesgo físico sísmico en zonas urbanas, como los desarrollados en Estados Unidos (RADIUS, HAZUS), en Europa (RISK-UE), y en América Latina (CAPRA), y algunas de las metodologías de estimación de los daños físicos debido a una amenaza sísmica, como daño en edificaciones, daños en líneas vitales y estimación de víctimas.

Para su análisis del presente estado del arte, se desestimaré el análisis y comparación de metodologías de las cuales no se dio una agrupación (mínimo 2), puesto que no permite la relación y propiedad para su aplicación en las variables analizadas, y por ende como elección de metodología a emplear en el proyecto.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS METODOLOGÍAS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Para el análisis de las metodologías, se ve conveniente el mostrar las ventajas y desventajas de las mismas, puesto que al ser metodologías con distintos parámetros de medición en consideración y aplicación en campo (visita a viviendas en un determinado tiempo), resulta más conveniente su análisis por practicidad (ser aplicable o no en la muestra tomada), para lo cual se tendrá en consideración lo expuesto anteriormente en las revisiones, de tal forma, se expone a continuación en el cuadro resumen:

Metodología	Ventajas	Desventajas
Índice de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini	<ol style="list-style-type: none"> 1. Goza de mayor prestigio puesto que el uso de la metodología se ha masificado en distintos países de América y la información necesaria versus la disponible es accesible. 2. De fácil comprensión en los cálculos y los resultados. 3. Utiliza funciones de vulnerabilidad que relaciona el daño esperado en la edificación con la vulnerabilidad sísmica propia, lo que es muy importante para una primera aproximación en la cuantificación de las pérdidas económicas directas. 4. El método califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. 5. La importancia de este método, es que se puede aplicar para edificios de mampostería no estructural y para edificios de concreto armado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Este método es propuesto básicamente para edificaciones europeas constituidas en algunos casos son muchos de piedra(por la antigüedad del método), y además, teniendo en cuenta que el control de calidad en la construcción es mejor que el Perú, es necesario hacer ciertas modificaciones al método.
Ecuación propuesta por Fourier d'Albe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Expresado a través de cálculo, teniendo un valor cuantificable para su resultado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Al ser utilizado bajo normas peruanas, limita su uso en el exterior, no siendo aplicada en otros países.

<p>(1988) y sustentado por Kuroiwa (2002)</p>	<p>2. Respeta las normas peruanas (E.030), por lo cual es de bastante difusión a nivel nacional.</p> <p>3. Utilizada conjuntamente con la ecuación de riesgo en función de la vulnerabilidad y peligro sísmico.</p> <p>4. Debido a los ensayos a realizar goza de mayor certeza en su diagnóstico.</p>	<p>2. La importancia de los estudios, llega a ser una limitación para su uso, si es que no se tiene la máquina de ensayo para su contraste.</p> <p>3. Necesita de programación en hojas de cálculo para su verificación de análisis sísmico (macros), siendo tedioso para grandes muestras tomadas.</p>
<p>AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)</p>	<p>1. El lenguaje es claro y no tiene términos difusos ni muy técnicos, lo que lo hace eficaz para su evaluación, especialmente en autoconstrucción.</p> <p>2. Entre las metodologías comparadas, es está la más contemporánea (propuesta en el 2001).</p> <p>3. Específica claramente los aspectos de los cuales depende la vulnerabilidad en una edificación, es decir, la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales.</p>	<p>1. Esta metodología no relaciona el daño sufrido por la estructura con la vulnerabilidad propiamente dicha. Sólo indica que tan vulnerable es en una escala que va desde BAJA hasta ALTA.</p> <p>2. En algunos aspectos de sus parámetros, se efectúa en criterio a su norma NSR -10.</p>

	<p>4. Considera una caracterización más completa de las estructuras que la empleada por otros índices de vulnerabilidad en uso para los edificios de albañilería (simple y/o confinada)-</p> <p>5. Cada aspecto investigado se califica mediante criterios muy sencillos y mediante visualización y comparación con patrones generales</p> <p>6. Permite evaluar mayor cantidad de muestras por su simplicidad.</p>	
<p>ATC -21 (Applied Technology Council)</p>	<p>1. Método desarrollado para evaluar a gran escala, puesto que los datos son de carácter netamente cualitativo.</p> <p>2. Contempla para su revisión el sistema estructural (altura del edificio, irregularidad geométricas, la flexibilidad delos pisos, torsión en planta) y los materiales empleados en su construcción.</p> <p>3. Este método se basa en darle una calificación inicial a la edificación a la cual se le suman o restan puntos a medida que avanza la revisión haciendo muy sencillo su uso.</p>	<p>1. Basado en identificación de los puntos débiles del edificio por uno o más sismos, por lo que no predice qué tan afectada se podrá ver en el momento en que un determinado movimiento la afecte.</p> <p>2. Los parámetros a evaluar hace que sea limitado para estructuras de considerable niveles.</p>

ANÁLISIS

De acuerdo a las metodologías previamente descritas y analizadas, se tiene como primera instancia que la del índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini, goza de mayor popularidad y diversificación, por lo cual entre las desventajas mostradas, actualmente se ha dado varios estudios en el país que ha permitido satisfactoriamente levantar esas limitantes del método, y poder acoplar a su evaluación estructuras de albañilería y concreto armado, además de la facilidad y empleo del método, permite que su aplicación con base a los índices de daños mostrados, pueda cuantificar en términos de pérdidas económicas, además de los diversos aspectos que evalúan en la edificación (11 parámetros), ajustándose para su evaluación de viviendas de bajos niveles hasta medias medias (4 pisos) siendo este método una buena alternativa para la evaluación del presente estudio.

La metodología propuesta por el Dr. Blondet, con base a la ecuación de Fourier d'Albe (1988) y sustentado por Kuroiwa (2002), permite trabajar con normas técnicas peruanas, sin embargo esto limita su aplicación para su diversificación en otros países, además de que el método para ser evaluado debe de ser programado en hojas de cálculo o macros puesto que el proceso al ser de mayor detalle para cada vivienda, se debe replicar al mismo proceso en otras y tener una adecuada correlación para su interpretación, por otro lado está los ensayos que se deben hacer para su confiabilidad de las muestras analizadas, no obstante este método viene tomando mayor fuerza en las tesis de estos últimos años en Perú, y va siendo materia de estudio y complementación.

En base a la metodología descrita de AIS, viene siendo una metodología contemporánea(2001), metodología la cual contempla una completa caracterización de las estructuras de albañilería confinada puesto que considera aspectos estructurales, geométricos, constructivos, cimentación, entorno y suelo, lo que hace que sea un método atractivo para su uso, asimismo el lenguaje del método es más claro con respecto a los descritos anteriormente, por lo cual hace factible su aplicación en cualquier lugar de estudio, además este método permite tomar una muestra más considerable en cuanto a cantidad de viviendas a analizar debido a la sencillez de evaluación de criterios, con respecto a la desventaja de calificación hay estudios propuestos que hicieron de este método una mejor cuantificación a través de valores numéricos para la eficacia del diagnóstico, sin embargo algunos parámetros están basados en su norma con lo cual se tendría que modificar o adaptar al uso foráneo, cabe recalcar que este método es dirigido para viviendas de bajos niveles (1 o 2), con lo cual es una buena alternativa para el presente estudio, puesto a las características de la zona a estudiar en el presente proyecto.

En base a la metodología del ATC-21 este método permite evaluar en escala masiva, y con criterios muy sencillos, sin embargo los parámetros se refieren a estructuras de un considerado nivel (mayor de 3 niveles), mayormente para estructuras de concreto armado para su adecuada aplicación, por lo cual hace muy tediosa su búsqueda de determinados niveles, y más en una zona de estudio de asentamiento humano, como se desea realizar en el presente trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la características analizadas en el presente Estado del Arte , y al análisis realizado, se ve conveniente considerar la metodología de **ÍNDICE DE VULNERABILIDAD** o la metodología **AIS** , las cuales se ajustan al objetivo del proyecto a realizar , sin embargo es necesario indicar que aunque la metodología de índice de vulnerabilidad resulta más atractiva por su aplicación constante, el método AIS es mucho más práctico y completa, pues analiza aspectos más detallados en lo que respecta a la caracterización de la vivienda, tal cual se vio en el cuadro de comparación, además de que la metodología AIS , requiere de menos recursos económicos para su análisis debido a su sencillez del formato y su aplicación, por último cabe indicar que la metodología índice de vulnerabilidad viene siendo muy utilizada en diferentes lugares , con lo cual este proyecto busca plantear nuevos métodos de aplicación más efectivos y de mayor rapidez para la evaluación de vulnerabilidad sísmica, buscando que sea de aporte y fomentación para su uso en otros proyectos de investigación

ANEXO 8:

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

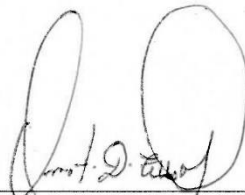
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El Asesor Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida, docente de la Facultad de Ingeniería, de la carrera de Ingeniería Civil; ha realizado el seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión y verificación en programa de antiplagio del Informe de Tesis (X) de:

Anderson Javier Paz Rojas

Por cuanto, **CONSIDERA** que el Informe de Tesis (X) titulado: “EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA, BAJO ENFOQUE DE LA METODOLOGÍA AIS EN EL AA.HH EL PROGRESO I SECTOR DEL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA 2019”, para aspirar al Título Profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA**, al interesado para su presentación.

Lima, 11 de Febrero del 2020



Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida
Asesor

ANEXO 9:

CARTILLA PARA REFORZAMIENTO Y MITIGACION DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS

CARTILLA PARA REFORZAMIENTO Y MITIGACIÓN DE VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS

ASP. GEOMÉTRICOS

IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN

CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES

IRREGULARIDAD EN ALTURA

INTERVENCIÓN

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Confinamiento de aberturas.
- ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.

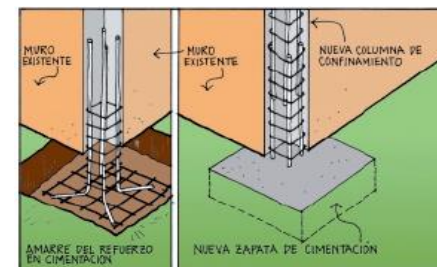
- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.

PROCEDIMIENTO

◆ Se debe picar el muro donde se desean colocar las nuevas columnas y/o vigas de confinamiento. Se procede a colocar el acero de refuerzo verificándose la disposición del mismo. Luego se colocan las formaletas y se funde el elemento teniendo el cuidado de realizar el vibrado para evitar la aparición de hormigueros.

GRÁFICOS



ASP. CONSTRUCTIVOS

CALIDAD DE LAS JUNTAS EN LAS PEGAS DE MORTERO

TIPO Y DISPOSICIÓN DE LOS LADRILLOS

CALIDAD DE LOS MATERIALES

INTERVENCIÓN

- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.

- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.

- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.
- ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.

PROCEDIMIENTO

- ◆ Las grietas en los muros deben repararse usando inyecciones de mortero epóxico. Las superficies del muro se preparan mediante limpieza con grata metálica, para la aplicación de la fibra compuesta. Enseguida se aplica una capa delgada de aglutinante epóxico sobre la superficie usando rodillos. Las fibras compuestas se saturan en epóxico y se presan dentro de epóxico aglutinante mediante un rodillo. Las capas de tela se deben prolongar alrededor de los extremos del muro para una distancia recomendada por el fabricante. Si una interferencia física impide la envoltura de la tela, deben instalarse anclajes a través de la tela a lo largo del perímetro del muro y asegurado al mismo. El epóxico debe someterse a curado al menos durante 24 horas o según las recomendaciones del fabricante.

GRÁFICOS



CARTILLA PARA REFORZAMIENTO Y MITIGACIÓN DE VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS

ASP. ESTRUCTURALES

MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Confinamiento de aberturas.

DETALLES DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.

VIGAS DE AMARRE O CORONA

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado.
- ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas

CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS

- ◆ Confinamiento de aberturas

ENTREPISO

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
Nota: Se debe verificar el confinamiento y se debe evaluar la posibilidad de construir una plaqueta en concreto reforzado para todo el entrepiso.

AMARRE DE CUBIERTA

- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
Nota: Se debe verificar el confinamiento y se debe evaluar la posibilidad de construir una torta (plaqueta) en concreto reforzado para todo el entrepiso

INTERVENCIÓN

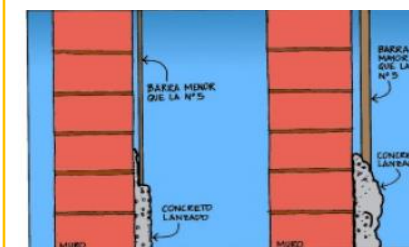
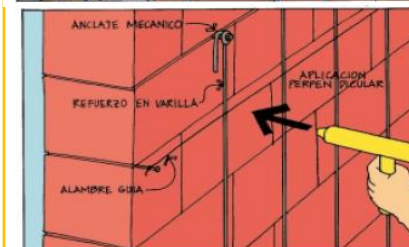
PROCEDIMIENTO

GRÁFICOS

La superficie del muro existente debe ser preparada removiendo el material dañado o suelto. El acero de refuerzo se instala y se ancla en el muro existente mediante anclajes con epóxico que atraviesan el muro de lado a lado. El espaciamiento aproximado de los anclajes es de 2 a 3 veces el espesor del muro.

Antes de aplicar el concreto lanzado, la superficie del muro existente debe prehumedecerse de manera que la humedad del concreto especificado no se absorba dentro del muro existente. Se deben instalar formas o guías de alambre para proveer control de alineamiento en la aplicación, finalización y verificación de suficientes para el acero de refuerzo. Para el caso de concreto lanzado el operador de boquillas debe direccionar el concreto lanzado desde la boquilla a la superficie con un fluido firme ininterrumpido.

El ángulo de la boquilla debe ser perpendicular a la superficie del muro para reducir rebote. Se debe garantizar la aplicación del concreto alrededor del acero de refuerzo. El concreto debe aplicarse en varios pasos comenzando en la base del muro, aplicando un espesor ligeramente superior al indicado con los alambres guía. Debe realizarse un curado húmedo durante al menos un día y preferiblemente durante los 7 días siguientes a la fundida.



CIMENTACIÓN

SUELO

ENTORNO

INTERVENCIÓN

PROCEDIMIENTO

GRÁFICOS

- ◆ Refuerzo de la cimentación.

- ◆ Se debe revisar la cimentación. En el caso de que la vulnerabilidad sea alta y se presenten daños, estos deben repararse.

- ◆ Se debe revisar la cimentación
- ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado.
- ◆ Refuerzo de la cimentación

Nota: en caso críticos se debe estudiar la posibilidad de reubicación de la vivienda

Se debe realizar una excavación a lo largo del muro a una distancia de 10 cm aproximadamente a cada lado del mismo, con el fin de colocar la viga de cimentación. La parte del muro que esta empotrada en el suelo debe picarse para poder colocar tanto el refuerzo vertical como el refuerzo que traspasa la nueva viga de cimentación. Se debe tener mucho cuidado en la colocación del refuerzo para lo cual debe verificarse la disposición del mismo. Luego se colocan las formaletas y se funde el elemento teniendo el cuidado de realizar un correcto vibrado para evitar la aparición de hormigueros.

