

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil



**“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS
ÍNDICES DE BENEDETTI Y PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR
17, BARRIO LUCMACUCHO, CIUDAD DE CAJAMARCA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

ASESOR

DR. ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS
DNI: 73100096
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramirez
Facultad: Ingeniería
DNI : 26673916
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:** "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE BENEDETTI Y PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUCHO, CIUDAD DE CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación:** 15 de agosto del 2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 14 %
- Código Documento:** oid:3117:373189105
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 26 de agosto del 2024

		<p>Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258601 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 26/08/2024 20:25:16-0500</p>
<p>FIRMA DEL ASESOR</p>	<p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>	
<p>Nombres y Apellidos: Hermes Roberto Mosqueira Ramirez</p>		
<p>DNI: 26673916</p>		

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by
DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor, el Dr. en I. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, por sus enseñanzas y amistad durante mi etapa universitaria, por haberme brindado su apoyo y guía en el desarrollo de la presente tesis.

DEDICATORIA

A **Dios**, que guió mi camino y me permitió nunca desvanecer en la consecución de mis objetivos. A todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante mi etapa de estudio.

A mis padres, **Walter** y **Gloria**, por ser el pilar principal de mi vida, por sus enseñanzas y perseverancia inculcada, pero principalmente por su infinito amor.

A mi hermano **Walter** y mi tío **Carlomagno** por ser mi apoyo incondicional para el logro de mis metas.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS	2
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.6. LIMITACIONES	3
1.7. OBJETIVOS	3
1.7.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.8. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	4
1.8.1. CAPITULO I: INTRODUCCION	4
1.8.2. CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
1.8.3. CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	4
1.8.4. CAPITULO IV: RESULTADOS	4
1.8.5. CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS	4
1.8.6. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	4
1.8.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
1.8.8. ANEXOS	4
CAPITULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	5
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	5
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	6
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	7
2.2. BASES TEÓRICAS	7
2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERU	7
2.2.2. SISMICIDAD EN CAJAMARCA	9
2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES	9
2.2.3.1. ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	10
2.2.3.2. ESTRUCTURAS DE TIERRA	10
2.2.3.3. ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	10
2.2.3.4. OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES	11
2.2.4. VULNERABILIDAD	11
2.2.4.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA	11
2.2.5. METODOLOGIA ESCOGIDA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EL AREA DE ESTUDIO	13
2.2.5.1. METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI	13
CAPITULO III	27
MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	27
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	27
3.2. PERIODO DE ESTUDIO	27
3.3. METODOLOGÍA	27
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
3.3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	28

3.3.2.1. POBLACIÓN.....	28
3.3.2.2. MUESTRA.....	28
3.3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
3.3.3.1. TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
3.3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
3.3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE ANALISIS DE DATOS.....	30
3.3.4.1. TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS.....	30
3.3.4.2. INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	31
3.3.5. PROCEDIMIENTO.....	31
CAPITULO IV.....	32
RESULTADOS.....	32
4.1. CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS.....	32
4.1.1. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°01.....	32
4.1.2. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°02.....	33
4.1.3. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°03.....	34
4.1.4. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°04.....	38
4.1.5. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°05.....	39
4.1.6. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°06.....	40
4.1.7. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°07.....	42
4.1.8. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°08.....	44
4.1.9. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°09.....	46
4.1.10. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°10.....	47
4.1.11. CALIFICACIÓN DEL PARÁMETRO N°11.....	49
4.2. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD.....	51
4.2.1. ASIGNACIÓN DE COEFICIENTES K_i	51
4.2.2. CALCULO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD.....	52
4.2.3. CALCULO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO.....	53
CAPITULO V.....	54
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
5.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS.....	54
5.1.1. PARÁMETRO N°01.....	54
5.1.2. PARÁMETRO N°02.....	56
5.1.3. PARÁMETRO N°03.....	57
5.1.4. PARÁMETRO N°04.....	59
5.1.5. PARÁMETRO N°05.....	61
5.1.6. PARÁMETRO N°06.....	62
5.1.7. PARÁMETRO N°07.....	64
5.1.8. PARÁMETRO N°08.....	66
5.1.9. PARÁMETRO N°09.....	67
5.1.10. PARÁMETRO N°10.....	69
5.1.11. PARÁMETRO N°11.....	71
5.2. RESULTADOS DE NIVEL DE VULNERABILIDAD.....	72
CAPITULO VI.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
6.1. CONCLUSIONES.....	75
6.2. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad para viviendas de albañilería y adobe..	14
Tabla 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad para viviendas de concreto armado.	15
Tabla 3. Valores recomendados de esfuerzo cortante máx. para mampostería de edificios históricos.	18
Tabla 4. Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería.	18
Tabla 5. Diafragmas tipo, utilizados para el cálculo de coeficiente Ps.....	19
Tabla 6. Cantidad de viviendas existentes en el área de estudio (Periodo 2023-2024)..	28
Tabla 7. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°01	32
Tabla 8. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°02	33
Tabla 9. Factores de evaluación, viviendas de adobe y albañilería confinada evaluadas- Parámetro 03..	35
Tabla 10. Factores de evaluación, viviendas de concreto armado evaluadas- Parámetro 03	36
Tabla 11. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 03	37
Tabla 12. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 04	38
Tabla 13. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 05	39
Tabla 14. Calculo de coeficientes en viviendas regulares -Parámetro N° 06	40
Tabla 15. Cálculo de coeficientes en viviendas irregulares- Parámetro N°06.....	41
Tabla 16. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 06	41
Tabla 17. Estimación de factores de evaluación del Parámetro 07 para viviendas de adobe y albañilería confinada.....	42
Tabla 18. Estimación de factores de evaluación del Parámetro 07 para viviendas de concreto armado ...	43
Tabla 19. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 07	43
Tabla 20. Estimación del valor L/s para la calificación del Parámetro 08 en viviendas de adobe y albañilería confinada.....	45
Tabla 21. Caracterización de las viviendas de tipología estructural concreto armado evaluadas-Parámetro 08.	45
Tabla 22. Calificación de viviendas encuestadas respecto al Parámetro N°08.....	46
Tabla 23. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 09	47
Tabla 24. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N° 10	48
Tabla 25. Calificación de viviendas encuestadas respecto al Parámetro N° 11	49
Tabla 26. Resumen de calificación en viviendas analizadas	50
Tabla 27. Asignación de valores ki en viviendas evaluadas	51
Tabla 28. Determinación del índice de vulnerabilidad en las viviendas evaluadas (33)	52
Tabla 29. Determinación del índice de vulnerabilidad normalizado en las viviendas evaluadas (33)	53
Tabla 30. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 01	55
Tabla 31. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 02	57
Tabla 32. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 03	58
Tabla 33. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 04	60
Tabla 34. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 05	62
Tabla 35. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 06	63
Tabla 36. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 07	65
Tabla 37. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 08	67
Tabla 38. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 09	68
Tabla 39. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 10	70
Tabla 40. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 11	72
Tabla 41. Recuento y porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en el Sector 17- Barrio Lucmacucho, de la ciudad de Cajamarca	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Sísmico del Perú.....	8
Figura 2. Zonas sísmicas del Perú.	9
Figura 3. Formas de edificaciones en planta consideradas en el método del Ind. de Vulnerabilidad.....	23
Figura 4. Configuraciones originales para evaluación del parámetro N°07	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 01	55
Gráfico 2. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 01	55
Gráfico 3. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 02	56
Gráfico 4. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 02.....	57
Gráfico 5. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 03	58
Gráfico 6. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 03.....	59
Gráfico 7. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 04	60
Gráfico 8. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 04.....	60
Gráfico 9. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 05	61
Gráfico 10. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 05.....	62
Gráfico 11. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 06	63
Gráfico 12. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 06.....	64
Gráfico 13. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 07	65
Gráfico 14. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 07.....	65
Gráfico 15. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 08	66
Gráfico 16. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 08.....	67
Gráfico 17. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 09	68
Gráfico 18. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 09.....	69
Gráfico 19. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 10	70
Gráfico 20. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 10.....	70
Gráfico 21. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 11	71
Gráfico 22. Resumen de porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 11.....	72
Gráfico 23. Nivel de vulnerabilidad resultante por tipología estructural- Sector 17 Barrio Lucmacucho	73
Gráfico 24. Resumen de niveles de vulnerabilidad en el Sector 17, Barrio Lucmacucho de la ciudad de Cajamarca	74

RESUMEN

Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica utilizando los Índices de Benedetti y Petrini de las viviendas tipo C del sector 17, Barrio Lucmacucho, Ciudad de Cajamarca.

El problema de expansión urbana masificada sin un previo análisis territorial, aunado a factores como la autoconstrucción y la falta de información por parte de los pobladores, determina zonas altamente vulnerables ante eventos sísmicos. La presente tesis tuvo como finalidad determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones catalogadas como tipo “C”, según Reglamento Nacional de Edificaciones, pertenecientes al Sector N°17, Barrio Lucmacucho, de la ciudad de Cajamarca. En base a la cantidad de viviendas existentes en el área de estudio, se determinó a partir del muestreo aleatorio simple, una muestra de 33 viviendas con tipología estructural adobe, albañilería confinada y concreto armado para la investigación. La metodología empleada fue a partir del cálculo de los índices de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, en la que, en base a 11 parámetros de calificación, se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica en el área de estudio. Así pues, se determinó un nivel de vulnerabilidad sísmica por sistema estructural, del tipo media para las viviendas de adobe y albañilería confinada, y del tipo baja para las viviendas de concreto armado. Finalmente, se obtuvo que el 46% de las viviendas evaluadas poseían una vulnerabilidad sísmica media, 30% una vulnerabilidad alta y 24% una vulnerabilidad baja.

Palabras clave: Autoconstrucción, Vulnerabilidad Sísmica, Edificaciones tipo “C”, Sistema Estructural, Benedetti y Petrini.

ABSTRACT

Evaluation of Seismic Vulnerability using the Benedetti and Petrini Indices of type C houses in sector 17, Lucmacucho neighborhood, Cajamarca City.

The problem of mass urban expansion without a prior territorial analysis, combined with factors such as self-construction and lack of information on the part of residents, determines highly vulnerable areas to seismic events. The purpose of this thesis was to determine the level of seismic vulnerability of buildings classified as type "C", according to the National Building Regulations, belonging to Sector N°17, Lucmacucho neighborhood, of the city of Cajamarca. Based on the number of existing homes in the study area, a sample of 33 homes with adobe structural typology, confined masonry and reinforced concrete was determined for the investigation through simple random sampling. The methodology used was based on the calculation of the vulnerability indices proposed by Benedetti and Petrini, in which, based on 11 qualification parameters, the level of seismic vulnerability in the study area was determined. Therefore, a level of seismic vulnerability was determined by structural system, of the medium type for adobe and confined masonry dwellings, and of the low type for reinforced concrete homes. Finally, it was found that 46% of the evaluated dwellings had a medium seismic vulnerability, 30% a high vulnerability and 24% a low vulnerability.

Keywords: Self- Construction, Seismic Vulnerability, Type "C" Buildings, Structural System, Benedetti and Petrini.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tectónica de placas es la causa principal de los fenómenos transitorios denominados terremotos, en los cuales ocurren desplazamientos muy rápidos a partir de la inestabilidad de la fricción en las fallas, ocasionando movimientos en grandes áreas, y pudiendo provocar pérdidas tanto directas, como heridos, muertos, destrucción de estructuras, instalaciones públicas o industriales; sino también indirectas, como deslizamientos, asentamientos, agrietamientos, etc.

La ubicación geográfica del Perú, situado en el denominado Círculo de Fuego del Pacífico, zona que reúne el 85% de la actividad sísmica mundial y que, además, es compartida con otros países como Japón, Chile y Alaska, determina que sea uno de los países más expuestos a eventos sísmicos. Históricamente, se han observado movimientos sísmicos que han dejado pérdidas no solo materiales sino también humanas. Se puede nombrar como ejemplos, el terremoto ocurrido en el año 1970 en la ciudad de Chimbote, tras el cual quedaron enterrados los pueblos de Yungay y Ranrahirca; o el terremoto de del año 2007 con epicentro al este de Pisco, el cual fue uno de los más violentos en el país, y que dejó gran cantidad de damnificados y viviendas totalmente colapsadas.

La provincia de Cajamarca no se encuentra lejana de la posibilidad de desastre debido a su ubicación, siendo considerada dentro de la sectorización subandina de los denominados sismos intraplaca; los mismos que, dado que se ocasionan a partir de la deformación interna de una placa tectónica, pueden producir movimientos telúricos con origen muy superficial y con potencial devastador. Asimismo, se debe de tener en consideración que la ciudad se encuentra ubicada dentro de la zona sísmica III, la cual es catalogada como de alta peligrosidad sísmica (NTE E-030, 2018).

En los últimos años, se ha podido observar un aumento en el crecimiento poblacional de la ciudad, en donde debido principalmente a la precariedad de los pobladores, los procesos constructivos no son los adecuados y la asesoría técnica no es requerida, conduciendo todo ello hacia la denominada autoconstrucción.

En la actualidad existen metodologías, que en base a modelos determinísticos o probabilísticos permiten determinar la vulnerabilidad de una o un grupo de viviendas, a fin de poder estimar los posibles daños, y proponer alternativas de mitigación de manera necesaria y oportuna.

Ante ello, surge la necesidad de realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica en el Barrio Lucmacucho, Sector N° 17 de la ciudad de Cajamarca, en el que se estimará la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones pertenecientes al sector, para ello, se utilizará la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, en donde se valorará y calificará en base a 11 parámetros, los principales factores técnico-constructivos, geométricos y estructurales de las viviendas existentes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas tipo C del Sector 17, Barrio Lucmacucho, ciudad de Cajamarca, utilizando los índices de Benedetti y Petrini?

1.3. HIPÓTESIS

El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas tipo C del Sector 17, Barrio Lucmacucho, ciudad de Cajamarca, utilizando los índices de Benedetti y Petrini, es media-alta.

- *Variable dependiente: Vulnerabilidad Sísmica.*
- *Variable independiente: Metodología de Benedetti y Petrini.*

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación de la presente investigación, es conocer el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en el Barrio Lucmacucho, Sector N° 17 de la ciudad de Cajamarca; ello debido al constante crecimiento que viene ocurriendo en la ciudad y la alta amenaza sísmica existente.

Asimismo, se pudo constatar la falta de estudios de vulnerabilidad o peligrosidad anteriores en el sector, los cuales reflejen la problemática actual, y permitan planificar soluciones oportunas en el área de estudio.

Finalmente, será importante poder aplicar una metodología la cual ha sido aplicada en varios sectores urbanos del Perú, la cual nos permita obtener resultados confiables respecto al nivel de vulnerabilidad sísmica de un grupo de viviendas, con sistemas estructurales diferentes.

1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación contempla el estudio del Barrio Lucmacucho, Sector N° 17 de la ciudad de Cajamarca.

1.6. LIMITACIONES

La falta de colaboración de algunos propietarios de viviendas con el investigador, para permitir la recolección de información. Ante la ocurrencia de ello, se buscó otra vivienda en el área de estudio, con la misma tipología y características parecidas a la inicial, para su estudio.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tipo “C”, del Sector 17, Barrio Lucmacucho, Ciudad de Cajamarca, utilizando los índices de Benedetti y Petrini.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones físico-estructurales de las edificaciones en el área de estudio, según la tipología estructural que presentan, de acuerdo a los 11 parámetros del Índice de Vulnerabilidad.
- Aplicar la ficha de recolección de datos, propuesta en la metodología, mediante intervención directa con los propietarios de las viviendas.

1.8. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

1.8.1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Se presenta el planteamiento de la investigación, el problema, la justificación, los alcances, las limitaciones y objetivos de la investigación.

1.8.2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Se abordan los aspectos teóricos de la investigación; dividido en dos partes: antecedentes teóricos que va desde internacionales hasta locales, y bases teóricas dentro de las cuales se desarrolló los conceptos más importantes para la investigación.

1.8.3. CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

Se describe la ubicación y periodo de estudio de la investigación, desarrolla el procedimiento detallado utilizado para la obtención y procesamiento de datos.

1.8.4. CAPITULO IV: RESULTADOS

Se presenta de forma detallada, los resultados obtenidos de la investigación.

1.8.5. CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presenta la sistematización y análisis de los resultados obtenidos en la investigación.

1.8.6. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó.

1.8.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Se presentan las fuentes utilizadas a lo largo de la investigación

1.8.8. ANEXOS

Se presentan información complementaria como el formato de ficha de evaluación, panel fotográfico, planos y estudio de mecánica de suelos correspondiente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Doiver Antonio Nisperuza (2019). Realizó la tesis para optar al título de Constructor en Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Santo Tomás, Montería, Colombia, denominada “Análisis Cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y la NSR 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el Barrio Bijao, Municipio del Bagre, Antioquía” la cual tuvo como objetivo el cálculo de la vulnerabilidad sísmica de 5 viviendas del barrio Bijao mediante la aplicación de la metodología de Benedetti - Petrini y la Norma Sismo Resistente 2010. Para recoger los datos se usó un registro fotográfico, mediciones y levantamientos de los inmuebles. La investigación es aplicada no experimental. Como resultados se presenta que la vulnerabilidad según Benedetti - Petrini es 72.6%, o sea, media y por la NRS 2010 es 73.8%, es decir, alta, Se concluye señalando que el método Benedetti Petrini es de aplicabilidad beneficiosa, pero con la adaptación al lugar donde se aplique.

Jeniffer Echeverría & María Monroy (2021). Realizaron la tesis para optar al título Profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia, denominada: “Aplicación del Método de índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el Barrio Surinama”, en la que se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica para las edificaciones con sistema estructural en mampostería no reforzada, del barrio Surinama ubicado en la ciudad de Tunja, aplicando el método del índice de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini. Con los datos obtenidos en el estudio, se realizó una base de datos que permitió establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de la zona, para de esta manera, obtener una información más exacta respecto a las condiciones físico- espaciales de las estructuras.

2.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Leandro Pérez y Felipe Rodrigo (2022). En lo que concierne al plano nacional, en el departamento de La Libertad, se tiene la tesis: “Diagnóstico de la vulnerabilidad ante sismicidad usando enfoque Benedetti Petrini en viviendas de albañilería confinada en el sector Los Incas, Pacasmayo, 2022”, en el que se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica por el método Benedetti Petrini de las viviendas de albañilería confinada del Sector Los Incas del distrito de Pacasmayo. Se determinó además que los parámetros utilizados según el método de Benedetti Petrini sumaron y lograron dar una respuesta confiable a lo que se buscaba, confirmando la importancia de la metodología Benedetti Petrini en la evaluación de vulnerabilidad sísmica en viviendas de sectores poblacionales, asentamientos humanos, pueblos jóvenes y zonas residenciales, dándonos un alcance de cuán vulnerables pueden ser las viviendas ante un sismo.

José Rodríguez & Henry Zulueta (2019). Realizada por el investigador para optar por el Título de Ingeniero Civil en el departamento de Lambayeque, se tiene la tesis: “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica aplicando los índices de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque”, en la que se evaluó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en el distrito de Jayanca, mediante la calificación de los 11 parámetros de Benedetti Petrini. Se realizó además el ensayo de esclerometría con el fin de garantizar la resistencia del concreto que figura en los planos de construcción de cada vivienda. También al final presenta planos clasificando las viviendas por su tipología, por el nivel de vulnerabilidad, y el daño que sufrirían en el caso de ocurrir un sismo de tres intensidades diferentes.

Anibal Andrés (2020). Realizó la tesis para optar al título Profesional de Ingeniero Civil de la Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú, denominada “Aplicación del Método de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica en 16 viviendas informales en el Pueblo Joven Pro Vivienda- Primera Zona- Del Distrito de El Agustino- Lima” en la que se aplicó el Método de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica de 16 viviendas informales. La investigación permitió tomar medidas, para prevenir el colapso parcial o total de las viviendas y también ayudó a tomar acciones para evitar pérdidas humanas. Se obtuvo como resultado que, de todas las

viviendas estudiadas, el 37.50 por ciento tienen una vulnerabilidad sísmica alta, el 43.75 por ciento tienen una vulnerabilidad sísmica media y el 18.7 por ciento tienen una vulnerabilidad sísmica baja, determinando como conclusión que, la mayoría de viviendas se encuentran en un estado regular y malo.

2.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Albiter Saavedra (2021). El investigador realizó la tesis para optar el título de Ingeniero Civil denominada: “Nivel de riesgo sísmico a partir del índice de vulnerabilidad del método de Benedetti y Petrini en las viviendas de San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca” en la que se determinó el riesgo sísmico de las viviendas a partir de la vulnerabilidad determinada mediante la metodología Benedetti y Petrini, además el tesista realiza un exhaustivo detalle de las consideraciones para la calificación de la vulnerabilidad por cada parámetro de Benedetti y Petrini dependiendo del sistema estructural que poseen; esto es adobe, albañilería confinada y pórticos.

Juan Tucto (2018). El investigador realizó la tesis para optar el título de Ingeniero Civil denominada: “Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de Vulnerabilidad de Benedetti- Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del distrito de Llacanora, Cajamarca” en la que evaluó y determinó el Nivel de Riesgo Sísmico en las Viviendas de Adobe Existentes en la Zona Urbana del Distrito de Llacanora, Cajamarca, aplicando la metodología del Índice de Vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini. La investigación fue realizada de forma que pudo ser aplicado especialmente a zonas donde no se cuenta con información de daños sísmicos reales. Finalmente determinó el nivel de riesgo sísmico de las viviendas de adobe existentes.

2.3. BASES TEÓRICAS

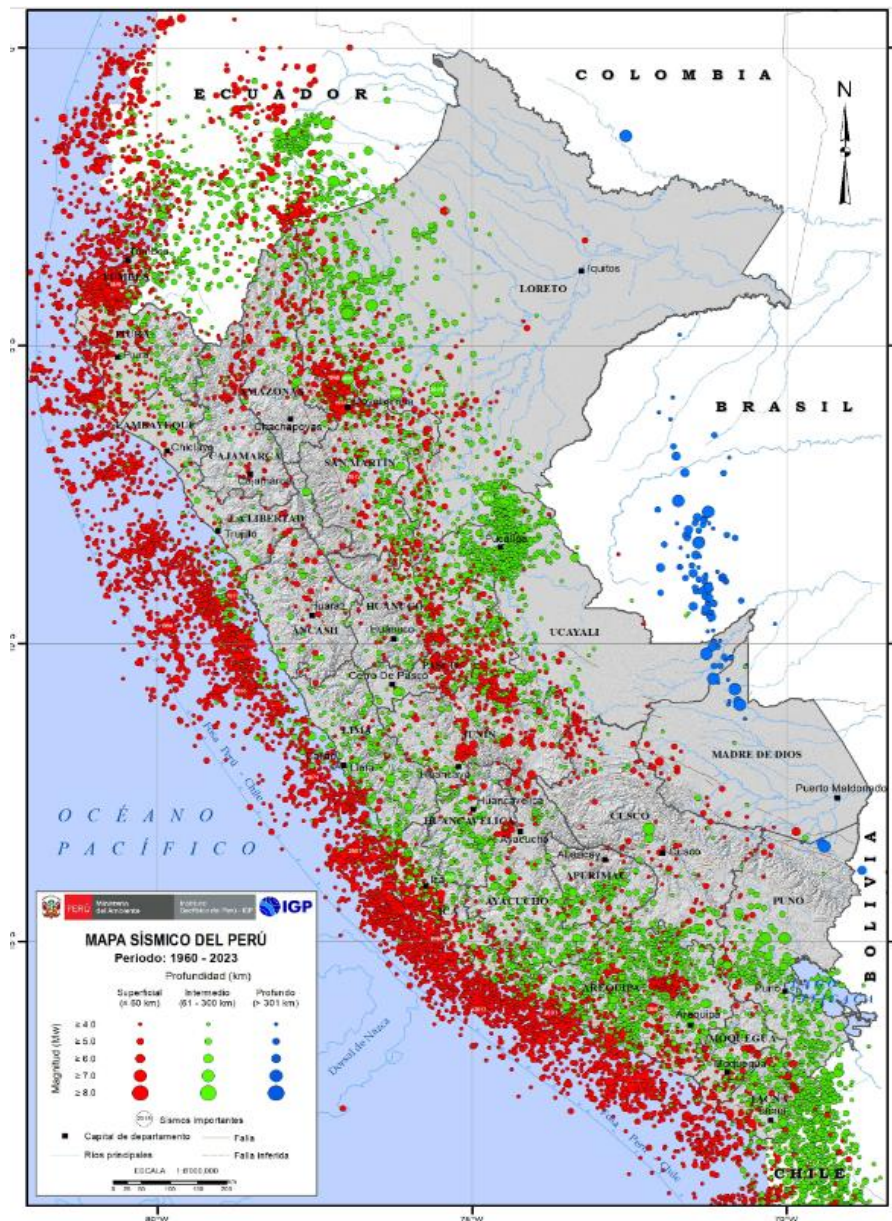
2.3.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ

El Perú se encuentra ubicado dentro de las regiones con mayor actividad sísmica del planeta, esto debido al proceso de convergencia entre las placas Sudamericana y de Nazca, y de los reajustes que se producen en la corteza a causa de las fallas existentes en la cordillera andina. (TAVERA, 2017)

A partir de estos procesos, se generan sismos de diversas magnitudes, con focos ubicados a distintas profundidades; siendo las mayores, aquellas que producen diferentes niveles de daño estructural, así como pérdidas humanas con ubicación en áreas urbanas pobladas. En general, la ocurrencia de estos sismos ha sido permanente sobre el territorio nacional. (TAVERA, 2017).

En tal sentido, el territorio peruano se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas, definidas de acuerdo a las características los movimientos sísmicos, la distribución y ubicación espacial observada y la información sobre procesos geomorfológicos y geológicos existente. (RNE,2018)

Figura 1. Mapa Sísmico del Perú



Fuente: IGP (Instituto Geofísico del Perú), 2018.

2.2.2. SISMICIDAD EN CAJAMARCA:

Cajamarca es considerada una zona de silencio sísmico, esto debido a la naturaleza de sus suelos, formaciones geológicas existentes, entre otros. Estos factores califican a la ciudad como altamente propensa a eventos sísmicos de regular y gran intensidad (MOSQUEIRA, 2012).

Según el mapa de Zonificación Sísmica de la norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la ciudad de Cajamarca se ubica dentro de la zona sísmica III.

Figura 2. Zonas Sísmicas del Perú



Fuente: RNE E-030, 2018.

2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES:

Una estructura consiste en un conjunto de elementos conectados con el fin de soportar cargas. Algunos de estos elementos son: zapatas, vigas de cimentación, cimientos corridos, columnas, placas, muros de albañilería, losas, etc. (ABANTO, 2017).

Dentro de los principales sistemas estructurales nombrados en la norma E-030 del Reglamento Nacional de edificaciones, se encuentran:

2.2.3.1. ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Es aquella formada por losas aligeradas y macizas, las cuales se encuentran apoyadas en columnas y vigas; también pueden existir muros de corte (placas) a fin de brindar mayor resistencia y rigidez a la estructura. En estas estructuras podrán existir tabiques de albañilería cuya función será la separación de ambientes, además estarán separados del esqueleto principal de la estructura (columnas, vigas y losas) mediante juntas sísmicas. (ABANTO, 2017).

2.2.3.2. ESTRUCTURAS DE TIERRA:

Se consideran dentro de estas estructuras a aquellas cuyos muros son hechos a base de tierra apisonada o unidades de albañilería de tierra. En el Perú, las construcciones más comunes de este tipo son las de quincha, tapial y adobe; con predominio de estas últimas. El tipo de vivienda de adobe se han prolongado a lo largo de nuestra historia debido a su fácil acceso y a la capacidad para generar ambientes con propiedades ambientales favorables, como la moderación tanto del ruido como las elevadas temperaturas existentes. (RNE, 2018)

2.2.3.3. ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

La albañilería confinada es un sistema de construcción producido debido a la colocación de unidades de albañilería unidas entre sí mediante un mortero formando un conjunto rígido denominado muro. Este mortero está formado por una mezcla de cemento, arena, cal y agua.

En el Perú, la albañilería confinada es el sistema más empleado en la construcción de viviendas y edificios de hasta 05 niveles. Se debe de considerar, además, el hecho de que en nuestro país existen una gran cantidad de edificaciones de ladrillo construidos sin planos, con materiales defectuosos y mano de obra no calificada; que determinan estructuras altamente vulnerables frente a un sismo y con un costo muy alto. (ABANTO, 2017).

2.2.3.4. OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES:

Otros sistemas que también son utilizados en el Perú son las estructuras de madera y de acero. En las primeras los elementos resistentes son principalmente en base a madera y se incluyen arriostramientos tipo poste y viga; mientras que, en las segundas, la capacidad de deformación de sus elementos y conexiones dependerá del tipo de arriostramiento resistente. (RNE, 2018)

2.2.4. VULNERABILIDAD:

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad de una determinada población a sufrir daños, a causa de una amenaza o peligro. (CENEPRED,2014).

Dentro de los factores que determinan la vulnerabilidad se pueden nombrar: La exposición, el cual es la relación inapropiada entre el ser un humano y el ambiente, definiéndose este último como la posible área de impacto de un peligro; la resiliencia, el cual se refiere a la virtud de una población para recuperarse ante la ocurrencia de un peligro; y la fragilidad, la cual está relacionado con las condiciones físicas existentes que caracterizan a una población, y que, determinan su susceptibilidad ante un peligro. (CENEPRED, 2014)

2.2.4.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA:

La vulnerabilidad sísmica de una edificación puede conceptualizarse como el límite en el que se supera el grado de reserva o nivel de respuesta preunciado, ante la acción de una amenaza sísmica conocida. (ALONSO, 2014)

Muchas edificaciones, a lo largo del tiempo, fueron construidas anteriormente con normas y criterios de diseño sísmico menos exigentes a los actuales, en consecuencia, se evidenció una elevada vulnerabilidad y necesidad de reforzamiento. Asimismo, responde al análisis de algunos aspectos fundamentales, como son la tipificación y determinación de daños potenciales y las posibles causas que los originan. (ALONSO, 2014)

Un estudio de vulnerabilidad requiere su definición en cuanto a naturaleza y alcance, esto es, determinar algunos factores como el tipo de daño que se quiere evaluar, el nivel de amenaza que existe en la zona, características de las estructuras e información histórica de daños observados durante sismos en la zona de interés. Algunos de los factores causantes de estos daños son: geológicos (sismicidad existente en la zona, mecanismos de falla, otros), estructurales (tipo de materiales), arquitectónicos (geometría irregular en planta y alzado de la edificación, grandes luces, pocas columnas) o constructivos (características de materiales de construcción, encofrado deficiente, falta de inspección eficiente, etc.). (ALONSO, 2014)

En el área de la ingeniería sísmica, y con la finalidad de pronosticar el daño debido a un sismo con la menor incertidumbre posible, se han propuesto diferentes esquemas de clasificación que permiten organizar los métodos y técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica. (HERRERA, VIELMA & PUJADES, 2014). En general, existen dos métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. El primero a través de métodos cuantitativos, los cuales son utilizados para determinar la vulnerabilidad de una edificación en específico y de la cual es requerida, para su desarrollo se necesitan datos particulares como las características de los materiales utilizados, datos sobre el suelo de cimentación, planos estructurales, entre otros; generalmente. son generados mediante modelaciones matemáticas de la estructura. Algunos ejemplos son de estos son: El Método NSR-98, el método ATC-14, el FEMA 273, etc. (RODRÍGUEZ Y ZULUETA, 2019).

El segundo grupo corresponde a los métodos cualitativos, los cuales sirven para evaluar de manera sencilla y rápida la vulnerabilidad de una zona urbana o ciudad, pudiendo determinar aquellas que necesiten un análisis más detallado. Las edificaciones reciben una puntuación según sus características principales como el área y tipo de estructura, su estado de conservación, irregularidades en planta y altura; son realizadas mediante fichas de encuesta y complementadas mediante datos de campo. Dentro de los métodos más utilizados se encuentran: El método ATC-21, el método japonés, el método ISTC, el método de los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. (RODRÍGUEZ Y ZULUETA, 2019)

2.2.5. METODOLOGÍA ESCOGIDA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL AREA DE ESTUDIO:

2.2.5.1. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI.

A. DEFINICIÓN DEL MÉTODO:

El método del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti y Petrini es un modelo muy utilizado para la estimación de la vulnerabilidad sísmica. Ha sido aplicado en diferentes ciudades diferentes a Italia como Barcelona en España, Cuenca en Ecuador, Concepción en Chile, Floridablanca y Bucaramanga, entre otros. (MALDONADO & CHIO, 2009).

Uno de los beneficios del método es que permite encontrar la vulnerabilidad de un edificio o grupo de edificios con mismas características, en lugar de utilizar una sola definición de vulnerabilidad para todos los edificios en estudio. (HERRERA ET AL., 2014)

La metodología propone la determinación de la vulnerabilidad en función a 11 parámetros, tanto para estructuras de mampostería simple como de concreto armado. (MALDONADO & CHIO, 2009). Los once parámetros considerados para la evaluación de las estructuras son:

- Organización del sistema resistente.
- Calidad del sistema resistente.
- Resistencia convencional.
- Posición del edificio y cimentación.
- Diafragmas Horizontales.
- Configuración en planta.
- Configuración en elevación.
- Distancia máxima entre muros.
- Tipo de cubierta.
- Elementos no estructurales.
- Estado de conservación.

B. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SEGÚN LOS DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES:

B.1. INDICE DE VULNERABILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA Y ADOBE:

El procedimiento indica la calificación de estos parámetros utilizando los índices de coeficiente de calificación posible (k_i) y el peso de la evaluación (W_i). (SAAVEDRA, 2021)

Los valores de K_i se clasifican en cuatro escalas (A, B, C, D) los cuales están asociados a un grado de vulnerabilidad diferente, entre A (NADA VULNERABLE, $k_i=0$) y D (MUY VULNERABLE, $k_i=45$). El valor de W_i es un valor único de cada parámetro y fue asignado de acuerdo a juicio de expertos, de acuerdo a la relevancia que estos poseen.

Finalmente se determina el índice de vulnerabilidad mediante la siguiente fórmula: (MALDONADO & CHIO, 2009)

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i \text{ -----(Ec.01)}$$

Donde:

- Iv: Índice de vulnerabilidad sísmica de la edificación.
- K_i : Medida del grado de vulnerabilidad de la categoría del parámetro i .
- Los valores W_i son una medida de la importancia asociada al parámetro i con respecto a los demás parámetros.

Tabla 1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad para viviendas de albañilería y adobe.

N°	Parámetros	Ki por clase				Peso W_i
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas Horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50

7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipos de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Benedetti y Petrini, 1984.

B.2. INDICE DE VULNERABILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO:

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de una estructura de concreto armado o pórticos, se deben seguir los mismos pasos descritos para viviendas de albañilería confinada y adobe. (SAAVEDRA, 2021)

La diferencia básica radica en que para este tipo de edificaciones solo existirán tres escalas de calificación (A, B Y C); siendo “A” la más favorable y “C” el nivel de vulnerabilidad más alto según las observaciones realizadas. (SAAVEDRA, 2021)

Luego, el índice de vulnerabilidad se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$IV = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i W_i) + 1}{34} \text{-----(Ec.02)}$$

Tabla 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad para viviendas de concreto armado.

N°	Parámetros	Ki por clase			Peso Wi
		A	B	C	
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.00
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.00
3	Resistencia Convencional	-1	0	1	1.00
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.00
5	Diafragmas Horizontales	0	1	2	1.00
6	Configuración en planta	0	1	2	1.00
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.00
8	Distancia máxima entre los muros	0	1	2	1.00
9	Tipos de cubierta	0	1	2	1.00
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.00
11	Estado de conservación	0	1	2	1.00

Fuente: Benedetti y Petrini, 1984.

C. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO:

Los valores de vulnerabilidad obtenidos, según las clasificaciones (A, B, C, D) de cada estructura para cada parámetro, pueden variar entre los rangos de 0 y 382.5 para estructuras de adobe y mampostería confinada y de 0 a 85 para estructuras de concreto armado. (CÁRDENAS, 2008)

Para el presente estudio se realizará la normalización del índice de vulnerabilidad, a fin de que esta sea más objetiva y práctica. Los valores del índice de vulnerabilidad normalizado pueden variar entre 0 y 100 y se obtendrán mediante las siguientes expresiones:

C.1. PARA ESTRUCTURAS DE ADOBE Y MAMPOSTERÍA CONFINADA:

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$IVN = \frac{IV}{3.825} \text{-----}(\text{Ec.03})$$

C.2. PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO:

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$IVN = \frac{IV*100}{94.12} \text{-----}(\text{Ec.04})$$

Finalmente, la clasificación de vulnerabilidad, según rangos, queda determinada de la siguiente manera:

- $0 \leq IVN < 20$: VULNERABILIDAD ALTA.
- $20 \leq IVN < 40$: VULNERABILIDAD MEDIA.
- $40 \leq IVN < 100$: VULNERABILIDAD ALTA.

D. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

D.1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE:

Busca describir la ruta de carga, el sistema estructural y los tipos de conexiones entre muros y los demás elementos de la edificación; teniendo en cuenta la evaluación del grado de organización de los elementos estructurales verticales. El elemento significativo tomado en consideración es la conexión y eficacia entre las conexiones de los muros, en el que se debería asegurar un comportamiento tipo “cajón” en la estructura.

D.2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE:

Este parámetro evalúa el tipo de material utilizado, así como la forma de sus elementos y la homogeneidad existente. Para edificaciones de albañilería confinada este parámetro determina el tipo de albañilería más comúnmente utilizada, diferenciándolo en cuanto a sus características, con el fin de asegurar la eficiencia de la estructura. Para edificaciones de concreto armado, se evalúa la calidad del sistema resistente, considerando además algunas propiedades como la mano de obra y la naturaleza del proceso constructivo.

D.3. RESISTENCIA CONVENCIONAL:

Este parámetro estima la resistencia o fiabilidad que puede presentar una estructura ante solicitaciones de carga horizontales, siendo el principio básico el comportamiento en forma cerrada y ortogonal (tipo cajón) de una edificación. Para las viviendas de adobe y albañilería confinada, la metodología a utilizar será la propuesta por los ingenieros Hurtado y Cardona (1990), con la cual se determinará el factor de demanda de ductilidad DD. Para su desarrollo se seguirán los siguientes pasos:

- **PASO 01:** Determinación de las áreas totales resistentes de muros (m²) en las direcciones X y Y respectivamente.
- **PASO 02:** Calcular la resistencia al cortante menos favorable (VR), en base a la menor área determinada el paso 01 y el valor de esfuerzo cortante máximo. La resistencia cortante se determinará aplicando la siguiente fórmula.

$$VR = \text{Min} (A_x, A_y) * v \text{ -----(Ec.05)}$$

En donde v es el valor de la resistencia a cortante de los muros, el cual se calcula mediante ensayos experimentales de muestras de los edificios en estudio. Cuando este valor no se obtiene experimentalmente, se pueden utilizar las siguientes tablas:

Tabla 3. *Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para mampostería de edificios históricos.*

Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para mampostería de edificios históricos				
Material	Peso Volumétrico	Resistencia a la compresión	Resistencia a cortante kg/cm ²	Módulo de elasticidad
Adobe	1.8	2 - 5	0.5	3000
Bloques de Tepetate con mortero de lodo	1.8	5 - 10	0.5	5000

Fuente: Meli, 1998,

Tabla 4. *Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería*

Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para paneles de mampostería (Yépez, 1996)	
Tipo de material	Esfuerzo Cortante (Tn/m ²)
Ladrillo macizo, calidad regular	6 - 12
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	7 - 9
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque macizo, mortero-Cemento	18
Mampostería nueva. Ladrillo macizo	20
Mampostería nueva. Bloque macizo	20
Mampostería nueva. Ladrillo / Bloque hueco	18

Fuente: Yépez, 1996.

- **PASO 03:** Calcular el peso de la edificación que es resistido por la estructura (W), la cual será la contribución de los pesos de muro, pisos y cubierta.

$$W = N * (A_x + A_y) * h * P_m + M * P_s * At + Ac * P_c \text{-----}(\text{Ec.06})$$

En donde:

- W= Peso de la estructura (m2).
- At= Área total construida en planta (m2)
- Ax= Área total resistente de muros (m2), en la dirección x
- Ay= Área total resistente de muros (m2), en la dirección y.
- H= Altura promedio de entrepiso (m).
- N= Número de pisos de la edificación.
- Pm= Peso específico de la mampostería (Tn/m3).
- Ps= Peso por unidad del área del diafragma horizontal (Tn/m2)
- M= Número de diafragmas horizontales.
- Ac= Área total de la cubierta (m2)
- Pc= Peso por unidad de área de cubierta (Tn/m2).

Para estos cálculos, se tomará en consideración los valores del Anexo N°01 de la Norma E.020 para la determinación de los valores de Pm y Ps.

- **Valores para Pm.**

- a) Para mampostería de adobe se utilizará 1.6 tn/m3.
- b) Para mampostería de ladrillo se utilizará un valor de 1.8 tn/m3.
- c) Para otro tipo de material como mampostería de caliza, granito y otros; se utilizarán los valores según los pesos unitarios indicados en la norma E.020.

- **Valores para Ps.**

- a) Para valores de aligerados se utilizará un valor de 0.28 Tn/m2, dependiendo del espesor de Losa (Norma E.020)
- b) Para valores de diafragmas abovedados de un promedio de espesor de 0.40m, se utilizará un valor de 0.70 tn/m2, o se usará la siguiente tabla:

Tabla 5. *Diafragmas tipo, utilizados para el cálculo de coeficiente Ps*

Descripción del forjado	Peso (kg/m2)	
	Rango	Promedio
1.- Viguetas de madera y entarimado	40 - 70	55
2.- Viguetas de madera y bovedillas de yeso	100 - 160	130
3.- Viguetas de madera y tablero de ladrillo	60 - 140	100
4.- Viguetas metálicas y bovedillas de ladrillo	130 - 280	205

5.- Viguetas metálicas y mortero ligero	160 - 390	275
6.- Viguetas de concreto y bovedillas de ladrillo	180 - 290	235
7.- Viguetas de concreto y bloques huecos	100 - 180	440
8.- Losa de concreto armado	190 - 480	335
9.- Losa aligerada de concreto armado	200 - 320	260
10.- Losa de cerámica armada	150 - 240	195

Fuente: Yépez, 1996.

- **Valores para Pc.**

- a) Para valores de coberturas de teja y barro se utilizará 0.16 tn/m².
 - b) Para valores de coberturas de zinc se utilizará 0.01 tn/m²
 - c) Para valores de coberturas de calamina se utilizará 0.025 Tn/m².
 - d) Para valores de coberturas de Eternit se utilizará 0.030 Tn/m².
- **PASO 04:** Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR, esto es, el porcentaje del peso de la edificación que es resistido por la estructura, como cortante horizontal en la dirección más desfavorable.

$$CSR = \frac{VR}{W} \text{-----(Ec.07)}$$

En donde:

- CSR= Coeficiente de resistencia sísmica.
 - VR= Cortante menos desfavorable.
 - W= Peso de la estructura.
- **PASO 05:** Cálculo del coeficiente sísmico exigido (CSE). Según el reglamento nacional de edificaciones, correspondiente a diseño sismorresistente, este será el valor del espectro de aceleraciones para un determinado periodo de vibración.

- **Coeficiente sísmico exigido para mampostería de adobe (E-080).**

$$CSE = S*U*C \text{-----(Ec.08)}$$

- **Coeficiente sísmico exigido para albañilería (E-030).**

$$CSE = Z*U*S*C/R \text{-----(Ec.09)}$$

Estos valores serán determinados en base a las consideraciones de la norma E-080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) y E-030 (Diseño Sismorresistente), en donde:

- CSE= Coeficiente sísmico exigido.
- S= Factor de Suelo.
- U= Factor de Uso.
- C= Coeficiente sísmico
- Z= Factor de Zona.
- C= Factor de amplificación Sísmica.
- R= Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica.

- **Coeficiente sísmico exigido para concreto armado (E-030).**

$$CSE = S * U * C \text{-----} (Ec.09)$$

Para estructuras de concreto armado, se requiere de cálculos estructurales simplificados, basados en la relación del cortante en la base y cortante resistente de la estructura. El cortante actuante está definido por un espectro elástico de respuesta, mientras que el cortante resistente en la capacidad a cortante del sistema estructural. De este modo, la fuerza sísmica F en el piso n puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j^k)} * \frac{Z * U * C * S}{R} * P \text{-----} (Ec.16)$$

En donde:

- F: Fuerza Sísmica.
- Z: Factor de Zona.
- U: Factor de Uso.
- S: Factor de Suelo.
- C: Factor dinámico de la estructura.
- Pi: Peso del piso i.
- P: Peso de toda la estructura.
- Hi: Altura del piso i medida desde el terreno natural.
- K= Exponente relacionado con el periodo fundamental (T)
 - Para $T \leq 0.5$ s; $k=1.0$
 - Para $T > 0.5$ s; $k = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Para la determinación del parámetro se requiere encontrar el valor del coeficiente $\propto h$, el cual relaciona la fuerza resistente y la fuerza de diseño, mediante las siguientes relaciones:

$$\alpha_h = \frac{VR'}{ZUCS/R} \text{-----(Ec.17)}$$

$$VR' = \frac{A_0 * \tau}{q * N} \text{-----(Ec.18)}$$

$$q = \frac{A_x + A_y}{A_t} * h * P_m + P_s \text{-----(Ec.19)}$$

$$A_0 = \frac{\min(A_x, A_y)}{A_t} \text{-----(Ec.20)}$$

En donde:

- At: Area Total en planta (m2).
- Ax. Ay: Áreas totales de las secciones resistentes (de concreto armado y mampostería), en los sentidos X e Y respectivamente
- A0: Valor mínimo entre Ax y Ay partido por At.
- Pm: Peso específico de los elementos del sistema resistente (tn/m3).
- Ps: Peso por unidad del área de sistema resistente (tn/m2).
- τ : Resistencia de la cortante de los elementos del sistema resistente, obtenida como un promedio entre los valores de resistencia cortante (τ_i) de cada uno de los sistemas que constituyen el sistema resistente estructural.

El factor de ponderación son los porcentajes relativos de las áreas contribuyentes de los elementos del sistema resistente.

$$\tau = \frac{\sum \tau_i * A_i}{\sum A_i} \text{-----(Ec.21)}$$

Para el cálculo de los coeficientes α_h , se considerarán algunos factores como el material utilizado del sistema resistente, los muros, tipo de diafragma, la altura máxima y el área total construida; así como el esfuerzo máximo a cortante, tipo de suelo y área de muros en las direcciones X y Y.

• **PASO 06:**

Cálculo de la demanda de ductilidad DD como la relación:

$$DD = CSE / CSR \text{-----(Ec.14)}$$

Donde:

DD: Demanda de ductilidad.

CSE: Coeficiente sísmico exigido.

CSR: Coeficiente sísmico resistente.

D.4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN:

Este parámetro tiene relación con la posición de la edificación y su cimentación. Mediante una inspección visual se valora la influencia del terreno y de la cimentación, calificando como más vulnerable a la estructura con suelo y pendiente encontrada en peores condiciones. Se examinarán las siguientes características: La cimentación debe transmitir apropiadamente la carga de la vivienda al terreno, la presencia de empuje de tierras no equilibrado, presencia de sales, humedad, etc.

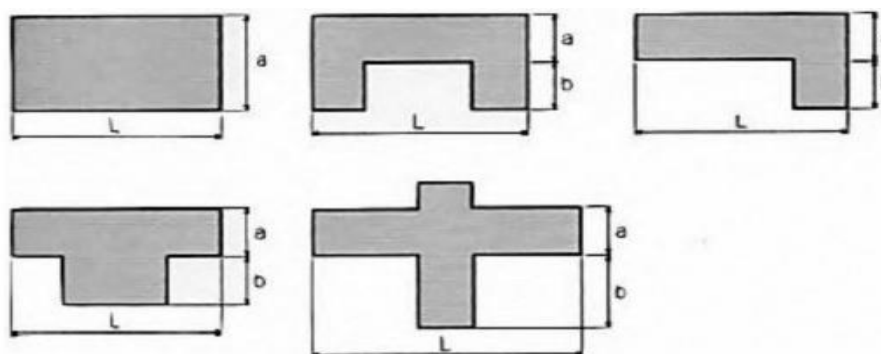
D.5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES:

Este parámetro tiene relación con el forjado horizontal, se evalúa la calidad del sistema resistente de losa de entrepiso, así como la correcta distribución de estas cargas hacia los elementos verticales resistentes de la edificación. El buen funcionamiento de los diafragmas permitirá que las fuerzas sísmicas se distribuyan de manera adecuada en cada nivel de la edificación y hacia los elementos estructurales verticales (muros, columnas) y de estos hacia la cimentación.

D.6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA:

Este parámetro se estima en base de la relación de largo-ancho existente, además de la forma en planta de la edificación. En las edificaciones de forma rectangular, es significativa la razón $\beta_1 = a/L$; mientras que en las de forma no rectangular, se debe tener en cuenta las irregularidades del cuerpo principal, mediante la expresión $\beta_2 = b/L$; en donde a representa la dimensión menor del elemento, L la mayor y b la dimensión de los elementos que sobresalen las dimensiones a y L.

Figura 3. Formas de edificaciones en planta consideradas en el método del Índice de Vulnerabilidad



Fuente: Mena, 2002

Para las edificaciones con configuración en planta irregular, se utilizarán los pasos descritos por Mena (2002), cuyos pasos son los siguientes:

- **PASO 01:** Determinar el centro de gravedad de la figura en planta.
- **PASO 02:** Determinar el centroide de la vivienda, en los ejes X y Y.

$$X_g = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * X_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \text{-----(Ec.22)}$$

$$Y_g = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * Y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \text{-----(Ec.23)}$$

En donde:

Ai: Areas parciales auxiliares de la forma en planta las cuales servirán para obtener su centro de gravedad (Xg, Yg)

- **PASO 03:** Determinar los valores medios de los puntos más lejanos de la edificación.

$$X_m = \frac{(Px_{min} + Px_{max})}{2} \text{-----(Ec.24)}$$

$$Y_m = \frac{(Py_{min} + Py_{max})}{2} \text{-----(Ec.25)}$$

- **PASO 04:** Determinar los valores de regularidad.

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2} * |x_{max} - x_{min}|} \text{-----(Ec.26)}$$

$$IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2} * |y_{max} - y_{min}|} \text{-----(Ec.27)}$$

- **PASO 05:** Determinar el índice de regularidad final de la edificación, la cual será el mayor valor obtenido.

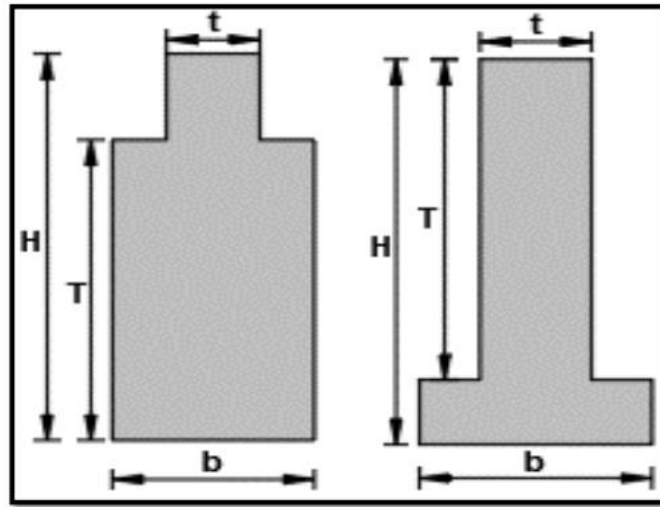
$$IR = \max(IR_x, IR_y) \text{-----(Ec.28)}$$

D.7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN:

Para realizar la evaluación de este parámetro en edificaciones de adobe y albañilería confinada se estimará a través de la relación de áreas entre dos pisos sucesivos, mediante la relación $\pm \Delta A/A$. En el caso de viviendas de concreto armado, se determinará el valor de RL, el mismo que se obtendrá entre la relación de los valores de altura mínima (obtenidos de H-T) y máxima del edificio (T). El valor de RL determinará la calificación de este parámetro, siendo esta altura promedio de la edificación.

$$RL = \frac{H-T}{T} \text{-----(Ec.29)}$$

Figura 4. Configuraciones originales para evaluación del parámetro N°07



Fuente: Mena, 2002.

D.8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS Y COLUMNAS:

Este parámetro evalúa el espaciamiento máximo entre muros, en el que se tiene en cuenta el espaciamiento excesivo posible entre aquellos muros que se encuentran transversalmente a los denominados muros maestros. Se utilizará la relación L/s , en donde “L” es el espaciamiento máximo entre muros transversales y “s” el espesor del muro maestro; evaluando siempre el caso más perjudicial. La idea básica del parámetro es la que ocurre en edificaciones cuando ocurren remodelaciones, ampliaciones, etc.; en estos casos, a causa de la eliminación de algunos muros internos secundarios, aumentaría su espaciamiento máximo.

D.9. TIPO DE CUBIERTA:

El parámetro evalúa la forma de transmisión de carga a los muros; tiene relación con el tipo de cubierta, en la que algunos factores como la tipología de la cubierta y su peso propio, determinan la influencia de esta ante el comportamiento sísmico de la estructura.

D.10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES:

Este parámetro relaciona los elementos no estructurales de la edificación y su importancia ante la presencia de sismos, los cuales influyen en el efecto de un peligro derivado.

Estos elementos pueden ser parapetos, balcones, cielorrasos, tanques elevados, etc.; o cualquier elemento no estructural cuya caída puede provocar pérdidas.

D.11. ESTADO DE CONSERVACIÓN:

Para la evaluación de este parámetro interviene el estado de la estructura en su capacidad, esto es, el estado de conservación actual en la que se encuentra.

Se basa en el criterio del observador y está relacionado a algunas características como la antigüedad de la edificación, irregularidades respecto a procesos constructivos (fallas existentes), existencia de acequias de drenaje perimetrales en buenas condiciones, etc.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Sector 17- Lucmacucho, específicamente en los barrios: Lucmacucho y sus Anexos El Mirador y San Francisco, de la ciudad de Cajamarca, Perú.

3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA:

DEPARTAMENTO : Cajamarca

PROVINCIA : Cajamarca

DISTRITO : Cajamarca

LUGAR : Sector 17, Barrios: Lucmacucho, El Mirador y San Francisco.

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

La zona de estudio se encuentra ubicada al Nor Este con relación a la Plaza de Armas de la ciudad de Cajamarca, ubicado en el Distrito, Provincia y Región Cajamarca.

3.2. PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se realizó a partir del mes de mayo del año 2023, y concluyó en el mes de mayo del año 2024.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

La presente investigación será del tipo **descriptivo- cuantitativo**, puesto que se evaluarán las características existentes de las viviendas, a partir de la observación directa y ficha de recolección de datos. Asimismo, se cuantificarán los datos obtenidos, al utilizar los parámetros de la metodología propuesta por Benedetti y Petrini. El diseño será del tipo **transversal- no experimental**, pues se recolectará la información sobre sus características en un determinado momento, y, en el cual, no se manipularán las variables ni se alterará las condiciones existentes del lugar en estudio.

3.3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA:

3.3.2.1. POBLACIÓN:

La población para esta investigación, corresponde a todas las viviendas con tipología estructural adobe, albañilería confinada y concreto armado; pertenecientes al Sector 17 (Barrio Lucmacucho y sus Anexos El Mirador y San Francisco) de la ciudad de Cajamarca, Perú.

Se obtuvo una cantidad total de 604 viviendas existentes en el área de estudio, de las cuales 150 corresponden al “Barrio Lucmacucho”, 240 a su “Anexo El Mirador” y 214 para su anexo “San Francisco”.

Tabla 6. *Cantidad de Viviendas Existentes en el área de estudio*
(Periodo 2023-2024)

TOTAL DE VIVIENDAS EN AREA DE ESTUDIO	
BARRIO	CANTIDAD
BARRIO LUCMACUCHO	150
ANEXO EL MIRADOR	240
ANEXO SAN FRANCISCO	214
TOTAL	604

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2. MUESTRA:

Se tiene un muestreo de población finita, que es de **604** viviendas en el área de estudio seleccionada. Así pues, se determinará el tamaño de la muestra mediante la siguiente expresión:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \text{-----(Ec.30)}$$

Donde:

- n= Tamaño de la muestra
- N= Tamaño de la población o universo.
- Z= Parámetros estadístico que depende del Nivel de Confianza (NC)
- e= Error de Estimación Máximo aceptado

- p= Probabilidad de que ocurra el evento de estudio (éxito)
- q= Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Se tiene entonces los siguientes valores: Un valor **N= 604** (según conteo realizado), **Z=1.96** (distribución normal estandarizada), **p= 0.90** (probabilidad de éxito de 90%), **q= 0.10** (probabilidad de fracaso de 10%), **e= 10%** (Nivel de error)

Reemplazando se obtiene:

$$n = \frac{(604 * 0.10 * 0.90 * 1.96^2)}{0.10^2 * (65 - 1) + 1.96^2 * 0.90 * 0.10}$$

$$n = 32.75$$

El valor de la muestra obtenida es de 33 viviendas de las tres tipologías consideradas. De las 33 edificaciones a evaluar, 15 serán de albañilería confinada (45.45% del total), 13 de adobe (39.39% del total) y 5 serán de concreto armado (15.15%)

3.3.3. TECNICAS E INSTRUM. DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Para la realización de la presente investigación, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos para la recolección de datos:

3.3.3.1. TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

A. ENCUESTA:

Se realizó la encuesta a los propietarios de las viviendas en el área de estudio existente. Se consultó sobre la vivienda en aspectos como año de construcción, si es que contó con asesoría técnica durante su construcción, si se realizó alguna ampliación o remodelación en los últimos años, etc.

B. OBSERVACIÓN DIRECTA:

Se realizó la observación directa de las características principales de la vivienda, para luego realizar la caracterización según tipo estructural, y posterior calificación en base a cada uno de los parámetros de evaluación.

Finalmente, se realizó el bosquejo de la estructura tanto en planta como elevación, para lo cual se utilizó como herramienta de apoyo para el dibujo, el software AutoCAD 2022.

C. REVISIÓN DIRECTA:

Se revisó información existente como Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Manuales de construcción existentes en el país, libros, investigaciones, otros.

3.3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

A. FICHA DE ENCUESTA:

Como instrumento principal para el desarrollo del presente estudio se utilizó la ficha de recolección de datos propuesta en la metodología de Benedetti y Petrini.

Esta ficha considera aspectos no solo técnicos, sino también existentes en la vivienda a analizar.

B. PARA LA OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN:

Como instrumento para la observación de las características de la vivienda se utilizó una cámara fotográfica de alta resolución, mientras que, para la medición, se utilizó una wincha de mano (7m) y wincha métrica (50m). Adicionalmente, se utilizó un cuaderno para realizar los bosquejos y apuntes necesarios.

3.3.4. TECNICAS E INSTRUM. DE ANALISIS DE DATOS:

Para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos en la investigación, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

3.3.4.1. TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS:

Se utilizó la estadística descriptiva, puesto que se presentó los resultados obtenidos a través de gráficas y cuadros.

3.3.4.2. INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:

Se utilizaron herramientas computacionales como Excel (Elaboración de Tablas y Gráficos), Word (Desarrollo de tesis), softwares como AUTOCAD V.2022 (Dibujo de planos de bosquejos en planta y elevación, así como para las calificaciones de los parámetros numéricos 03,06,07 y 08 de la metodología).

3.3.5. PROCEDIMIENTO:

A. CUANTIFICACIÓN DE VIVIENDAS EXISTENTES:

Como primer paso se efectuó la contabilización de las viviendas existentes en el área de estudio correspondiente, para ello se utilizaron imágenes satelitales actualizadas; las cuales permitieron realizar una contabilización confiable y exacta.

B. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

El segundo paso consistió en elaborar la ficha de recolección de datos utilizando la herramienta computacional Excel, la misma que sirvió para la obtención de los datos de campo para la presente investigación.

C. APLICACIÓN DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Se determinaron las principales características de las viviendas en el área de estudio, mediante entrevista directa a sus propietarios. Luego, se realizó el bosquejo tanto en planta como en elevación.

D. ANALISIS DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS:

Se evaluaron cada uno de los parámetros de la metodología, para finalmente determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en el área de estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS

Se realizó la evaluación y posterior calificación de cada una de las viviendas, en relación a los 11 parámetros descritos en la metodología de Benedetti y Petrini, tomando en consideración los criterios de evaluación para cada uno de los parámetros (Ver Anexo N°01)

4.1.1. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°01:

El parámetro N°01, correspondiente a la “Organización del sistema resistente”, se evaluó el grado de organización de los elementos verticales, teniendo en consideración la presencia y eficiencia en la conexión entre muros.

Para este parámetro, se identificó el material predominante de los muros de la vivienda, el tipo de arriostre existente y la calidad del confinamiento, de igual forma, se determinó si es que la vivienda contó con asesoría técnica.

Tabla 7. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°01.

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	<i>D</i>
2	V-02	ADOBE	<i>C</i>
3	V-03	CONCRETO	<i>A</i>
4	V-04	CONCRETO	<i>C</i>
5	V-05	ALB.CONF.	<i>C</i>
6	V-06	CONCRETO	<i>A</i>
7	V-07	CONCRETO	<i>A</i>
8	V-08	ALB.CONF.	<i>B</i>
9	V-09	ALB.CONF.	<i>B</i>
10	V-10	ADOBE	<i>D</i>
11	V-11	CONCRETO	<i>A</i>
12	V-12	ADOBE	<i>B</i>
13	V-13	ALB.CONF.	<i>C</i>
14	V-14	ADOBE	<i>D</i>
15	V-15	ADOBE	<i>A</i>
16	V-16	ADOBE	<i>D</i>
17	V-17	ADOBE	<i>A</i>
18	V-18	ADOBE	<i>A</i>

19	V-19	ADOBE	B
20	V-20	ADOBE	B
21	V-21	ADOBE	C
22	V-22	ADOBE	A
23	V-23	ADOBE	D
24	V-24	ALB.CONF.	D
25	V-25	ALB.CONF.	B
26	V-26	ALB.CONF.	B
27	V-27	ALB.CONF.	C
28	V-28	ALB.CONF.	A
29	V-29	ALB.CONF.	C
30	V-30	ALB.CONF.	C
31	V-31	ALB CONF.	B
32	V-32	ALB.CONF.	A
33	V-33	ADOBE	A

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°02:

El parámetro N°02, correspondiente a la “Calidad del sistema resistente”, se evaluó dos características principales: el tipo de material utilizado y la forma de los elementos constituyentes de la mampostería; el cual garantice la resistencia del elemento vertical y el comportamiento tipo cajón.

Para este parámetro, se evaluó la homogeneidad tanto vertical como horizontal de la unidad constituyente (unidad de adobe, dimensión del ladrillo en muro portante), asimismo, se identificó la disposición y dimensión del mortero de adherencia.

Tabla 8. *Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°02.*

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	D
2	V-02	ADOBE	A
3	V-03	CONCRETO	A
4	V-04	CONCRETO	C
5	V-05	ALB.CONF.	B
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	C
9	V-09	ALB.CONF.	D
10	V-10	ADOBE	A
11	V-11	CONCRETO	C
12	V-12	ADOBE	C

13	V-13	ALB.CONF.	C
14	V-14	ADOBE	A
15	V-15	ADOBE	A
16	V-16	ADOBE	C
17	V-17	ADOBE	B
18	V-18	ADOBE	B
19	V-19	ADOBE	D
20	V-20	ADOBE	D
21	V-21	ADOBE	D
22	V-22	ADOBE	A
23	V-23	ADOBE	A
24	V-24	ALB.CONF.	D
25	V-25	ALB.CONF.	C
26	V-26	ALB.CONF.	C
27	V-27	ALB.CONF.	C
28	V-28	ALB.CONF.	C
29	V-29	ALB.CONF.	C
30	V-30	ALB.CONF.	D
31	V-31	ALB CONF.	C
32	V-32	ALB.CONF.	C
33	V-33	ADOBE	C

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°03:

En el parámetro N°03, correspondiente a la “Resistencia Convencional”, se evaluó el comportamiento en forma cerrada y ortogonal de la vivienda, en el que, a través del cálculo de algunos factores, se evalúa la resistencia de la estructura ante inclemencias como solicitaciones de cargas horizontales.

Tabla 9. Factores de evaluación, viviendas de adobe y albañilería confinada evaluadas- Parámetro 03.

CODIGO	Ax	Ay	Area min	v	N	h	Pm	M	Ps	At	Ac	Pc	W	CSR	S	U	C	R	Z	CSE	DD
V-01	1.45	1.52	1.45	5.00	1.00	2.10	1.60	1.00	0.04	13.03	14.33	0.025	10.85	0.67	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.36
V-02	21.69	11.70	11.70	5.00	2.00	2.52	1.60	1.00	0.06	87.75	96.53	0.160	290.02	0.20	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	1.19
V-10	8.36	6.36	6.36	3.50	2.00	2.33	1.60	1.00	0.06	76.96	126.65	0.160	134.45	0.17	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	1.45
V-12	3.99	12.90	3.99	5.00	1.00	2.10	1.60	1.00	0.04	80.79	88.87	0.025	62.20	0.32	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.75
V-14	15.88	16.24	15.88	3.50	2.00	2.16	1.60	1.00	0.06	77.98	85.78	0.025	228.86	0.24	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.99
V-15	9.55	7.91	7.91	5.00	2.00	2.00	1.60	1.00	0.06	41.08	45.19	0.025	115.33	0.34	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.70
V-16	25.96	19.96	19.96	3.50	2.00	2.33	1.60	1.00	0.06	149.36	164.30	0.025	355.54	0.20	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	1.22
V-17	5.02	6.24	5.02	5.00	2.00	2.40	1.60	1.00	0.06	23.28	25.61	0.025	88.51	0.28	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.85
V-18	13.49	15.45	13.49	5.00	2.00	2.00	1.60	1.00	0.06	53.69	59.06	0.025	189.92	0.36	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.68
V-19	10.01	15.38	10.01	5.00	2.00	2.00	1.60	1.00	0.06	40.68	44.75	0.160	172.11	0.29	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.83
V-20	6.73	4.32	4.32	5.00	1.00	2.00	1.60	1.00	0.04	43.21	47.53	0.025	38.27	0.56	1.00	1.00	0.20	-	-	0.20	0.35
V-21	1.42	3.24	1.42	5.00	1.00	2.30	1.60	1.00	0.06	17.39	19.13	0.025	18.68	0.38	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.63
V-22	22.45	22.77	22.45	5.00	2.00	2.25	1.60	1.00	0.06	111.80	122.98	0.025	335.44	0.33	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	0.72
V-23	15.12	26.40	15.12	3.50	2.00	2.05	1.60	1.00	0.06	81.14	89.25	0.025	279.46	0.19	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	1.27
V-33	9.34	5.94	5.94	5.00	2.00	2.78	1.60	1.00	0.06	30.09	41.90	0.025	138.54	0.21	1.20	1.00	0.20	-	-	0.24	1.12
V-05	7.15	11.54	7.15	7.50	2.00	2.45	1.80	1.00	0.35	89.02	9.08	0.025	196.21	0.27	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.28
V-08	5.22	6.83	5.22	7.50	3.00	2.40	1.80	2.00	0.28	49.57	0.00	0.00	183.98	0.21	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.64
V-09	1.71	5.08	1.71	7.50	1.00	2.50	1.80	1.00	0.35	62.80	2.00	0.025	52.59	0.24	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.44
V-13	12.12	9.82	9.82	7.50	3.00	2.65	1.80	2.00	0.30	78.28	4.84	0.025	361.02	0.20	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.72
V-24	2.10	3.68	2.10	7.50	1.00	2.25	1.80	1.00	0.04	45.33	48.91	0.025	26.42	0.59	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	0.59
V-25	2.43	1.83	1.83	7.50	1.00	2.95	1.80	1.00	0.04	25.80	28.38	0.030	24.46	0.56	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	0.63
V-26	11.50	13.65	11.50	7.50	3.00	3.15	1.80	2.00	0.30	79.26	3.90	0.025	475.50	0.18	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.93
V-27	3.78	2.89	2.89	7.50	1.00	3.50	1.80	1.00	0.06	71.92	58.40	0.025	47.79	0.45	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	0.77
V-28	11.69	13.49	11.69	7.50	3.00	2.05	1.80	2.00	0.30	87.95	4.45	0.025	331.59	0.26	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.32
V-29	2.33	5.76	2.33	7.50	1.00	2.95	1.80	1.00	0.04	75.45	54.65	0.025	47.33	0.37	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	0.95

V-30	8.76	7.45	7.45	7.50	2.00	2.70	1.80	1.00	0.30	73.12	80.43	0.025	181.58	0.31	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.14
V-31	5.57	10.21	5.57	7.50	2.00	2.43	1.80	1.00	0.28	70.31	77.34	0.030	159.72	0.26	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.34
V-32	14.03	25.07	14.03	7.50	3.00	2.33	1.80	2.00	0.30	127.49	5.59	0.025	568.56	0.19	1.20	1.00	2.50	3.00	0.35	0.35	1.89

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Factores de evaluación, viviendas de concreto armado evaluadas- Parámetro 03.

CODIGO	Ax	Ay	A	B	v	N	h	Pm	M	Ps	At	Ac	Pc	W	a0	γ	q	C	C'	C/C'
V-03	3.74	10.38	3.74	10.38	7.50	2.00	3.05	1.80	1.00	0.35	98.73	0.00	0.000	189.59	0.04	0.36	1.14	0.28	0.35	0.79
V-04	14.68	17.34	14.68	17.34	18.00	4.00	2.83	1.80	3.00	0.35	133.95	147.35	0.010	793.31	0.11	0.85	1.57	0.46	0.35	1.32
V-06	7.41	12.52	7.41	12.52	18.00	3.00	2.50	1.80	2.00	0.35	146.50	161.15	0.010	373.22	0.05	0.59	0.96	0.48	0.35	1.37
V-07	11.44	10.62	10.62	11.44	18.00	3.00	3.10	1.80	2.00	0.30	147.85	101.84	0.010	458.92	0.07	0.93	1.13	0.53	0.35	1.50
V-11	4.72	7.73	4.72	7.73	18.00	2.00	2.85	1.80	1.00	0.30	101.93	112.12	0.025	161.16	0.05	0.61	0.93	0.62	0.35	1.78

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°03.

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	A
2	V-02	ADOBE	C
3	V-03	CONCRETO	B
4	V-04	CONCRETO	A
5	V-05	ALB.CONF.	C
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	D
9	V-09	ALB.CONF.	C
10	V-10	ADOBE	C
11	V-11	CONCRETO	A
12	V-12	ADOBE	B
13	V-13	ALB.CONF.	D
14	V-14	ADOBE	B
15	V-15	ADOBE	B
16	V-16	ADOBE	C
17	V-17	ADOBE	C
18	V-18	ADOBE	B
19	V-19	ADOBE	B
20	V-20	ADOBE	A
21	V-21	ADOBE	B
22	V-22	ADOBE	B
23	V-23	ADOBE	C
24	V-24	ALB.CONF.	B
25	V-25	ALB.CONF.	B
26	V-26	ALB.CONF.	D
27	V-27	ALB.CONF.	B
28	V-28	ALB.CONF.	C
29	V-29	ALB.CONF.	B
30	V-30	ALB.CONF.	C
31	V-31	ALB CONF.	C
32	V-32	ALB.CONF.	D
33	V-33	ADOBE	C

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°04:

En el parámetro N°04, correspondiente a la “Posición del edificio y cimentación”, se evaluó la influencia del terreno y de la cimentación, mediante la observación, clasificación del suelo y tipo del terreno (estable, relleno u otro). También se determinó si la transmisión de cargas hacia la cimentación fue la adecuada (presencia asentamiento u otro). Finalmente se consideró la presencia de humedad, sales, u otro.

Tabla 12. *Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°04.*

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	B
2	V-02	ADOBE	C
3	V-03	CONCRETO	C
4	V-04	CONCRETO	C
5	V-05	ALB.CONF.	C
6	V-06	CONCRETO	B
7	V-07	CONCRETO	B
8	V-08	ALB.CONF.	C
9	V-09	ALB.CONF.	B
10	V-10	ADOBE	B
11	V-11	CONCRETO	C
12	V-12	ADOBE	B
13	V-13	ALB.CONF.	C
14	V-14	ADOBE	D
15	V-15	ADOBE	B
16	V-16	ADOBE	D
17	V-17	ADOBE	B
18	V-18	ADOBE	A
19	V-19	ADOBE	D
20	V-20	ADOBE	C
21	V-21	ADOBE	C
22	V-22	ADOBE	B
23	V-23	ADOBE	D
24	V-24	ALB.CONF.	C
25	V-25	ALB.CONF.	B
26	V-26	ALB.CONF.	C
27	V-27	ALB.CONF.	B
28	V-28	ALB.CONF.	B
29	V-29	ALB.CONF.	C
30	V-30	ALB.CONF.	C
31	V-31	ALB CONF.	C
32	V-32	ALB.CONF.	B
33	V-33	ADOBE	A

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°05:

En el parámetro N°05, correspondiente a “Diafragmas horizontales”, se evaluó la calidad del diafragma, esto es, la calidad del sistema resistente de entrepiso (losa aligerada, otro). Se evaluó, además, si el diafragma se encuentra en mal estado o con deflexiones, y si existen aberturas o discontinuidades importantes.

Tabla 13. *Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°05.*

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	<i>C</i>
2	V-02	ADOBE	<i>B</i>
3	V-03	CONCRETO	<i>A</i>
4	V-04	CONCRETO	<i>C</i>
5	V-05	ALB.CONF.	<i>D</i>
6	V-06	CONCRETO	<i>A</i>
7	V-07	CONCRETO	<i>B</i>
8	V-08	ALB.CONF.	<i>C</i>
9	V-09	ALB.CONF.	<i>C</i>
10	V-10	ADOBE	<i>B</i>
11	V-11	CONCRETO	<i>C</i>
12	V-12	ADOBE	<i>C</i>
13	V-13	ALB.CONF.	<i>C</i>
14	V-14	ADOBE	<i>B</i>
15	V-15	ADOBE	<i>B</i>
16	V-16	ADOBE	<i>C</i>
17	V-17	ADOBE	<i>B</i>
18	V-18	ADOBE	<i>C</i>
19	V-19	ADOBE	<i>C</i>
20	V-20	ADOBE	<i>C</i>
21	V-21	ADOBE	<i>C</i>
22	V-22	ADOBE	<i>C</i>
23	V-23	ADOBE	<i>B</i>
24	V-24	ALB.CONF.	<i>C</i>
25	V-25	ALB.CONF.	<i>B</i>
26	V-26	ALB.CONF.	<i>C</i>
27	V-27	ALB.CONF.	<i>C</i>
28	V-28	ALB.CONF.	<i>B</i>
29	V-29	ALB.CONF.	<i>C</i>
30	V-30	ALB.CONF.	<i>C</i>
31	V-31	ALB CONF.	<i>B</i>
32	V-32	ALB.CONF.	<i>B</i>
33	V-33	ADOBE	<i>B</i>

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°06:

En el parámetro N°06, correspondiente a la “Configuración en planta”, se relacionó el comportamiento sísmico de las viviendas a partir de su configuración en planta.

Para la evaluación de este parámetro, se utilizó 02 metodologías. La primera de ellas en viviendas regulares, en la que se realizó el cálculo de los coeficientes $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$, en los que a, L y b corresponden a la dimensión menor, mayor y la dimensión excéntrica entre las dos anteriores, respectivamente.

La segunda de las metodologías es la propuesta por Mena (2002); en la que, mediante cálculos simplificados, y dependiendo de la configuración geométrica y las áreas parciales de la estructura en planta, se obtiene un valor de regularidad (IR). Este valor corresponde al mayor valor de regularidad encontrado para las direcciones X y Y.

Tabla 14. *Cálculo de coeficientes en viviendas regulares- Parámetro N°06.*

CODIGO	TIPOLO.	TIPO	Calif. 01: Relación Largo-Ancho Existente				
			a	b	L	β_1	β_2
V-02	ADOBE	REGULAR	6.50	-	13.50	0.48	-
V-10	ADOBE	REGULAR	8.10	-	9.50	0.85	-
V-12	ADOBE	REGULAR	6.78	-	11.94	0.57	-
V-14	ADOBE	REGULAR	6.40	1.40	10.00	0.64	0.14
V-15	ADOBE	REGULAR	3.95	2.00	6.90	0.57	0.29
V-16	ADOBE	REGULAR	9.55	2.40	12.50	0.76	0.19
V-17	ADOBE	REGULAR	5.32	-	6.66	0.80	-
V-18	ADOBE	REGULAR	4.1	2.15	8.87	0.46	0.24
V-19	ADOBE	REGULAR	3.51	1.45	8.20	0.43	0.2
V-20	ADOBE	REGULAR	4.45	-	9.50	0.47	-
V-21	ADOBE	REGULAR	4.3	-	4.95	0.87	-
V-23	ADOBE	REGULAR	6.15	-	12.70	0.48	-
V-08	ALBAÑ.	REGULAR	5.29	0.86	8.10	0.65	0.11
V-24	ALBAÑ.	REGULAR	5.60	-	7.55	0.74	-
V-25	ALBAÑ.	REGULAR	3.20	-	8.05	0.40	-
V-26	ALBAÑ.	REGULAR	8.30	-	9.55	0.87	-
V-27	ALBAÑ.	REGULAR	5.00	-	6.60	0.76	-
V-30	ALBAÑ.	REGULAR	4.05	2.43	10.15	0.40	0.24
V-31	ALBAÑ.	REGULAR	5.79	1.71	9.80	0.59	0.2
V-32	ALBAÑ.	REGULAR	8.93	-	14.47	0.62	-
V-03	C.ARMA.	REGULAR	5.10	-	19.30	0.26	-

V-04	C.ARMA.	REGULAR	9.92	-	13.50	0.73	-
V-06	C.ARMA.	REGULAR	9.80	-	14.55	0.67	-
V-07	C.ARMA.	REGULAR	1.8	4.54	14.05	0.13	0.32
V-11	C.ARMA.	REGULAR	7.44	-	13.57	0.55	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. *Cálculo de coeficientes en viviendas irregulares- Parámetro N°06.*

CODIGO	TIPOLO.	TIPO	Calif. 02: Metodología propuesta por Mena (2002)		
			IRx	IRy	IR
V-01	ADOBE	IRREGULAR	0.01	0.53	0.53
V-22	ADOBE	IRREGULAR	0.96	0.06	0.96
V-33	ADOBE	IRREGULAR	0.54	0.13	0.54
V-05	ALBAÑ.	IRREGULAR	0.02	0.08	0.08
V-09	ALBAÑ.	IRREGULAR	0.38	0.92	0.92
V-13	ALBAÑ.	IRREGULAR	0.08	0.02	0.08
V-28	ALBAÑ.	IRREGULAR	0.13	0.1	0.13
V-29	ALBAÑ.	IRREGULAR	0.02	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. *Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°06.*

CODIGO	TIPOLO.	TIPO	CALIF. FINAL
V-01	ADOBE	IRREGULAR	<i>C</i>
V-02	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-10	ADOBE	REGULAR	<i>A</i>
V-12	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-14	ADOBE	REGULAR	<i>B</i>
V-15	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-16	ADOBE	REGULAR	<i>B</i>
V-17	ADOBE	REGULAR	<i>A</i>
V-18	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-19	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-20	ADOBE	REGULAR	<i>C</i>
V-21	ADOBE	REGULAR	<i>A</i>
V-22	ADOBE	IRRREGULAR	<i>C</i>
V-23	ADOBE	REGULAR	<i>B</i>
V-33	ADOBE	IRREGULAR	<i>C</i>
V-05	ALBAÑ.	IRREGULAR	<i>A</i>
V-08	ALBAÑ.	REGULAR	<i>B</i>
V-09	ALBAÑ.	IRREGULAR	<i>C</i>
V-13	ALBAÑ.	IRREGULAR	<i>A</i>
V-24	ALBAÑ.	REGULAR	<i>B</i>

V-25	ALBAÑ.	REGULAR	C
V-26	ALBAÑ.	REGULAR	A
V-27	ALBAÑ.	REGULAR	B
V-28	ALBAÑ.	IRREGULAR	B
V-29	ALBAÑ.	IRREGULAR	A
V-30	ALBAÑ.	REGULAR	C
V-31	ALBAÑ.	REGULAR	C
V-32	ALBAÑ.	REGULAR	B
V-03	C.ARMA.	REGULAR	C
V-04	C.ARMA.	REGULAR	B
V-06	C.ARMA.	REGULAR	B
V-07	C.ARMA.	REGULAR	C
V-11	C.ARMA.	REGULAR	B

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°07:

En el parámetro N°07, correspondiente a la “Configuración en elevación”, se estimó la variabilidad de masas entre dos pisos sucesivos (relación de masas entre un nivel inferior y uno superior), mediante la relación $\pm\Delta A/A$.

Para las viviendas de concreto armado evaluadas, se determinó el coeficiente de variación resistente en altura (VR), esto es, la relación entre los valores de altura mínima (H-T) y máxima de la edificación (H). Asimismo, se evaluó la regularidad del sistema vertical en los pisos, y la existencia de fenómenos de piso blando, columna corta u otro.

Tabla 17. *Estimación de los factores de evaluación del Parámetro 07 para viviendas de adobe y albañilería confinada*

CODIGO	TIPOLOGIA ESTRUCTURAL	$\frac{\Delta A}{A}$	T/H
V-01	ADOBE	0%	1.00
V-02	ADOBE	0%	1.00
V-10	ADOBE	0%	0.79
V-12	ADOBE	0%	0.75
V-14	ADOBE	0%	1.00
V-15	ADOBE	0%	1.00
V-16	ADOBE	0%	0.90
V-17	ADOBE	0%	0.93
V-18	ADOBE	7%	1.00
V-19	ADOBE	0%	0.80
V-20	ADOBE	0%	0.83
V-21	ADOBE	0%	0.76

V-22	ADOBE	0%	0.91
V-23	ADOBE	0%	1.00
V-33	ADOBE	0%	1.00
V-05	ALB.CONF.	8%	0.75
V-08	ALB.CONF.	49%	0.36
V-09	ALB.CONF.	0%	1.00
V-13	ALB.CONF.	19%	0.55
V-24	ALB.CONF.	0%	0.75
V-25	ALB.CONF.	0%	1.00
V-26	ALB.CONF.	11%	0.70
V-27	ALB.CONF.	0%	1.00
V-28	ALB.CONF.	4%	1.00
V-29	ALB.CONF.	0%	1.00
V-30	ALB.CONF.	16%	0.64
V-31	ALB CONF.	6%	1.00
V-32	ALB.CONF.	10%	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Estimación de los factores de evaluación del Parámetro 07 para viviendas de concreto armado

CODIGO	TIPOLOGIA ESTRUCTURAL	RL	IRREGULARIDAD EN SISTEMA VERTICAL
V-03	CONCR.ARM.	1.00	NO
V-04	CONCR.ARM.	0.55	SI
V-06	CONCR.ARM.	0.77	NO
V-07	CONCR.ARM.	0.99	NO
V-11	CONCR.ARM.	1.00	NO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°07.

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	A
2	V-02	ADOBE	A
3	V-03	CONCRETO	A
4	V-04	CONCRETO	B
5	V-05	ALB.CONF.	A
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	C
9	V-09	ALB.CONF.	A
10	V-10	ADOBE	A
11	V-11	CONCRETO	A
12	V-12	ADOBE	A

13	V-13	ALB.CONF.	B
14	V-14	ADOBE	A
15	V-15	ADOBE	A
16	V-16	ADOBE	A
17	V-17	ADOBE	A
18	V-18	ADOBE	A
19	V-19	ADOBE	A
20	V-20	ADOBE	A
21	V-21	ADOBE	A
22	V-22	ADOBE	A
23	V-23	ADOBE	A
24	V-24	ALB.CONF.	A
25	V-25	ALB.CONF.	A
26	V-26	ALB.CONF.	B
27	V-27	ALB.CONF.	A
28	V-28	ALB.CONF.	A
29	V-29	ALB.CONF.	A
30	V-30	ALB.CONF.	B
31	V-31	ALB CONF.	A
32	V-32	ALB.CONF.	A
33	V-33	ADOBE	A

Fuente: Elaboración propia

4.1.8. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°08:

En el parámetro N°08, correspondiente a la “Distancia máxima entre muros”, se determinó el espaciamiento máximo existente entre muros ubicados transversalmente a los muros maestros. Luego, se encontró la relación existente entre esta distancia y el espesor del muro.

Para las viviendas con tipología estructural concreto armado evaluadas, se analizaron las principales conexiones entre sus elementos resistentes horizontales como verticales, esto es, las uniones losas-columnas y vigas-columnas de todos sus niveles. También se determinó el año de construcción de la vivienda.

Tabla 20. Estimación del valor L/s para la calificación del Parámetro 08 en viviendas de adobe y albañilería confinada.

CODIGO	TIPOLOGIA ESTRUC	L (m)	S (m)	L/S
V-01	ADOBE	3.20	0.25	12.80
V-02	ADOBE	4.10	0.45	9.11
V-10	ADOBE	3.60	0.40	9.00
V-12	ADOBE	3.35	0.50	6.70
V-14	ADOBE	8.40	0.40	21.00
V-15	ADOBE	2.30	0.50	4.60
V-16	ADOBE	10.50	0.40	26.25
V-17	ADOBE	3.40	0.45	7.56
V-18	ADOBE	4.20	0.50	8.40
V-19	ADOBE	3.30	0.55	6.00
V-20	ADOBE	8.10	0.45	18.00
V-21	ADOBE	2.30	0.40	5.75
V-22	ADOBE	4.50	0.40	11.25
V-23	ADOBE	4.35	0.50	8.70
V-33	ADOBE	2.96	0.45	6.58
V-05	ALB.CONF.	4.87	0.25	19.48
V-08	ALB.CONF.	3.70	0.13	28.46
V-09	ALB.CONF.	2.90	0.13	22.31
V-13	ALB.CONF.	4.08	0.13	31.38
V-24	ALB.CONF.	2.85	0.13	21.92
V-25	ALB.CONF.	3.50	0.25	14.00
V-26	ALB.CONF.	2.55	0.25	10.20
V-27	ALB.CONF.	3.10	0.25	12.40
V-28	ALB.CONF.	3.15	0.13	24.23
V-29	ALB.CONF.	3.12	0.25	12.48
V-30	ALB.CONF.	4.98	0.13	38.31
V-31	ALB.CONF.	3.35	0.25	13.40
V-32	ALB.CONF.	4.72	0.25	18.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Caracterización de las viviendas de tipología estructural concreto armado evaluadas- Parámetro 08.

CODIGO	TIPOLOGIA ESTRUC.	AÑO CONST.	ASESORÍA TECNICA	UNION VIGA- COLUMNA	UNION LOSA- COLUMNA	PERALTE VIGAS
V-03	CONCR.ARM.	2021	SI	EFICIENTE	EFICIENTE	0.25
V-04	CONCR.ARM.	2010	NO	DEFICIENTE	EFICIENTE	0.45
V-06	CONCR.ARM.	2011	SI	EFICIENTE	EFICIENTE	0.30
V-07	CONCR.ARM.	2011	SI	EFICIENTE	EFICIENTE	0.35
V-11	CONCR.ARM.	2010	SI	DEFICIENTE	DEFICIENTE	0.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Calificación de viviendas encuestadas respecto al Parámetro N°08.

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	D
2	V-02	ADOBE	D
3	V-03	CONCRETO	A
4	V-04	CONCRETO	B
5	V-05	ALB.CONF.	A
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	D
9	V-09	ALB.CONF.	C
10	V-10	ADOBE	D
11	V-11	CONCRETO	B
12	V-12	ADOBE	C
13	V-13	ALB.CONF.	D
14	V-14	ADOBE	D
15	V-15	ADOBE	B
16	V-16	ADOBE	D
17	V-17	ADOBE	D
18	V-18	ADOBE	D
19	V-19	ADOBE	C
20	V-20	ADOBE	D
21	V-21	ADOBE	C
22	V-22	ADOBE	D
23	V-23	ADOBE	D
24	V-24	ALB.CONF.	C
25	V-25	ALB.CONF.	A
26	V-26	ALB.CONF.	A
27	V-27	ALB.CONF.	A
28	V-28	ALB.CONF.	D
29	V-29	ALB.CONF.	A
30	V-30	ALB.CONF.	D
31	V-31	ALB.CONF.	A
32	V-32	ALB.CONF.	C
33	V-33	ADOBE	D

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°09:

En el parámetro N°09, correspondiente al “Tipo de cubierta”, se determinó la calidad de la cubierta. Se identificaron factores como el tipo de cubierta, el área techada y el peso de la misma, estado de cubierta y conexión cubierta-muro adecuada.

Tabla 23. Calificación de viviendas encuestadas respecto al Parámetro N°09.

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	D
2	V-02	ADOBE	A
3	V-03	CONCRETO	-
4	V-04	CONCRETO	C
5	V-05	ALB.CONF.	D
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	B
8	V-08	ALB.CONF.	D
9	V-09	ALB.CONF.	C
10	V-10	ADOBE	A
11	V-11	CONCRETO	C
12	V-12	ADOBE	D
13	V-13	ALB.CONF.	C
14	V-14	ADOBE	B
15	V-15	ADOBE	B
16	V-16	ADOBE	C
17	V-17	ADOBE	A
18	V-18	ADOBE	C
19	V-19	ADOBE	A
20	V-20	ADOBE	D
21	V-21	ADOBE	C
22	V-22	ADOBE	C
23	V-23	ADOBE	C
24	V-24	ALB.CONF.	C
25	V-25	ALB.CONF.	B
26	V-26	ALB.CONF.	C
27	V-27	ALB.CONF.	B
28	V-28	ALB.CONF.	C
29	V-29	ALB.CONF.	B
30	V-30	ALB.CONF.	C
31	V-31	ALB CONF.	B
32	V-32	ALB.CONF.	C
33	V-33	ADOBE	A

Fuente: Elaboración propia

4.1.10. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°10:

En el parámetro N°10, correspondiente a los “Elementos no estructurales”, se determinó la presencia de algunos elementos no estructurales y su probable efecto ante algún evento sísmico (rotura, desplome, u otro).

Dentro de los elementos evaluados se encuentran los tanques elevados u otro que genere relativo peso a la edificación; así mismo, la existencia de parapetos, cornisas, balcones; y su tipo de vinculación con la vivienda. También se evaluó la calidad de los servicios como agua, luz o desagüe.

Tabla 24. *Calificación de viviendas evaluadas respecto al Parámetro N°10.*

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	A
2	V-02	ADOBE	A
3	V-03	CONCRETO	B
4	V-04	CONCRETO	B
5	V-05	ALB.CONF.	B
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	C
9	V-09	ALB.CONF.	C
10	V-10	ADOBE	A
11	V-11	CONCRETO	A
12	V-12	ADOBE	A
13	V-13	ALB.CONF.	C
14	V-14	ADOBE	A
15	V-15	ADOBE	A
16	V-16	ADOBE	B
17	V-17	ADOBE	B
18	V-18	ADOBE	B
19	V-19	ADOBE	B
20	V-20	ADOBE	D
21	V-21	ADOBE	A
22	V-22	ADOBE	B
23	V-23	ADOBE	D
24	V-24	ALB.CONF.	C
25	V-25	ALB.CONF.	A
26	V-26	ALB.CONF.	D
27	V-27	ALB.CONF.	A
28	V-28	ALB.CONF.	B
29	V-29	ALB.CONF.	A
30	V-30	ALB.CONF.	D
31	V-31	ALB CONF.	B
32	V-32	ALB.CONF.	C
33	V-33	ADOBE	B

Fuente: Elaboración propia

4.1.11. CALIFICACIÓN PARÁMETRO N°11:

En el parámetro N°11, correspondiente al “Estado de conservación”, se evaluó el estado de conservación actual de la estructura. En este parámetro se evaluaron aspectos como el estado de conservación de los elementos estructurales (losas, muros portantes, muros divisorios no portantes, vigas, otros) y el análisis y dimensionamiento de fallas (fisuras en muros).

Tabla 25. Calificación de viviendas encuestadas respecto al Parámetro N°11

VIVIENDA	CODIGO	TIPOLOGÍA	CALIFICACIÓN
1	V-01	ADOBE	C
2	V-02	ADOBE	B
3	V-03	CONCRETO	A
4	V-04	CONCRETO	B
5	V-05	ALB.CONF.	B
6	V-06	CONCRETO	A
7	V-07	CONCRETO	A
8	V-08	ALB.CONF.	D
9	V-09	ALB.CONF.	C
10	V-10	ADOBE	C
11	V-11	CONCRETO	B
12	V-12	ADOBE	C
13	V-13	ALB.CONF.	C
14	V-14	ADOBE	C
15	V-15	ADOBE	D
16	V-16	ADOBE	C
17	V-17	ADOBE	A
18	V-18	ADOBE	C
19	V-19	ADOBE	C
20	V-20	ADOBE	D
21	V-21	ADOBE	D
22	V-22	ADOBE	B
23	V-23	ADOBE	C
24	V-24	ALB.CONF.	B
25	V-25	ALB.CONF.	A
26	V-26	ALB.CONF.	C
27	V-27	ALB.CONF.	B
28	V-28	ALB.CONF.	B
29	V-29	ALB.CONF.	B
30	V-30	ALB.CONF.	D
31	V-31	ALB CONF.	B
32	V-32	ALB.CONF.	B
33	V-33	ADOBE	A

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la tabla 26, se presenta el resumen de las calificaciones resultantes de cada una de las viviendas, para los 11 parámetros propuestos por la metodología de Benedetti y Petrini.

Tabla 26. *Resumen de calificación en viviendas analizadas*

CODIGO	TIPOLO.	PARAMETROS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V-01	ADOBE	D	D	A	B	C	C	A	D	D	A	C
V-02	ADOBE	C	A	C	C	B	C	A	D	A	A	B
V-03	CONCRETO	A	A	B	C	A	A	A	A	-	B	A
V-04	CONCRETO	C	C	A	C	C	C	B	B	C	B	B
V-05	ALB.CONF.	C	B	C	C	D	B	A	A	D	B	B
V-06	CONCRETO	A	A	A	B	A	C	A	A	A	A	A
V-07	CONCRETO	A	A	A	B	B	B	A	A	B	A	A
V-08	ALB.CONF.	B	C	D	C	C	A	C	D	D	C	D
V-09	ALB.CONF.	B	D	C	B	C	C	A	C	C	C	C
V-10	ADOBE	D	A	C	B	B	C	A	D	A	A	C
V-11	CONCRETO	A	C	A	C	C	C	A	B	C	A	B
V-12	ADOBE	B	C	B	B	C	A	A	C	D	A	C
V-13	ALB.CONF.	C	C	D	C	C	C	B	D	C	C	C
V-14	ADOBE	D	A	B	D	B	B	A	D	B	A	C
V-15	ADOBE	A	A	B	B	B	C	A	B	B	A	D
V-16	ADOBE	D	C	C	D	C	A	A	D	C	B	C
V-17	ADOBE	A	B	C	B	B	B	A	D	A	B	A
V-18	ADOBE	A	B	B	A	C	C	A	D	C	B	C
V-19	ADOBE	B	D	B	D	C	A	A	C	A	B	C
V-20	ADOBE	B	D	A	C	C	B	A	D	D	D	D
V-21	ADOBE	C	D	B	C	C	C	A	C	C	A	D
V-22	ADOBE	A	A	B	B	C	A	A	D	C	B	B
V-23	ADOBE	D	A	C	D	B	B	A	D	C	D	C
V-24	ALB.CONF.	D	D	B	C	C	B	A	C	C	C	B
V-25	ALB.CONF.	B	C	B	B	B	A	A	A	B	A	A
V-26	ALB.CONF.	B	C	D	C	C	C	B	A	C	D	C
V-27	ALB.CONF.	C	C	B	B	C	C	A	A	B	A	B
V-28	ALB.CONF.	A	C	C	B	B	B	A	D	C	B	B
V-29	ALB.CONF.	C	C	B	C	C	C	A	A	B	A	B
V-30	ALB.CONF.	C	D	C	C	C	B	B	D	C	D	D
V-31	ALB CONF.	B	C	C	C	B	B	A	A	B	B	B
V-32	ALB.CONF.	A	C	D	B	B	C	A	C	C	C	B
V-33	ADOBE	A	C	C	A	B	B	A	D	A	B	A

Fuente: *Elaboración propia*

4.2. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE VULNERABILIDAD:

4.2.1. ASIGNACIÓN DE COEFICIENTES Ki:

La metodología propone la asignación de coeficientes (ki), en relación directa con la calificación obtenida de cada parámetro y, según la tipología estructural analizada. En la tabla 27 se presenta la atribución de los factores ki a cada una de las viviendas.

Tabla 27. *Asignación de valores Ki en viviendas evaluadas*

CODIGO	TIPOLO.	PARAMETROS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V-01	ADOBE	45	45	0	5	15	25	0	45	45	0	25
V-02	ADOBE	20	0	25	25	5	25	0	45	0	0	5
V-03	CONCRETO	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
V-04	CONCRETO	2	2	-1	2	2	2	1	1	2	1	1
V-05	ALB.CONF.	20	5	25	25	45	5	0	0	45	0	5
V-06	CONCRETO	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
V-07	CONCRETO	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
V-08	ALB.CONF.	5	25	45	25	15	0	25	45	45	25	45
V-09	ALB.CONF.	5	45	25	5	15	25	0	25	25	25	25
V-10	ADOBE	45	0	25	5	5	25	0	45	0	0	25
V-11	CONCRETO	0	2	-1	2	2	2	0	1	2	0	1
V-12	ADOBE	5	25	5	5	15	0	0	25	45	0	25
V-13	ALB.CONF.	20	25	45	25	15	25	5	45	25	25	25
V-14	ADOBE	45	0	5	45	5	5	0	45	15	0	25
V-15	ADOBE	0	0	5	5	5	25	0	5	15	0	45
V-16	ADOBE	45	25	25	45	15	0	0	45	25	0	25
V-17	ADOBE	0	5	25	5	5	5	0	45	0	0	0
V-18	ADOBE	0	5	5	0	15	25	0	45	25	0	25
V-19	ADOBE	5	45	5	45	15	0	0	25	0	0	25
V-20	ADOBE	5	45	0	25	15	5	0	45	45	45	45
V-21	ADOBE	20	45	5	25	15	25	0	25	25	0	45
V-22	ADOBE	0	0	5	5	15	0	0	45	25	0	5
V-23	ADOBE	45	0	25	45	5	5	0	45	25	45	25
V-24	ALB.CONF.	45	45	5	25	15	5	0	25	25	25	5
V-25	ALB.CONF.	5	25	5	5	5	0	0	0	15	0	0
V-26	ALB.CONF.	5	25	45	25	15	25	5	0	25	45	25
V-27	ALB.CONF.	20	25	5	5	15	25	0	0	15	0	5
V-28	ALB.CONF.	0	25	25	5	5	5	0	45	25	0	5
V-29	ALB.CONF.	20	25	5	25	15	25	0	0	15	0	5
V-30	ALB.CONF.	20	45	25	25	15	5	5	45	25	45	45
V-31	ALB.CONF.	5	25	25	25	5	5	0	0	15	0	5
V-32	ALB.CONF.	0	25	45	5	5	25	0	25	25	25	5
V-33	ADOBE	0	25	25	0	5	5	0	45	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. CALCULO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD:

Se determina el índice de vulnerabilidad, realizando la sumatoria de cada factor k_i , multiplicado por los factores de peso (w_i); los mismos que varían según el parámetro y la tipología estructural correspondiente.

Tabla 28. Determinación del índice de vulnerabilidad en las viviendas evaluadas (33)

COD.	TIPOLO.	PARAMETROS											IV
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
V-01	ADOBE	45.0	11	0	3.8	15.0	12.5	0.0	11.3	45.0	0.0	25.0	168.8
V-02	ADOBE	20.0	0	37.5	18.8	5.0	12.5	0.0	11.3	0.0	0.0	5.0	110.0
V-03	CONCRETO	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0
V-04	CONCRETO	8.0	2.0	-1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	22.00
V-05	ALB.CONF.	20.0	1.3	37.5	18.8	45.0	2.5	0.0	0.0	45.0	0.0	5.0	175.0
V-06	CONCRETO	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.00
V-07	CONCRETO	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	4.00
V-08	ALB.CONF.	5.0	6.3	67.5	18.8	15.0	0.0	25.0	11.3	45.0	6.3	45.0	245.0
V-09	ALB.CONF.	5.0	11	37.5	3.8	15.0	12.5	0.0	6.3	25.0	6.3	25.0	147.5
V-10	ADOBE	45.0	0	37.5	3.8	5.0	12.5	0.0	11.3	0.0	0.0	25.0	140.0
V-11	CONCRETO	0.0	2.0	-1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	11.0
V-12	ADOBE	5.0	6.3	7.5	3.8	15.0	0.0	0.0	6.3	45.0	0.0	25.0	113.8
V-13	ALB.CONF.	20.0	6.3	67.5	18.8	15.0	12.5	5.0	11.3	25.0	6.3	25.0	212.5
V-14	ADOBE	45.0	0	7.5	33.8	5.0	2.5	0.0	11.3	15.0	0.0	25.0	145.0
V-15	ADOBE	0.0	0	7.5	3.8	5.0	12.5	0.0	1.3	15.0	0.0	45.0	90.0
V-16	ADOBE	45.0	6.3	37.5	33.8	15.0	0.0	0.0	11.3	25.0	0.0	25.0	198.8
V-17	ADOBE	0.0	1.3	37.5	3.8	5.0	2.5	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	61.3
V-18	ADOBE	0.0	1.3	7.5	0.0	15.0	12.5	0.0	11.3	25.0	0.0	25.0	97.5
V-19	ADOBE	5.0	11	7.5	33.8	15.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	25.0	103.8
V-20	ADOBE	5.0	11	0	18.8	15.0	2.5	0.0	11.3	45.0	11.3	45.0	165.0
V-21	ADOBE	20.0	11	7.5	18.8	15.0	12.5	0.0	6.3	25.0	0.0	45.0	161.3
V-22	ADOBE	0.0	0	7.5	3.8	15.0	0.0	0.0	11.3	25.0	0.0	5.0	67.5
V-23	ADOBE	45.0	0	37.5	33.8	5.0	2.5	0.0	11.3	25.0	11.3	25.0	196.3
V-24	ALB.CONF.	45.0	11	7.5	18.8	15.0	2.5	0.0	6.3	25.0	6.3	5.0	142.5
V-25	ALB.CONF.	5.0	6.3	7.5	3.8	5.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	42.5
V-26	ALB.CONF.	5.0	6.3	67.5	18.8	15.0	12.5	5.0	0.0	25.0	11.3	25.0	191.3
V-27	ALB.CONF.	20.0	6.3	7.5	3.8	15.0	12.5	0.0	0.0	15.0	0.0	5.0	85.0
V-28	ALB.CONF.	0.0	6.3	37.5	3.8	5.0	2.5	0.0	11.3	25.0	0.0	5.0	96.3
V-29	ALB.CONF.	20.0	6.3	7.5	18.8	15.0	12.5	0.0	0.0	15.0	0.0	5.0	100.0
V-30	ALB.CONF.	20.0	11	37.5	18.8	15.0	2.5	5.0	11.3	25.0	11.3	45.0	202.5
V-31	ALB CONF.	5.0	6.3	37.5	18.8	5.0	2.5	0.0	0.0	15.0	0.0	5.0	95.0
V-32	ALB.CONF.	0.0	6.3	67.5	3.8	5.0	12.5	0.0	6.3	25.0	6.3	5.0	137.5
V-33	ADOBE	0.0	6.3	37.5	0.0	5.0	2.5	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	62.5

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. CALCULO DEL INDICE DE VULNERA. NORMALIZADO:

Finalmente, se determina el índice de vulnerabilidad normalizado, y se realiza la clasificación de las viviendas evaluadas (Alta, Media, Baja).

Tabla 29. Determinación del índice de vulnerabilidad normalizado en las viviendas evaluadas

(33)

CODIGO	TIPOLO.	IV	IVN	VULNERABILIDAD
V-01	ADOBE	168.8	44.12	Alta
V-02	ADOBE	110.0	28.76	Media
V-03	CONCRETO	3.0	3.19	Baja
V-04	CONCRETO	22.0	23.37	Media
V-05	ALB.CONF.	175.0	45.75	Alta
V-06	CONCRETO	3.0	3.19	Baja
V-07	CONCRETO	4.0	4.25	Baja
V-08	ALB.CONF.	245.0	64.05	Alta
V-09	ALB.CONF.	147.5	38.56	Media
V-10	ADOBE	140.0	36.60	Media
V-11	CONCRETO	11.0	11.69	Baja
V-12	ADOBE	113.8	29.74	Media
V-13	ALB.CONF.	212.5	55.56	Alta
V-14	ADOBE	145.0	37.91	Media
V-15	ADOBE	90.0	23.53	Media
V-16	ADOBE	198.8	51.96	Alta
V-17	ADOBE	61.3	16.01	Baja
V-18	ADOBE	97.5	25.49	Media
V-19	ADOBE	103.8	27.12	Media
V-20	ADOBE	165.0	43.14	Alta
V-21	ADOBE	161.3	42.16	Alta
V-22	ADOBE	67.5	17.65	Baja
V-23	ADOBE	196.3	51.31	Alta
V-24	ALB.CONF.	142.5	37.25	Media
V-25	ALB.CONF.	42.5	11.11	Baja
V-26	ALB.CONF.	191.3	50.00	Alta
V-27	ALB.CONF.	85.0	22.22	Media
V-28	ALB.CONF.	96.3	25.16	Media
V-29	ALB.CONF.	100.0	26.14	Media
V-30	ALB.CONF.	202.5	52.94	Alta
V-31	ALB.CONF.	95.0	24.84	Media
V-32	ALB.CONF.	137.5	35.95	Media
V-33	ADOBE	62.5	16.34	Baja

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS

A continuación, se presenta el análisis de los resultados de cada uno de los 11 parámetros, en las 33 viviendas analizadas en el Barrio Lucmacucho de la ciudad de Cajamarca.

5.1.1. PARÁMETRO N°01:

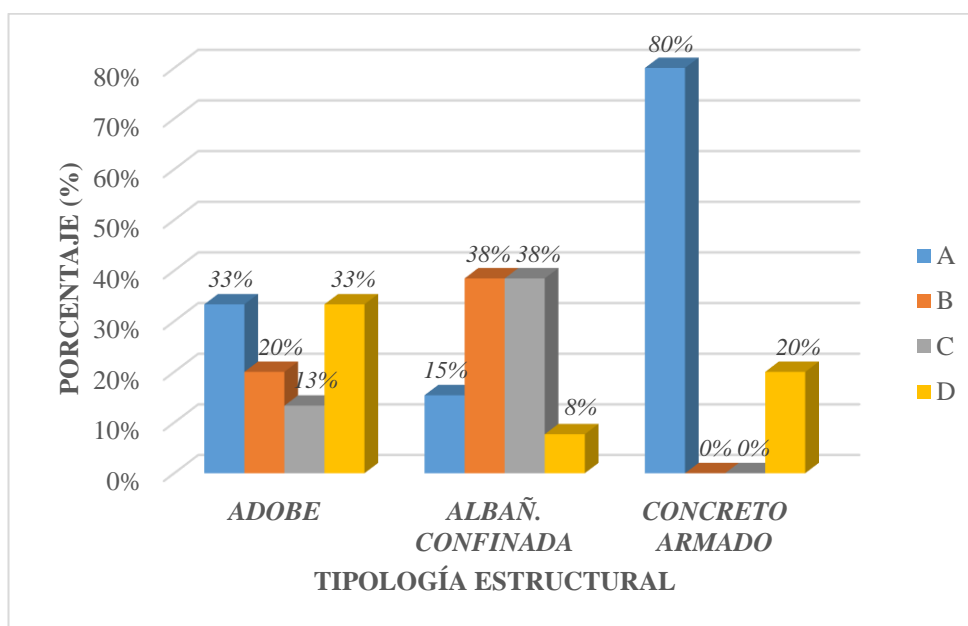
Para las viviendas de abobe evaluadas, se observó en la mayoría, la existencia de muros de arriostre en sus 4 lados, de igual forma, una buena distribución de vanos. Finalmente, se identificó en el sector la existencia de viviendas de tapial, o una combinación entre ambas (adobe y tapial), las mismas que obtuvieron una calificación D. Para las viviendas de adobe, se determinó una calificación mayoritaria de clase A y D; representando un 33% respectivamente, del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).

En las viviendas de albañilería confinada, se observó en la mayoría, una transferencia inadecuada de cargas, así como la inexistencia de vigas de amarre en todas las plantas, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase B y C, las mismas que representan un 38% respectivamente, del total de viviendas con este sistema estructural analizadas (13).

Para las viviendas de concreto armado, se determinó que fueron edificadas a partir del año 1997, en las cuales existió asesoría técnica durante su ejecución; por lo cual se obtuvo una calificación del tipo A, la misma que representó un 80% del total de viviendas con esta tipología estructural analizadas (05).

En el gráfico 1, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada, concreto armado), y su calificación.

Gráfico 1. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 01.



Fuente: Elaboración propia

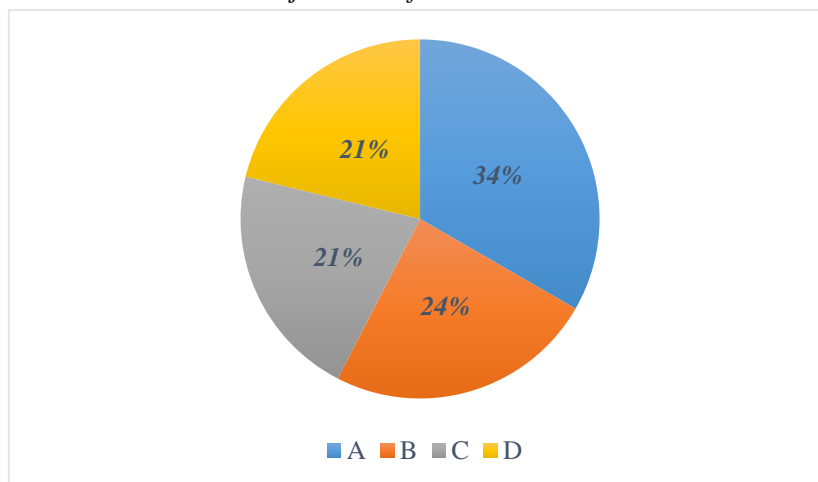
En la tabla 30 y gráfico 2, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “A” (33%).

Tabla 30. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 01.

CLASE	TOTALES	%
A	11	33%
B	8	24%
C	7	21%
D	7	21%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 01.



Fuente: Elaboración propia

5.1.2. PARÁMETRO N°02:

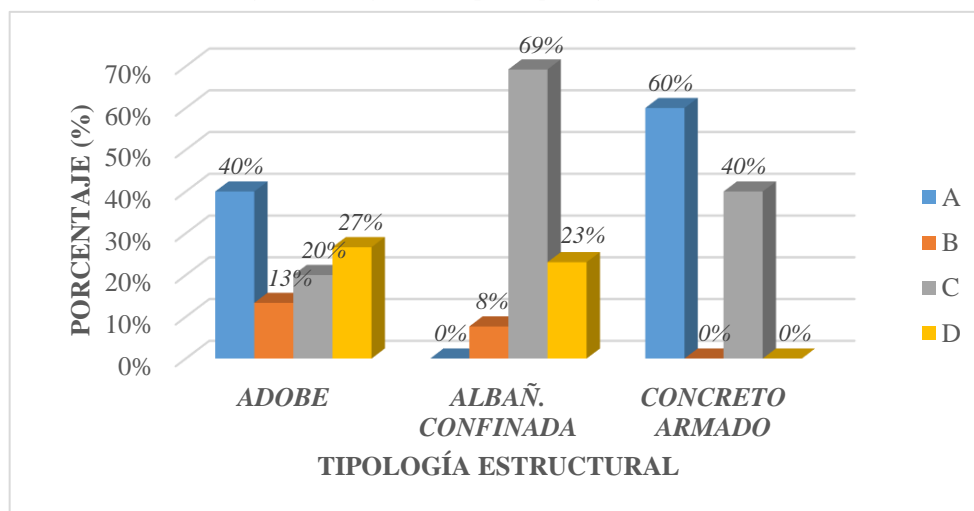
Para las viviendas de abobe evaluadas, se observó que la mayoría presentaba un sistema resistente adecuado, con unidades de adobe de buena calidad y con hiladas intercaladas; además se comprobó la verticalidad de los elementos, con espesor continuo de las juntas de barro. Se obtuvo entonces, una calificación mayoritaria de clase A, representando un 40%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se observó en gran parte de estas, una mampostería de ladrillo de calidad regular, sin verticalidad ni homogeneidad en sus unidades, con espesores de juntas inadecuadas (mayores a 3.0 cm); obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C, la misma que representó el 69% del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Para las viviendas de concreto armado, se determinó en casi todas, una construcción a partir del año 1997, además, presentaron un proceso constructivo adecuado en la que se contó con asesoría técnica. Finalmente, se obtuvo una calificación mayoritaria de la clase A, la cual representó el 60% del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 3, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada, concreto armado), y su calificación.

Gráfico 3. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 02.



Fuente: Elaboración propia

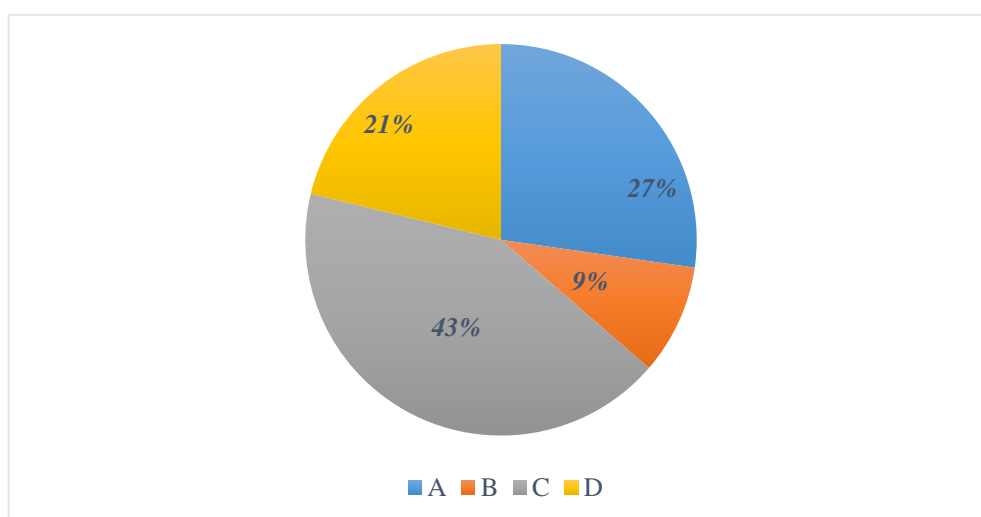
En la tabla 31 y gráfico 4, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “C” (43%).

Tabla 31. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 02.

CLASE	TOTALES	%
A	9	27%
B	3	9%
C	14	42%
D	7	21%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 02.



Fuente: Elaboración propia

5.1.3. PARÁMETRO N°03:

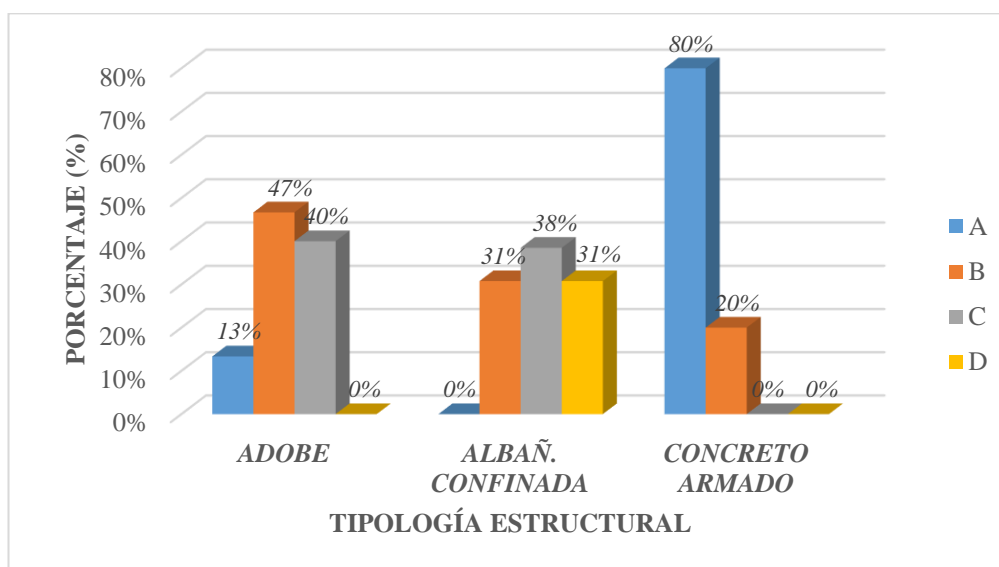
Para las viviendas de abobe evaluadas, se determinó un valor de DD mayor o igual a 0.50 y menor a 1.00; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase B; la misma que representó el 47% del total de viviendas con esta tipología estructural analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se determinó un valor de DD mayor o igual a 1.00 y menor a 1.50; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase B; la misma que representó el 38% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas (13).

Para las viviendas de concreto armado, se calculó un valor αh mayor o igual a 1.20; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A; la misma que representó el 80% del total de viviendas con esta tipología estructural analizadas (05).

En el gráfico 5, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 5. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 03.



Fuente: Elaboración propia

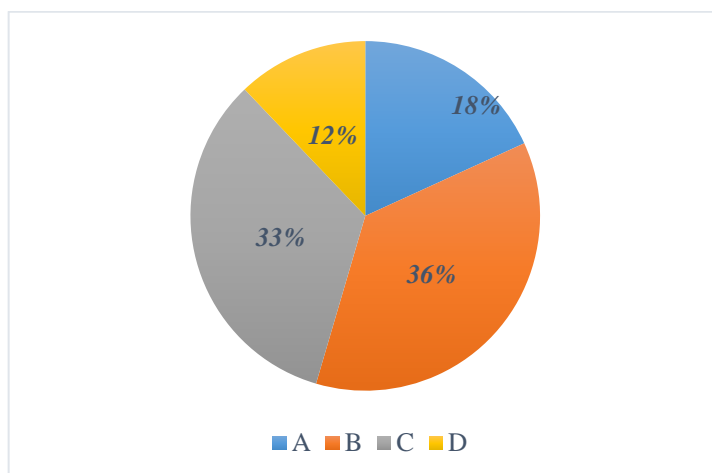
En la tabla 32 y gráfico 6, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “B” (36%).

Tabla 32. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 03.

CLASE	TOTALES	%
A	6	18%
B	12	36%
C	11	33%
D	4	12%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 03.



Fuente: Elaboración propia

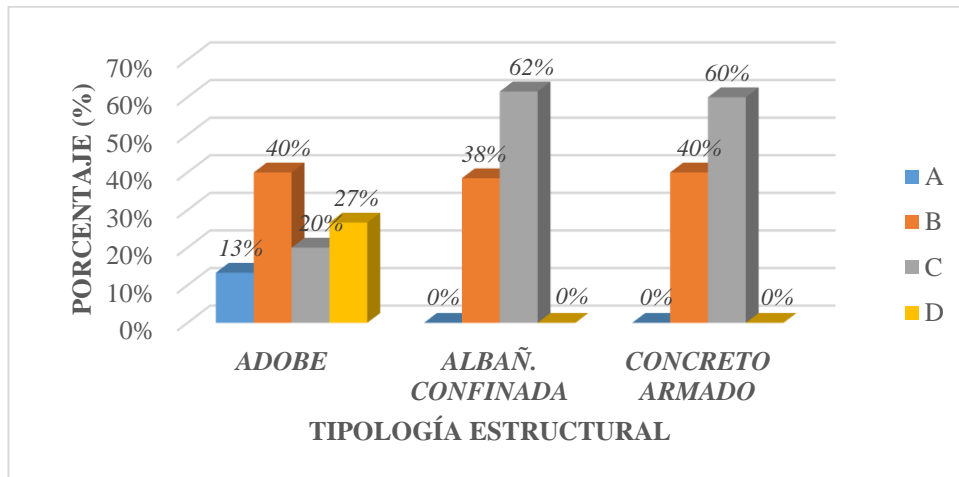
5.1.4. PARÁMETRO N°04:

Para las viviendas de abobe valoradas, se observó en gran parte de ellas, una correcta transmisión de cargas hacia los cimientos, sin embargo, se determinó la presencia de sales y humedad en sus paredes; por lo cual se obtuvo una calificación mayoritaria de la clase B, la misma que representó el 40%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se determinó en la mayoría, una cimentación sobre terreno suelto, con pendientes variables entre 20 y 30%, asimismo, se reconoció la presencia de humedad y sales en las paredes de la mampostería, y se concluyó que estas no contaban con planos de cimentación y fueron ejecutadas sin asesoría técnica. Por todo ello, se obtuvo una calificación mayoritaria de clase C, la misma que representó el 62% del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Para las viviendas de concreto armado, se determinó en la mayor parte de estas, una cimentación en desnivel, en la cual la transmisión de cargas no fue la adecuada (existencia de fisuras por asentamiento diferencial), y presencia de humedad y sales en las unidades de ladrillo. Finalmente, se obtuvo una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 60% del total de viviendas con esta tipología analizadas (05). En el gráfico 7 se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 7. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 04.



Fuente: Elaboración propia

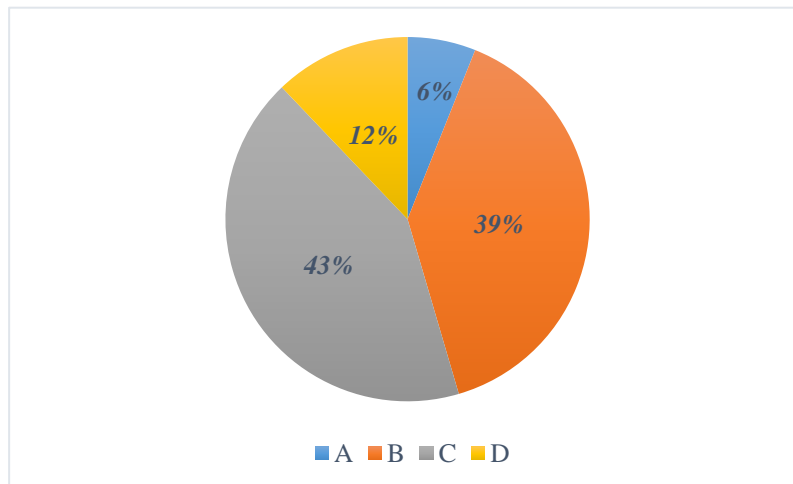
En la tabla 33 y gráfico 8, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “C” (43%).

Tabla 33. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 04.

CLASE	TOTALES	%
A	2	6%
B	13	39%
C	14	42%
D	4	12%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 04.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.5. PARÁMETRO N°05:

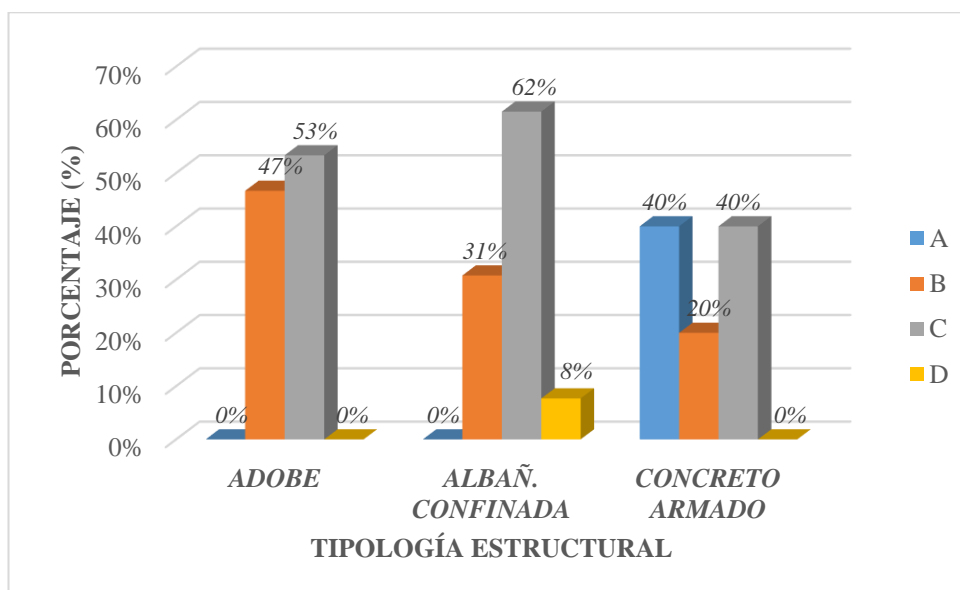
Para las viviendas de abobe evaluadas, se observó en la mayor parte de estas, la presencia de techos con vigas de madera no resistente, y cañas en mal estado (deflectados), obteniéndose una calificación mayoritaria de la clase B, la misma que representó el 40%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se observaron estructuras con deflexiones en la losa aligerada resistente, así como una mala conexión entre diafragma y muro portante, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C; la misma que representó el 62% del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Finalmente, para las viviendas de concreto armado evaluadas, se obtuvo una calificación mayoritaria de clase A y C; las cuales representaron el 40% del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 9, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su respectiva calificación.

Gráfico 9. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 05.



Fuente: Elaboración propia

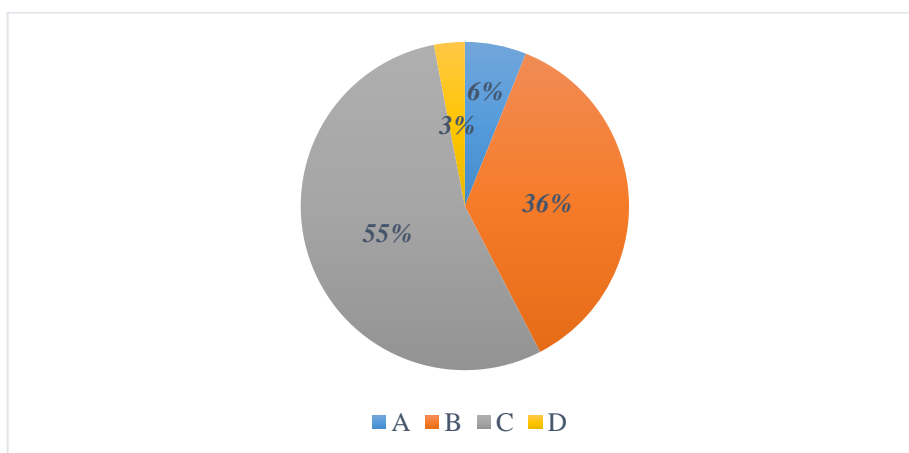
En la tabla 34 y gráfico 10, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “C” (55%).

Tabla 34. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 05.

CLASE	TOTALES	%
A	2	6%
B	12	36%
C	18	55%
D	1	3%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 05.



Fuente: Elaboración propia

5.1.6. PARÁMETRO N°06:

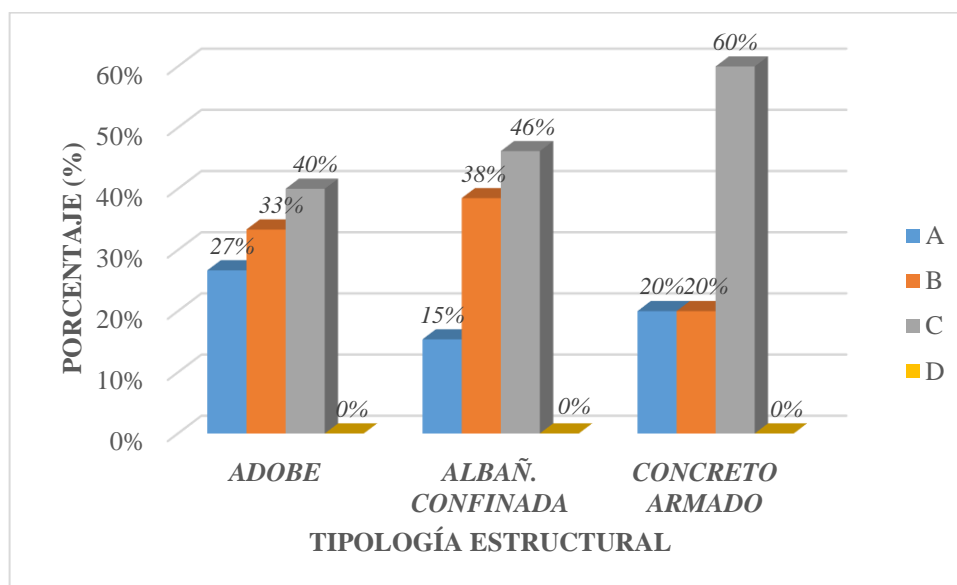
Para las viviendas de abobe, se determinó en la mayoría, un valor de IR mayor a 0.50 pero menor o igual a 1.00 (viviendas irregulares), de igual manera, un valor de $\beta 1$ mayor o igual a 0.4 y un valor de $\beta 2$ mayor a 0.2 y menor o igual a 0.3 (viviendas regulares); obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 40%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se obtuvieron valores de regularidad semejantes a las viviendas de adobe, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 46%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Por último, para las viviendas de concreto armado, se determinaron valores de IR mayores a 0.75 (viviendas irregulares), así como valores de β_1 mayores a 0.5 y de β_2 menores a 0.2 (viviendas regulares); obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 60%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 11, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 11. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 06



Fuente: Elaboración propia

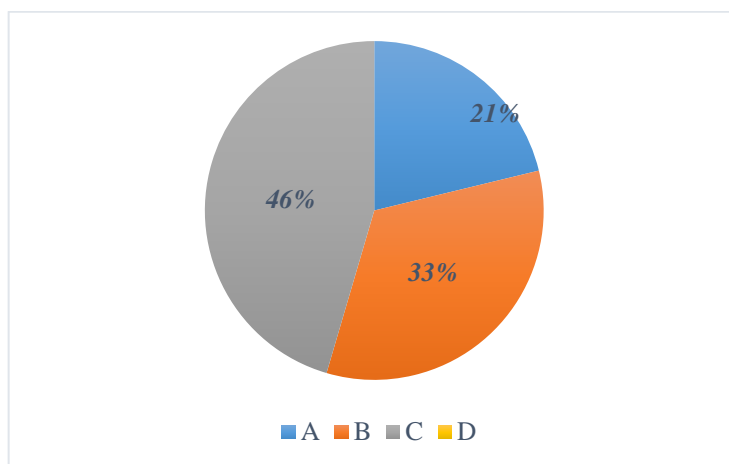
En la tabla 35 y gráfico 12, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “C” (45%).

Tabla 35. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 06.

CLASE	TOTALES	%
A	7	21%
B	11	33%
C	15	45%
D	0	0%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 06.



Fuente: Elaboración propia

5.1.7. PARÁMETRO N°07:

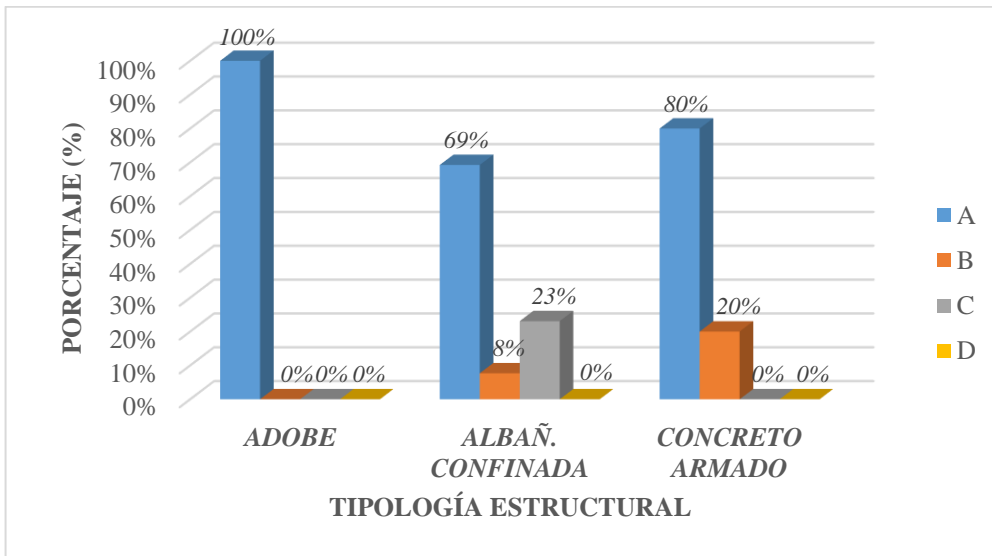
Para las viviendas de abobe evaluadas, se determinó en gran parte de estas, una relación de masas entre dos pisos sucesivos menor o igual a 10%, y una relación entre el cuerpo principal de la estructura y la parte restante, mayor a 0.75; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 100% del total de viviendas con esta tipología estructural analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se obtuvieron valores de relación de masa entre dos pisos sucesivos, semejantes a las viviendas de adobe; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 69% del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Finalmente, para las viviendas de concreto armado, se obtuvieron valores de altura promedio de la edificación RL mayores a 0.66; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 80% del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 13, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 13. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 07



Fuente: Elaboración propia

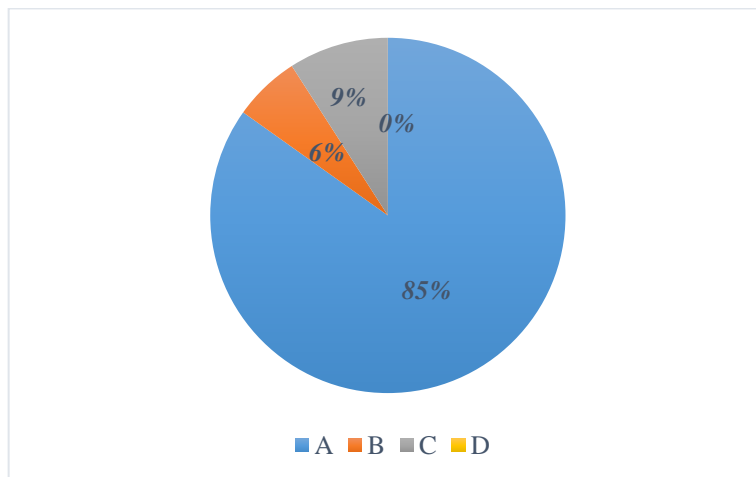
En la tabla 36 y gráfico 14, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “A” (85%).

Tabla 36. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 07.

CLASE	TOTALES	%
A	28	85%
B	2	6%
C	3	9%
D	0	0%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 07.



Fuente: Elaboración propia

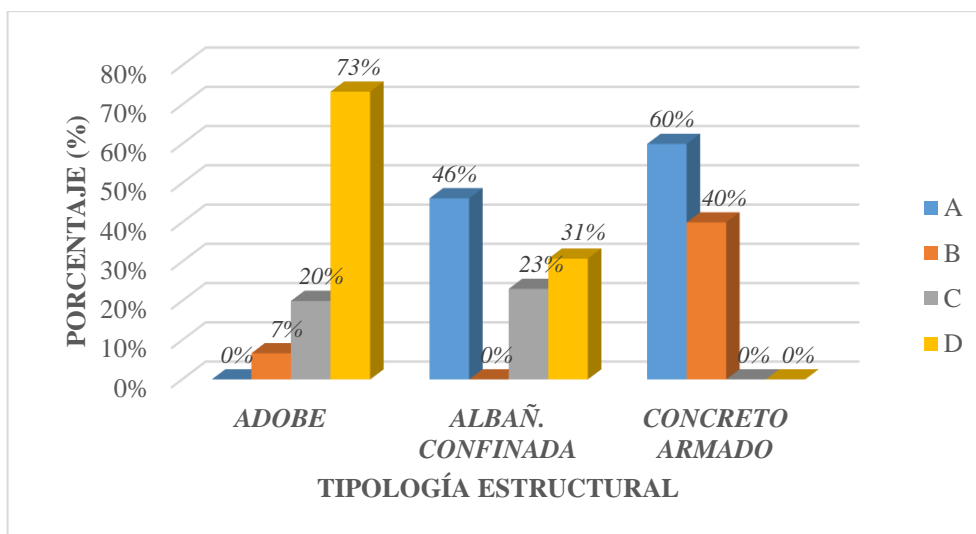
5.1.8. PARÁMETRO N°08:

Para las viviendas de adobe valoradas, se determinó en gran parte de estas, una relación de L/s mayor o igual a 7.80; siendo “L” el valor de espaciamiento máximo entre muros transversales a los principales y “s” el espesor del muro maestro. Para esta tipología estructural analizada, se obtuvo una calificación mayoritaria de la clase D, la cual representó el 73% del total de viviendas de adobe analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada, se determinó una relación de L/s menor o igual a 7.15, por lo cual se obtuvo una calificación mayoritaria de la clase A, la cual representó el 46% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas (13). Por último, para las viviendas con tipología estructural concreto armado (05), se identificaron características como conexiones entre elementos estructurales horizontales y verticales (vigas-columnas/ losas-vigas), de igual forma, se comprobaron las dimensiones de peraltes de vigas con respecto a las luces existentes. Finalmente, se obtuvo una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 60% del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 15, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 15. *Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 08*



Fuente: Elaboración propia

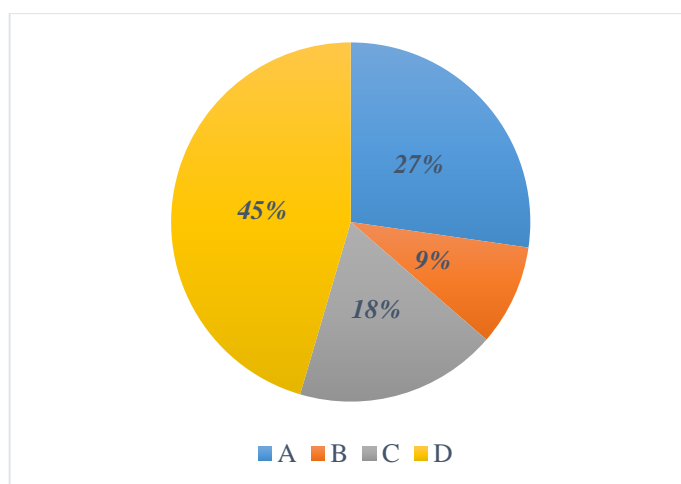
En la tabla 37 y gráfico 16, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “D” (45%).

Tabla 37. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 08.

CLASE	TOTALES	%
A	9	27%
B	3	9%
C	6	18%
D	15	45%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 08.



Fuente: Elaboración propia

5.1.9. PARÁMETRO N°09:

En las viviendas de adobe, se observó en la mayoría, la existencia de cubiertas de material liviano, inestables, con pendientes elevadas y en condiciones inadecuadas, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A y C, las mismas que representaron un 33% respectivamente, del total de viviendas con este sistema estructural analizadas (15).

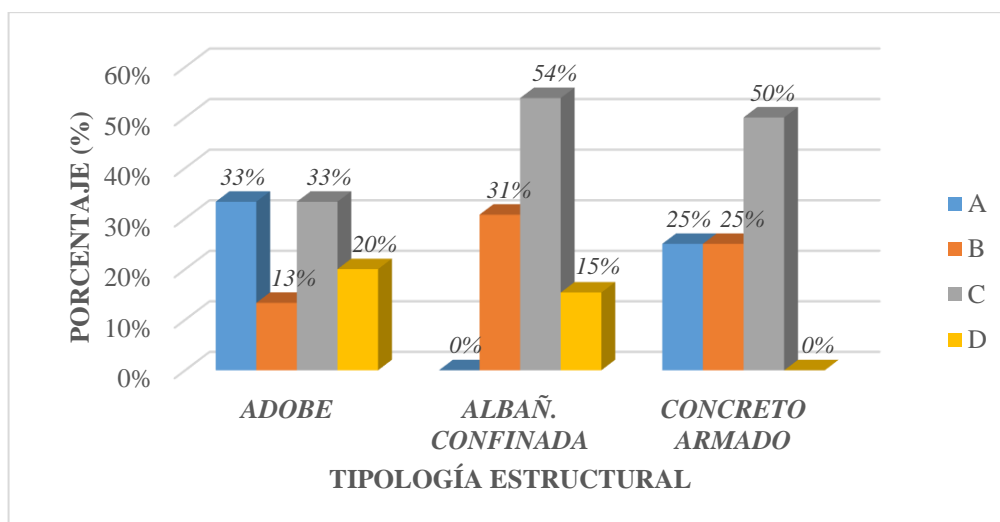
Para las viviendas de albañilería confinada, se observaron cubiertas planas apoyadas sobre la losa aligerada, no obstante, la rigidez y amarre con los muros era ineficiente (sin tornillos ni alambres bien anclados); por ello, se obtuvo una calificación mayoritaria de

la clase C, la cual representó el 54 % del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Finalmente, para las viviendas con tipología estructural concreto armado (05), se identificaron características semejantes a las de albañilería confinada; obteniendo, de igual forma, una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 50% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas.

En el gráfico 17, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 17. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 09



Fuente: Elaboración propia

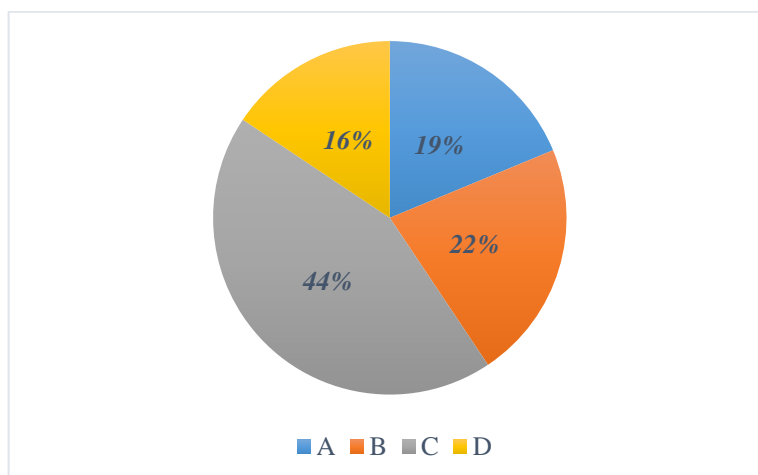
En la tabla 38 y gráfico 18, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (32), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “C” (44%).

Tabla 38. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 09.

CLASE	TOTALES	%
A	6	19%
B	7	22%
C	14	44%
D	5	16%
TOTAL	32	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 09.



Fuente: Elaboración propia

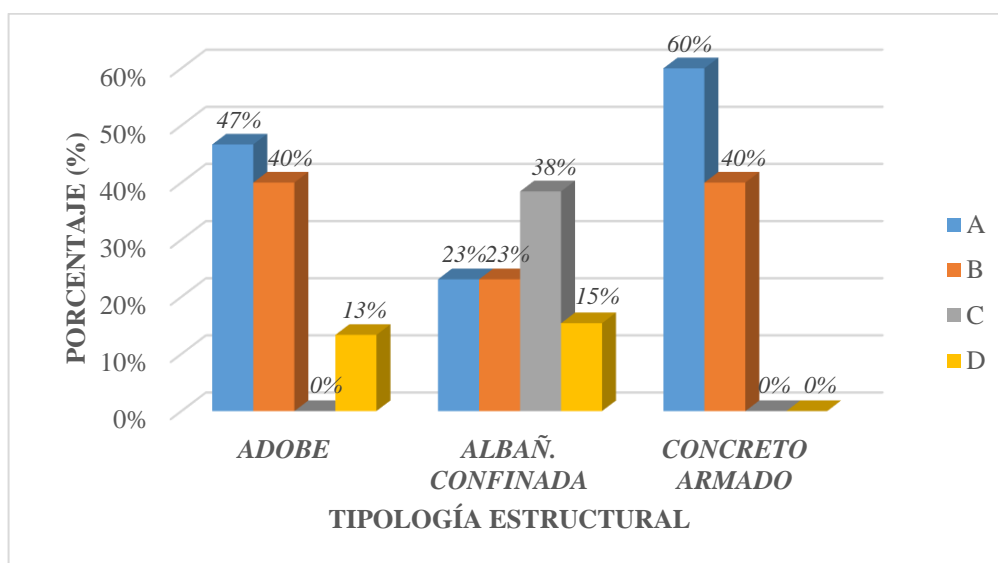
5.1.10. PARÁMETRO N°10:

En las viviendas de adobe, se observó en la mayoría, la inexistencia de cornisas ni parapetos, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 47% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas (15). Para las viviendas de albañilería confinada, se identificaron balcones y parapetos mal vinculados al sistema resistente de la edificación, así como servicios de agua y luz deficientes; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase C, la misma que representó el 38% del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

Para las viviendas de concreto armado evaluadas (05), se identificaron en la mayoría, elementos no estructurales como tanques elevados, parapetos y balcones bien vinculados al sistema principal resistente de la edificación, obteniéndose una calificación mayoritaria de clase A, la cual representó el 60% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas.

En el gráfico 19, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su respectiva calificación.

Gráfico 19. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 10



Fuente: Elaboración propia

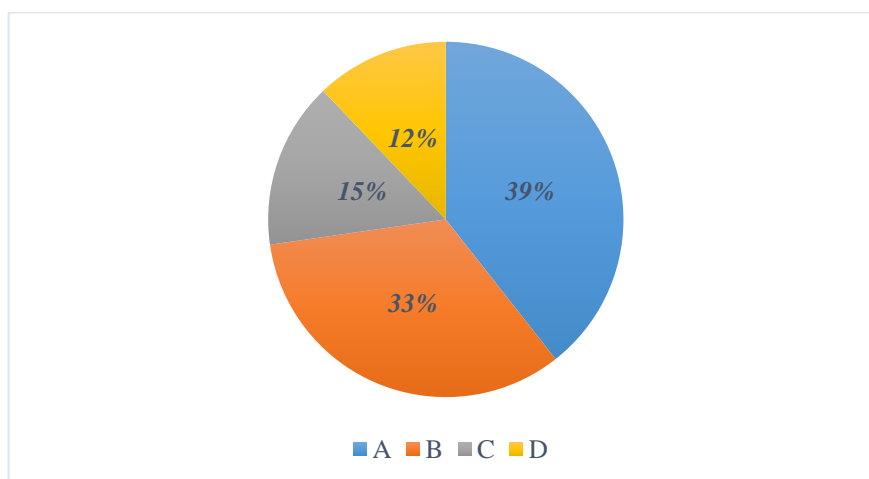
En la tabla 39 y gráfico 20, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, la clasificación “A” (39%).

Tabla 39. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 10.

CLASE	TOTALES	%
A	13	39%
B	11	33%
C	5	15%
D	4	12%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 10.



Fuente: Elaboración propia

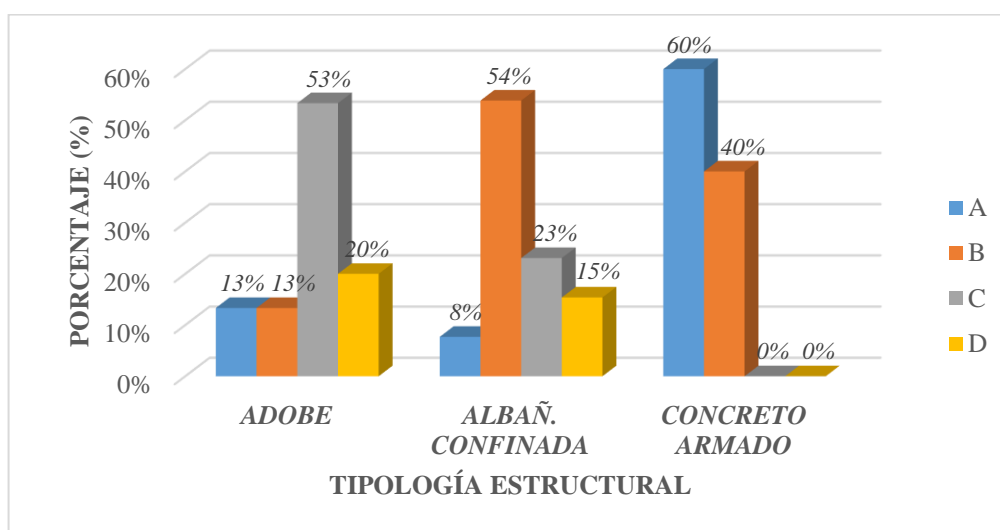
5.1.11. PARÁMETRO N°11:

En las viviendas de adobe, se observó en gran parte de estas, la presencia de fisuras, lesiones y deterioro de materiales, sin embargo, con posibilidad de reparación. En base a ello, se determinó una calificación mayoritaria de clase C, la cual representó el 53% del total de viviendas con esta tipología estructural analizadas (15).

Para las viviendas de albañilería confinada evaluadas (13), se identificaron edificaciones cuyos muros presentan lesiones capilares no extendidas (fisuras), con estado de conservación de la mampostería deficiente; obteniéndose una calificación mayoritaria de clase B, la cual representó el 54% del total de viviendas con este sistema estructural analizadas. Para las viviendas con sistema estructural concreto armado (05), se identificaron estructuras en buen estado, con vida útil menor a 20 años y estado de conservación de los muros y otros elementos adecuado, obteniéndose una calificación final mayoritaria de la clase A, la cual representó el 60% del total de viviendas con esta tipología estructural.

En el gráfico 21, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y su calificación.

Gráfico 21. Porcentajes de calificación por tipología estructural- Parámetro 11



Fuente: Elaboración propia

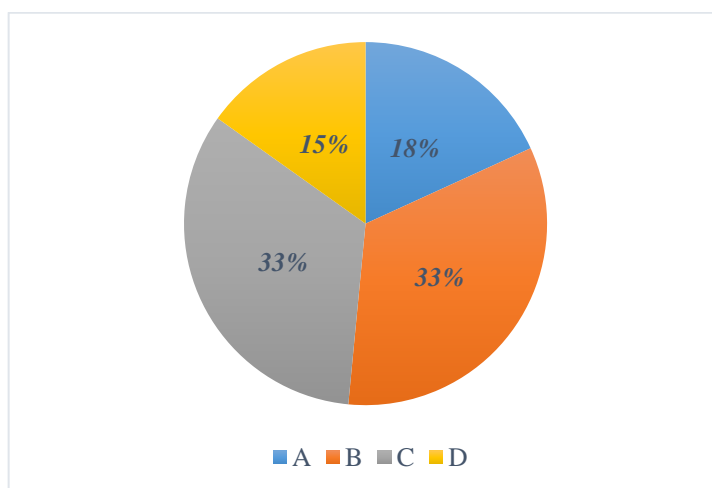
En la tabla 40 y gráfico 22, se presentan los resultados porcentuales de calificación (A, B, C, D), con respecto al número total de viviendas evaluadas (33), siendo predominante en este parámetro, las clasificaciones “B” y “C” (33%).

Tabla 40. Recuento y porcentaje de calificación total- Parámetro 11.

CLASE	TOTALES	%
A	6	18%
B	11	33%
C	11	33%
D	5	15%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22. Resumen de Porcentajes de calificación totales en viviendas- Parámetro 11.



Fuente: Elaboración propia

5.2. RESULTADOS DE NIVEL DE VULNERABILIDAD:

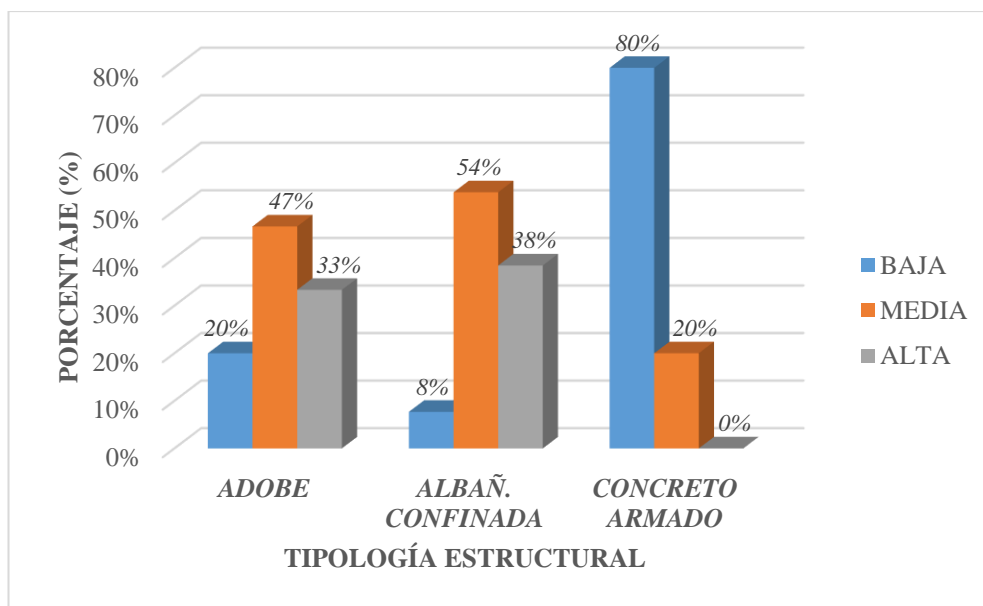
A continuación, se presentan los resultados respecto al nivel de vulnerabilidad sísmica (alta, media, baja), con respecto al total de viviendas evaluadas en el Barrio Lucmacucho.

- Para las viviendas de abobe evaluadas, se determinó una vulnerabilidad mayoritaria media; representando un 47% del total de viviendas con esta tipología analizadas (15).
- Para las viviendas de albañilería confinada evaluadas, se determinó una vulnerabilidad mayoritaria *media*; representando un 54%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (13).

- Para las viviendas de concreto armado, se determinó una vulnerabilidad mayoritaria *baja*; representando un 80%, del total de viviendas con esta tipología analizadas (05).

En el gráfico 23, se presenta el gráfico de barras que relaciona el porcentaje de viviendas con tipología estructural (adobe, albañilería confinada y concreto armado), y el nivel de vulnerabilidad resultante (alta, media, baja).

Gráfico 23. Nivel de vulnerabilidad Sísmica resultante por tipología estructural- Sector 17
Barrio Lucmacucho



Fuente: Elaboración propia

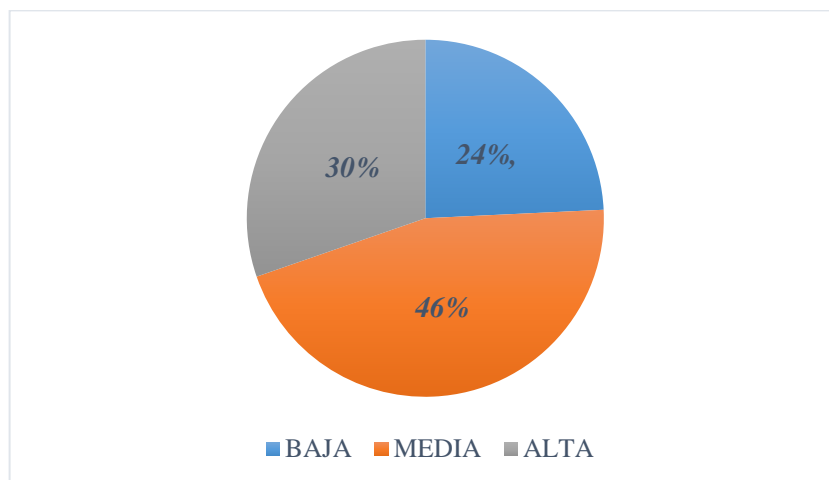
En la tabla 41 y gráfico 24, se presentan los resultados totales de vulnerabilidad (alta, media, baja) en el área de estudio. Finalmente, el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas tipo “C” en el Barrio Lucmacucho es del tipo MEDIA-ALTA.

Tabla 41. Recuento y porcentaje del nivel de Vulnerabilidad Sísmica en el Sector 17- Barrio Lucmacucho, de la ciudad de Cajamarca

CLASE	TOTALES	%
BAJA	8	24%
MEDIA	15	45%
ALTA	10	30%
TOTAL	33	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24. Resumen de Niveles de vulnerabilidad en Sector 17, Barrio Lucmacucho de la ciudad de Cajamarca.



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES:

- En base a los resultados obtenidos, se determinó para las viviendas tipo “C” del Sector 17, Barrio Lucmacucho, de la ciudad de Cajamarca; un nivel de vulnerabilidad sísmica del tipo media-alta, debido a que 46% de viviendas evaluadas presentaron una vulnerabilidad sísmica media, 30% una vulnerabilidad alta, y 24% una vulnerabilidad baja.
- Se realizó la evaluación y calificación de los 11 parámetros de calificación de la metodología del índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, en la que se aplicó la ficha de recolección de datos a través de intervención directa con los propietarios.

6.2. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda continuar con las investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica, en otros sectores de la ciudad de Cajamarca.
- Se recomienda realizar charlas informativas a los pobladores del Barrio Lucmacucho, Sector 17 de la ciudad de Cajamarca, a fin de dar a conocer información relevante sobre la vulnerabilidad a la que está expuesta el sector.
- Solicitar apoyo a entidades públicas como Municipalidad Provincial de Cajamarca, INDECI, Universidad Nacional de Cajamarca, con el propósito de realizar un plan de contingencia y plantear alternativas de mitigación ante la ocurrencia de un evento sísmico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2018). Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Perú (1era ed.). Editorial San Marcos.
- Alonso, J. (2014). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones. España (1era ed.). Editorial Sidetur.
- Cárdenas, L. (2008). Análisis de Vulnerabilidad Estructural de Hotel Comercio (Tesis de grado). Universidad Ricardo Lima, Lima.
- Centro Nacional de estimación, prevención y reducción de desastres (2014). Manual para la evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales- CENEPRED. En: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>
- Maldonado, E., & Chio, G. (2009). Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de tierra. *Ingeniería y Desarrollo*, 01 (25), pp.180-189.
- Meli, R (1998). Ingeniería estructural de los edificios históricos (1era Ed.). Lima: Fundación ICA.
- Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. (Tesis doctoral). UPC, Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. Barcelona.
- Mosqueira, M. & Tarque, S. (2005). Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada en la costa peruana. (Tesis de maestría). Universidad Católica del Perú, Lima.
- Reyes Herrera, I., Vielma, J.C., Pujades Lluís., G. (2014). Metodologías de evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificios: Un estado del Conocimiento. Cataluña: CIMNE IS-68.
- Reglamento nacional de edificaciones. (2018). Norma técnica E.070 – Albañilería.
- Reglamento nacional de edificaciones. (2018). Norma técnica E.080- Tierra reforzada.
- Rodríguez, J. & Zulueta, H. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti- Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Saavedra, A. (2021). Nivel de riesgo sísmico a partir del índice de vulnerabilidad del método de Benedetti y Petrini en las viviendas de San Antonio, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Tavera, H. (2017). Actualización del escenario por sismo, tsunami y exposición en la región central del Perú. Instituto Geofísico del Perú (IGP). <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/781>
- Yépez, F. (1996). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras aplicando técnicas de simulación (Tesis Doctoral). E.T.S.I.C.C.P., U.P. Cataluña, Barcelona

ANEXOS

ANEXO N° 01: CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE PARÁMETROS- METODOLOGÍA BENEDETTI Y PETRINI

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE PARÁMETROS

• **PARAMETRO N°01:**

✓ *ADOBE:*

-A: Existe elementos de arriostre horizontales y verticales. Buena distribución de vanos y muros

-B: Existen elementos de arriostre horizontales y verticales, pero sin asesoramiento técnico. Transferencia inadecuada de cargas.

-C: No existen elementos de arriostre en sus 4 lados, sin asesoramiento técnico.

-D: No existen elementos de arriostre en sus 4 lados, sin asesoría técnica. Distribución de vanos inadecuado. Edificaciones de quincha, tapial, otro.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: Existe una transferencia de cargas adecuada. Buena distribución de muros y vanos.

-B: No existen una transferencia de cargas adecuada. Buena distribución de muros y vanos.

-C: Edificaciones de albañilería sin vigas de amarre en todas las plantas.

-D: Edificaciones de albañilería con paredes deficientemente ligadas. Sin columnas ni vigas de confinamiento.

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Construcción a partir del año 1997. Contó con asesoría técnica.

-B: Construcción antes del año 1997. Contó con asesoría técnica.

-C: No presentó asesoría técnica profesional.

• **PARAMETRO N° 02:**

✓ *ADOBE:*

-A: El sistema resistente presenta unidades o piezas de buena calidad, buena conexión entre unidades de adobe con hiladas intercaladas, mortero de barro de alta calidad, espesor continuo y juntas homogéneas.

-B: El sistema resistente no presenta una de las características de la calif. A.

-C: El sistema resistente no presenta dos de las características de la calif. A.

-D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la calif. A.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA*

-A: El sistema resistente presenta mampostería de ladrillo de buena calidad, piezas homogéneas y de dimensiones constantes; existe verticalidad entre las unidades y el mortero es adecuado (e=1.00-1.50 cm).

-B: El sistema resistente no presenta una de las características de la calif. A.

-C: El sistema resistente no presenta dos de las características de la calif. A.

-D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la calif. A.

✓ *CONCRETO ARMADO*

-A: Presentó asesoría técnica, materiales y procesos constructivos adecuados. Construcción a partir de 1997.

-B: Presentó asesoría técnica, materiales y procesos constructivos adecuados. Construcción hasta 1997.

-C: No presentó asesoría técnica, materiales y procesos constructivos no fueron los adecuados.

• **PARAMETRO N° 03:**

✓ *ADOBE Y ALBAÑ. CONFINADA*

-A: $DD < 0.50$.

-B: $0.50 \leq DD < 1.00$.

-C: $1.00 \leq DD < 1.50$.

-D: $1.50 \leq DD$.

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: $\alpha h \geq 1.20$

-B: $0.60 \leq \alpha h < 1.20$

-C: $\alpha h < 0.60$

• **PARAMETRO N° 04:**

✓ *ADOBE:*

-A: Correcta transmisión de cargas a cimientos. No presen. sales ni humedad

-B: Correcta transmisión de cargas a cimientos. Se observa presencia de sales y humedad.

-C: Cimentación sin asesoría técnica ni planos de cimentación. Se observa presencia de sales y humedad.

-D: Cimentación sin asesoría técnica ni planos de cimentación. Se observa presencia de sales y humedad. Cimentación con pendiente pronunciada, transmisión de cargas inadecuada.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: Cimentación sobre terreno estable, con pendiente $\leq 10\%$. No se observa presencia de humedad ni sales.

-B: Cimentación sobre roca (Pendiente entre 10% y 30%) o terreno suelto (Pendiente entre 10% y 20%). No se observa presencia de humedad ni sales.

-C: Cimentación sobre terreno rocoso (Pend. entre 30% y 50%) o terreno suelto (Pend. entre 20% y 30%). Se observa presencia de humedad y sales, Cimentación sin asesoría técnica ni planos de cimentación.

-D: Cimentación sobre terreno rocoso (Pend. $> 50\%$) o terreno suelto (Pend. $> 30\%$). Se observa presencia de humedad y sales, cimentación sobre relleno sin proyecto previo.

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Cimentación sobre suelos intermedios o flexibles. Sin desnivel, transmisión de cargas adecuada.

-B: Cimentación sobre suelos intermedios o flexibles. Presenta desnivel, transmisión de cargas adecuada Presencia de humedad o sales.

-C: Cimentación en desnivel, transmisión de cargas inadecuada Presencia de humedad o sales.

• **PARAMETRO N°05:**

✓ *ADOBE:*

-A: Techo con vigas de madera robustas y entarimado en buenas condiciones.

-B: Techo con vigas de madera y cañas en buen estado.

-C: Techo con vigas de madera y cañas en mal estado (deflectados).

-D: Estructuras sin diafragma. Cubiertas material Eternit.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA*

-A: Ausencia de planos a desnivel, deformabilidad de diafragma despreciable. No presentan aberturas en losa ni discontinuidades, si es que existiesen, deberán estar al centro y su dimensión y cantidad no deben ser excesivas.

-B: Estructura con diafragma que no presenta una de las características de la calif. A.

-C: Estructura con diafragma que no presenta dos de las características de la calif. A.

-D: Estructura con diafragma que no presenta ninguna de las características de la calif. A.

✓ *CONCRETO ARMADO*

-A: Ausencia de planos a desnivel, deformabilidad de diafragma despreciable. No presentan aberturas en losa ni discontinuidades, conexión entre diafragma y muros adecuada.

-B: Estructura con diafragma que no presenta una de las características de la calif. A.

-C: Estructura con diafragma que no presenta dos de las características de la calif. A.

• **PARAMETRO N° 06:**

✓ *ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: $IR \leq 0.10$; $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$

-B: $0.10 < IR \leq 0.50$; $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$

-C: $0.50 < IR \leq 1.00$; $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$.

-D: $IR > 1.00$; $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: $IR \leq 0.25$; $\beta_1 \geq 0.75$ o $\beta_2 \leq 0.1$

-B: $0.25 < IR \leq 0.75$; $0.75 > \beta_1 \geq 0.5$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$

-C: $IR > 0.75$; $0.5 > \beta_1$ o $0.2 < \beta_2$

• **PARAMETRO N° 07:**

✓ *ADOBE Y ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: $\pm \frac{\Delta A}{A} \leq 10\%$; $0.75 < \frac{T}{H}$

-B: $10\% < \pm \Delta A/A \leq 20\%$; $0.50 < T/H \leq 0.75$

-C: $20\% < \pm \Delta A/A \leq 50\%$

; $0.25 < T/H \leq 0.50$

-D: $\pm \frac{\Delta A}{A} \geq 50\%$; $\frac{T}{H} \leq 0.25$

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: $RL > 0.66$

-B: $0.33 < RL \leq 0.66$

-C: $RL \leq 0.33$

• **PARAMETRO N° 08:**

✓ *ADOBE:*

-A: $L/s < 4.7$

-B: $4.60 < L/s \leq 5.60$

-C: $5.60 < L/s \leq 7.80$

-D: $L/s \geq 7.80$

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: $L/s \leq 15$

-B: $15 < L/s \leq 18$

-C: $18 < L/s \leq 25$

-D: $L/s > 25$

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Unión entre elementos estructurales horizontales y verticales adecuada (vigas-columnas/ losa-vigas)

-B: Unión entre elementos estructurales horizontales y verticales deficiente (vigas-columnas/ losa-vigas)

-C: Unión entre elementos estructurales inadecuada. Luces grandes y vigas con peraltes sobredimensionados.

• **PARAMETRO N° 09:**

✓ *ADOBE:*

-A: Edificación con cubierta estable, plana, de material liviano y en donde el amarre con los muros es adecuado. (mediante viga solera).

-B: Edificación con cubierta de material liviano, pero con inadecuada distribución de carga a los muros (inestable).

-C: Edificación con cubierta de material liviano, inestable, con pendiente elevada y condiciones inadecuadas.

-D: Edificación con cubierta en malas condiciones, con tejado resquebrajado o cobertura permeable. Presencia de desnivel en cobertura, aislamiento térmico deficiente.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: Cubierta plana, se encuentra apoyada sobre la estructura de losa aligerada. Cubierta rígida, adecuado amarre a muros mediante conexiones con tornillos y alambres bien anclados.

-B: La cubierta de la edificación, no presenta una de las 03 características de la calif. A.

-C: La cubierta de la edificación, no presenta dos de las 03 características de la calif. A.

-D: La cubierta de la edificación, no presenta ninguna de las 03 características de la calif. A.

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Cubierta plana, se encuentra apoyada sobre la estructura de losa aligerada. Cubierta rígida, adecuado amarre a muros mediante conexiones con tornillos y alambres bien anclados.

-B: La cubierta de la edificación, no presenta una de las 03 características de la calif. A.

-C: La cubierta de la edificación, no presenta dos de las 03 características de la calif. A.

-D: La cubierta de la edificación, no presenta ninguna de las 03 características de la calif. A.

• **PARAMETRO N° 10:**

✓ *ADOBE:*

-A: Edificación de adobe sin cornisas ni parapetos.

-B: Edificación de adobe con presencia de cornisas bien vinculadas a la pared. No presenta parapetos.

-C: Edificación de adobe con presencia de elementos de dimensiones pequeñas mal vinculadas a la pared.

-D: Edificación de adobe con presencia de cualquier otro elemento en techo mal vinculado a la edificación. Presencia de parapetos y cornisas mal vinculados. Existencia de otros elementos de peso que pudiesen caer en caso de sismo.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: Edificación de albañilería confinada con elementos no estructurales bien vinculadas al sistema resistente.

-B: Edificación de albañilería confinada con parapetos y balcones bien vinculados al sistema resistente.

-C: Edificación de albañilería confinada con parapetos y balcones mal vinculados al sistema resistente. Servicios como agua, luz deficiente.

-D: Edificación de albañilería confinada con presencia de elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente de la edificación. Existencia de elementos como tanques elevados, parapetos u otros con peso significativo.

Balcones edificados luego de la construcción de la estructura principal. Deficiencia en servicios como agua y luz.

✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Edificación que cumple con la clase A de albañilería confinada.

-B: Edificación con parapetos inconclusos o conectados deficientemente a la estructura principal.

-C: Similar a la clase D de albañilería.

• **PARAMETRO N° 11:**

✓ *ADOBE:*

-A: Edificación de adobe en buenas condiciones. No se observa fisuras.

-B: Edificación de adobe en la que no se observa fisuras. Componentes levemente deteriorados

-C: Edif. de adobe en la que se observan fisuras, lesiones y deterioro de materiales. Pueden ser reparadas o revestidas.

-D: Edif. de adobe en la que se observan fisuras, agrietamientos, lesiones. Deterioro de elementos y necesidad de reforzamiento en muros.

✓ *ALBAÑILERÍA CONFINADA:*

-A: Edificación muros en buenas condiciones. No se observan fisuras.

-B: Edificación con muros que presentan lesiones capilares no extendidas.

-C: Edificación con lesiones de 2 a 3 mm de ancho, presencia de lesiones capilares, mampostería deteriorada, sin embargo, pueden ser reparados.

-D: Edif. con lesiones de tamaño mayor a 3mm, fuerte deterioro de mampostería y elementos. No Existe mantenimiento.


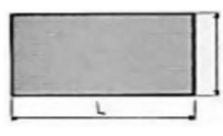
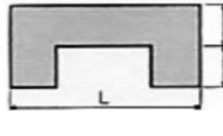
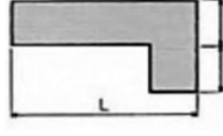
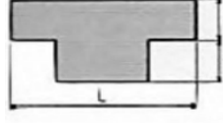
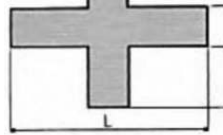
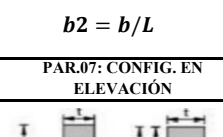


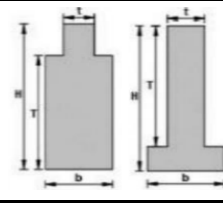
✓ *CONCRETO ARMADO:*

-A: Edif. de concreto armado en buen estado, menor a 20 años de vida útil.

-B: Edif. de concreto armado ligeramente dañado, mayor a 20 años de vida útil.

-C: Edif. de concreto armado con daño existente a sus elementos estructurales. No existe mantenimiento ni se han realizado reparaciones.

ANEXO N° 02: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

	Tesis:	"Evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando los índices de Benedetti y Petrini de las viviendas tipo C del Sector 17, Barrio Lucmacucho, ciudad de Cajamarca"		
	Tesista:	Bach. Ing. Diego Ricardo Malaver Vargas		
	Asesor:	Dr. Ing. Hermes Roberto Mosquera Ramirez		
	VIVIENDA N°			
DATOS REFEREN.	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	
Fecha:	1.- ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE		Completar según lo observado . La construcción contó con asesoría Técnica: . Existencia de elementos de arriostre horizontal y vertical: . Buena distribución de vanos: . Confinamiento y proceso constructivo adecuado: . Edificaciones de quinchá, tapial u otro material:	
Sector:				
Dirección:				
Propietario (Sr/Sra):				
Año construcción vivienda:	2.- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE		Completar según lo observado . Materiales constructivos de buena calidad: Medidas y formas adecuadas: . Mortero de calidad (10-15mm): . Buena conexión y trabazon de elementos:	
Mejoram/ ampliacion vivienda:				
PAR.06: CONFIG. EN PLANTA				
	3.- RESISTENCIA CONVENCIONAL		Completar según lo observado . N (Número de pisos): . At (Area total construida): . Ax: Area de muros en X (m2): . Ay: Area de muros en Y (m2): . h: Altura promedio de entrepiso (m): . M: Numero de diafragmas: . Ps: Peso del diafragma (m2): . At: Area techada (m2): . Ac: Area cubierta (m2): . Pc: Peso de cubierta (m2):	
				
	4.- POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN		Completar según lo observado . Presencia de sales: . Presencia de humedad: . Terreno en pendiente y en terraplen asimétrico: . Cimiento transmite las cargas adecuadamente: . Cimentación realizada con Asesoría técnica y proyecto estructural:	
	5.- DIAFRAGMAS HORIZONTALES		Completar según lo observado . Tipo de diafragma: . Existencia de aberturas y discontinuidades: . Buena conexión muro- diafragma: . Deflexión de diafragma:	
	6.- CONFIGURACIÓN EN PLANTA		Definir los siguientes parámetros: . a . b: . L:	
	7.- CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		Especificar y completar según lo observado . Aumento o reducción de masas o áreas: . ΔA/A= . Adecuada relación de altura: . Irregularidad en sistema resistente (Piso blando, etc):	
	8.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS		Especificar según lo observado . L (espaciamiento muros transv. en metros): . s= Espesor del muro maestro= . Factor L/s=	
	9.- TIPO DE CUBIERTA		Completar según lo observado . Cubierta estable y bien conectada: . Tipo de Cubierta / Peso: . Conexión cubierta- muro adecuada: . Cubierta plana: . Cubierta en buenas condiciones:	
$b1 = a/L$ $b2 = b/L$	10.- ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		Calificar con B(BUENO), R (REGULAR), M (MALO) según la conexión al SR: . Cornisas y parapetos: . Balcones y parapetos: . Existencia de Tanques de agua (T.Elevado): . Existencia de otros elementos: . Servicios de agua y luz eficientes:	
PAR.07: CONFIG. EN ELEVACIÓN				
	11.- ESTADO DE CONSERVACIÓN		Completar según lo observado: . Estado de conservación (Bueno, Regular, Malo): . Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles: . Edificio que no presenta fisuras pero en mal estado de conservación: . Muros con fisuras pequeñas y componentes levemente dañados: . Muros con fisuras de tamaño medio y componentes estructurales dañados: . Muros con fuerte deterioro en sus componentes:	

Observaciones:

ANEXO N° 03: PANEL FOTOGRÁFICO

PARAMETRO N°01: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

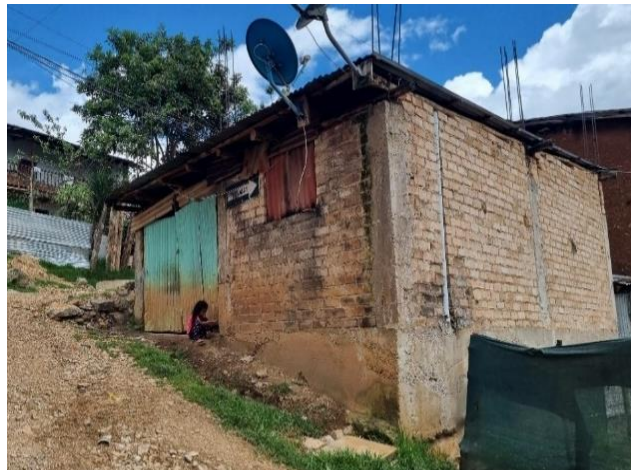


Fotografía N°01:

Vivienda de adobe con arriostre en sus 4 lados, distribución de vanos en fachada adecuado.

Fotografía N°02:

Muro de mampostería sin arriostre (vigas de confinamiento). Distribución de vanos inadecuado.



Fotografía N°03:

Vivienda de concreto con presencia de cangrejas en viga peraltada, unión viga-columna deficiente y confinamiento inadecuado.



PARAMETRO N°02: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE



Fotografía N°04:

Vivienda de adobe con sistema resistente adecuado, unidades de adobe de buena calidad y juntas de barro homogéneas.

Fotografía N°05:

Vivienda de mampostería, con unidades de ladrillo sin homogeneidad, sin verticalidad y con juntas de mortero mayores a 3.0 cm.



Fotografía N°06:

Vivienda de concreto armado con juntas de mortero mayores a 3.0 cm.

PARAMETRO N°04: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN



Fotografía N°07:

Presencia de humedad en muros de vivienda de adobe.

Fotografía N°08:

Vivienda de albañilería confinada con cimentación sobre terreno estable en pendiente. Presencia de humedad y eflorescencia en muros.



Fotografía N°09:

Fisura no extendida en muro de vivienda de concreto armado, a causa de asentamiento diferencial. Presencia de humedad en muros.

PARAMETRO N°05: DIAFRAGMAS HORIZONTALES



Fotografía N°10:

Vivienda de adobe con vigas principales de madera deflectadas, entarimado de madera en malas condiciones.

Fotografía N°11:

Vivienda de albañilería confinada con deflexión en losa aligerada, proceso constructivo inadecuado.



Fotografía N°12:

Existencia de discontinuidad en esquina de diafragma (losa aligerada), en vivienda de concreto armado.

PARAMETRO N°06: CONFIGURACIÓN EN PLANTA



Fotografía N°13:

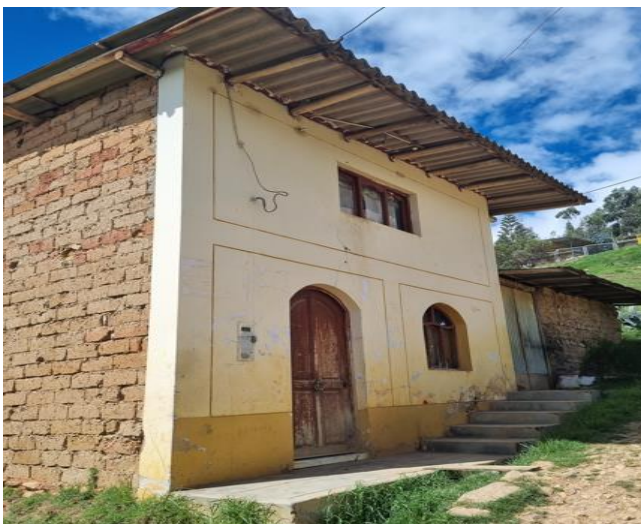
Vivienda de adobe con configuración geométrica en planta regular. Calificación en base a la relación largo/ancho existente.

Fotografía N°14:

Vivienda de albañilería confinada en esquina, con configuración geométrica en planta irregular. Calificación en base al valor de irregularidad máximo en ambos sentidos (X, Y).



PARAMETRO N°07: CONFIGURACIÓN EN ELEVACION



Fotografía N°15:

Vivienda de adobe con regularidad en elevación, relación de masas entre pisos sucesivos semejante.

Fotografía N° 16:

Variación de masa significativa entre dos pisos sucesivos, en vivienda de albañilería confinada.



Fotografía N° 17:

Vivienda de concreto armado con regularidad promedio en altura.

PARAMETRO N°09: TIPO DE CUBIERTA



Fotografía N° 18:

Cubierta de calamina, con pendiente adecuada y concentración de esfuerzos bien repartida en muro de adobe.

Fotografía N°19:

Vivienda de albañilería confinada con cubierta plana apoyada en muros portantes de forma inadecuada (sin tornillos ni alambres bien anclados).



Fotografía N° 20:

Vivienda de concreto armado con cubierta ligera correctamente anclada a sistema estructural.

PARAMETRO N°10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



Fotografía N°21:

Vivienda de adobe con balcón de madera bien anclado al sistema principal de la estructura.

Fotografía N°22:

Vivienda de albañilería confinada con balcones mal vinculados al sistema resistente la estructura. Existencia de parapeto en último nivel.



Fotografía N°23:

Vivienda de concreto armado con presencia de balcones bien vinculados al sistema principal de la edificación.



Fotografía N°24:

Estado de conservación deficiente en vivienda de adobe, presencia de grietas en muros. Necesidad de reparación inmediata.



Fotografía N°25:

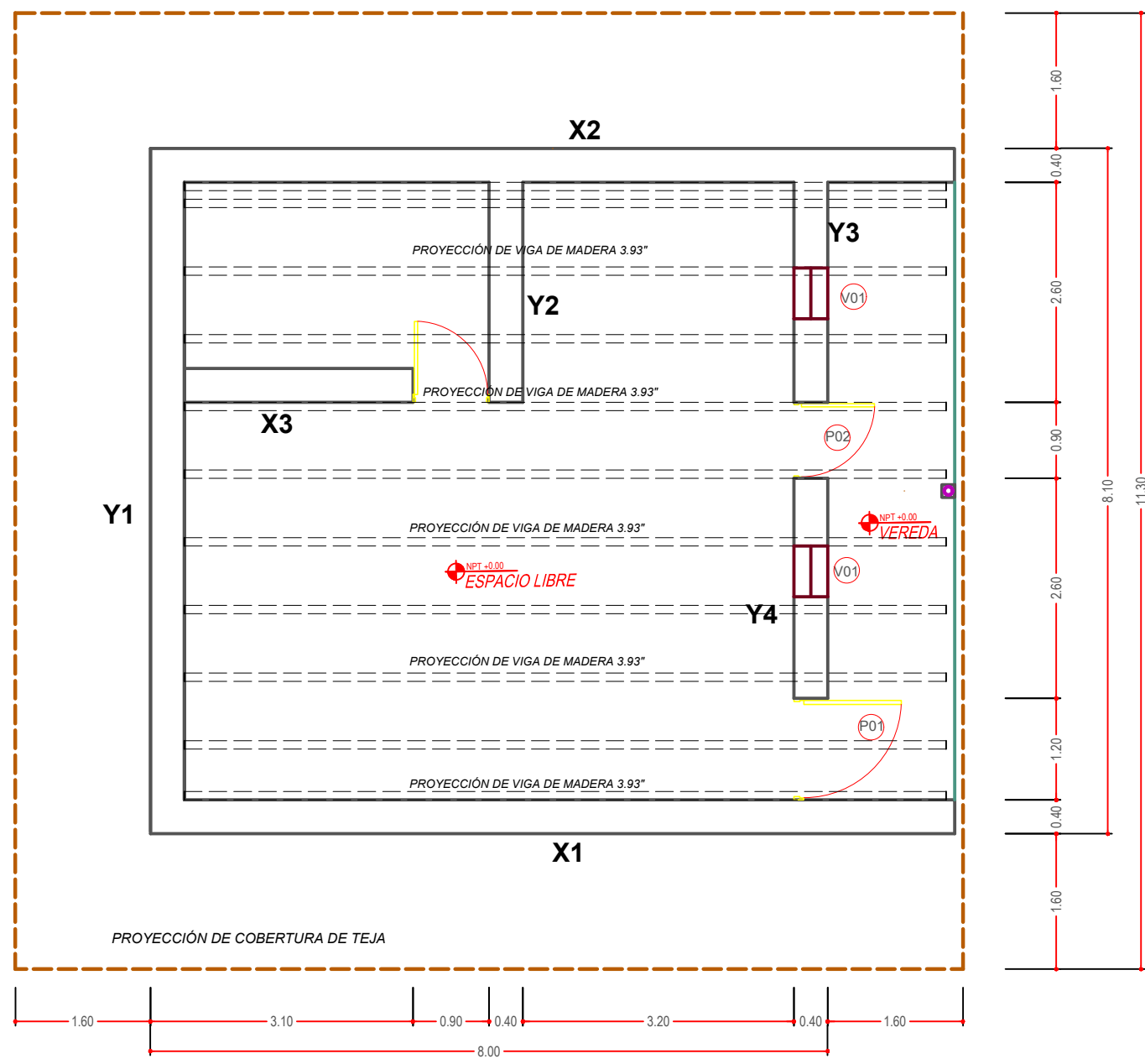
Estado de conservación en muros de mampostería deficiente. Presencia de humedad en losa aligerada de 1er nivel.

Fotografía N°26:

Vivienda de concreto armado con deterioro de materiales, presencia de humedad sobre tarrajeo de muro y unidades de ladrillo en mal estado.



ANEXO N° 04:
PLANOS

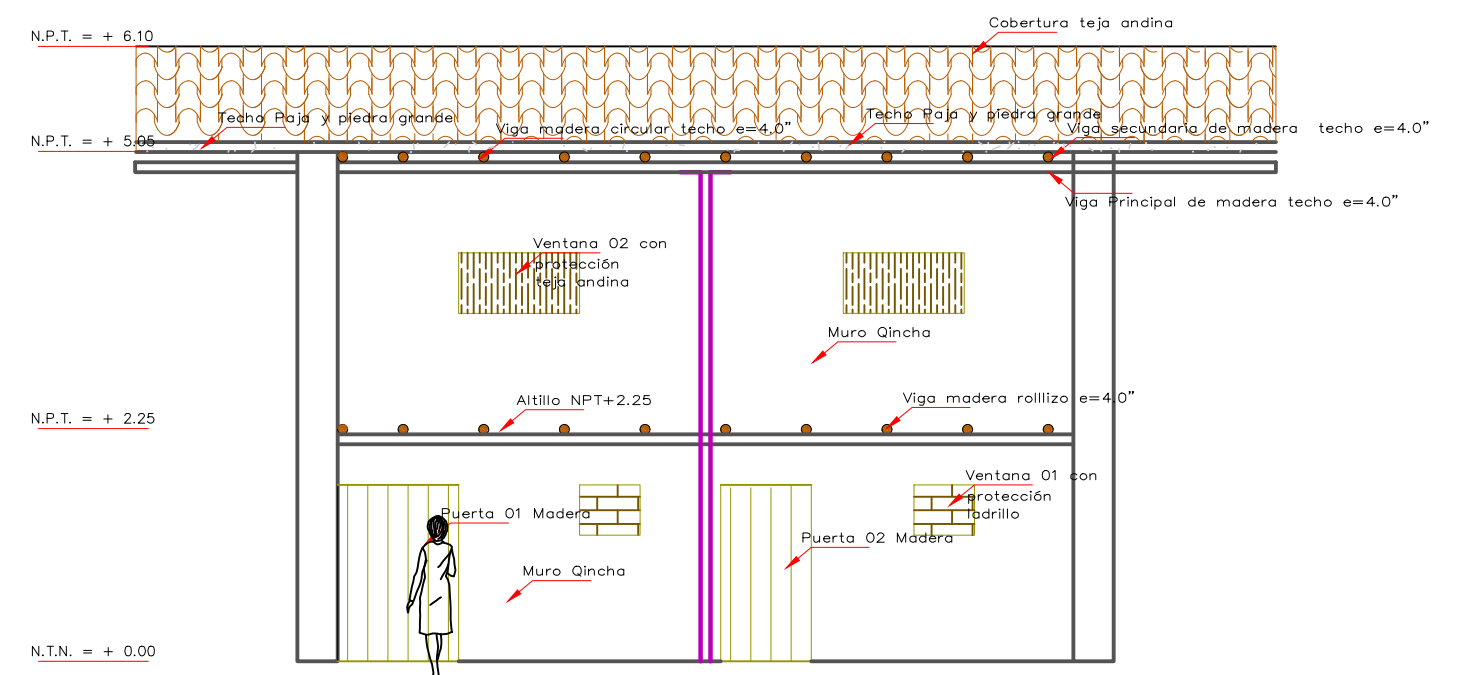


Planta vivienda
Esc: 1/75

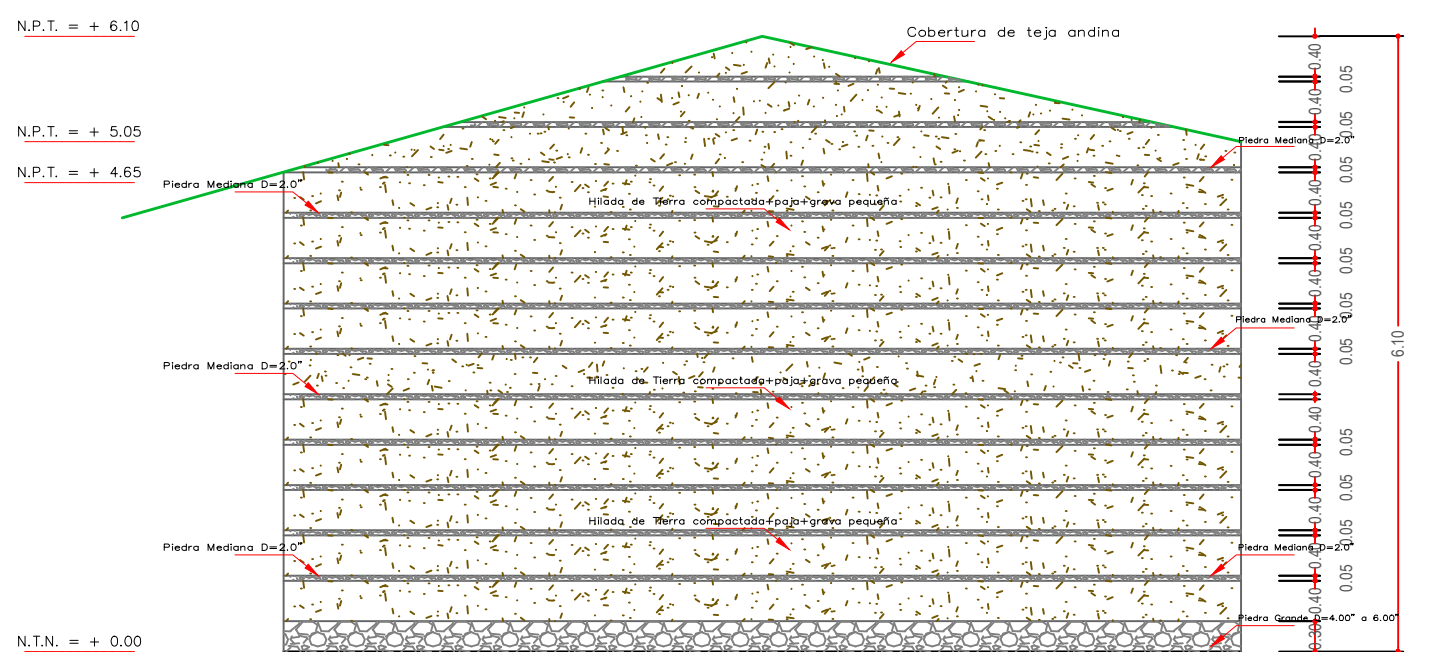
1.- EJEMPLO VIVIENDA DE ADOBE- TIERRA REFORZADA EVALUADA

CUADRO DE VANOS

TIPO	ALTO	ANCHO	ALFEIZER	CANT.	OBSERVACIONES
VENTANAS					
V-1	0.50	0.60	1.25	2	Ventanas en primer nivel con protección de ladrillos
V-2	0.60	1.20	1.20	2	Ventanas en segundo nivel con protección de teja andina
PUERTAS					
P-1	1.75	1.20	-	1	Puerta Exterior 01 hoja (madera), con cerrojo
P-2	1.75	0.90	-	1	Puerta Exterior 01 hoja (madera), con cerrojo



Elevación Principal Vivienda
Esc: 1/75



Elevación Lateral Izquierda Vivienda
Esc: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS
"EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA UTILIZANDO LOS INDICES DE BENEDETTI Y PETRINIDE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUCHO, CIUDAD DE CAJAMARCA"

PLANO: PLANTA Y ELEVACION -VIVIENDA DE ADOBE

TESISTA:
BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

CAD:
DRMV

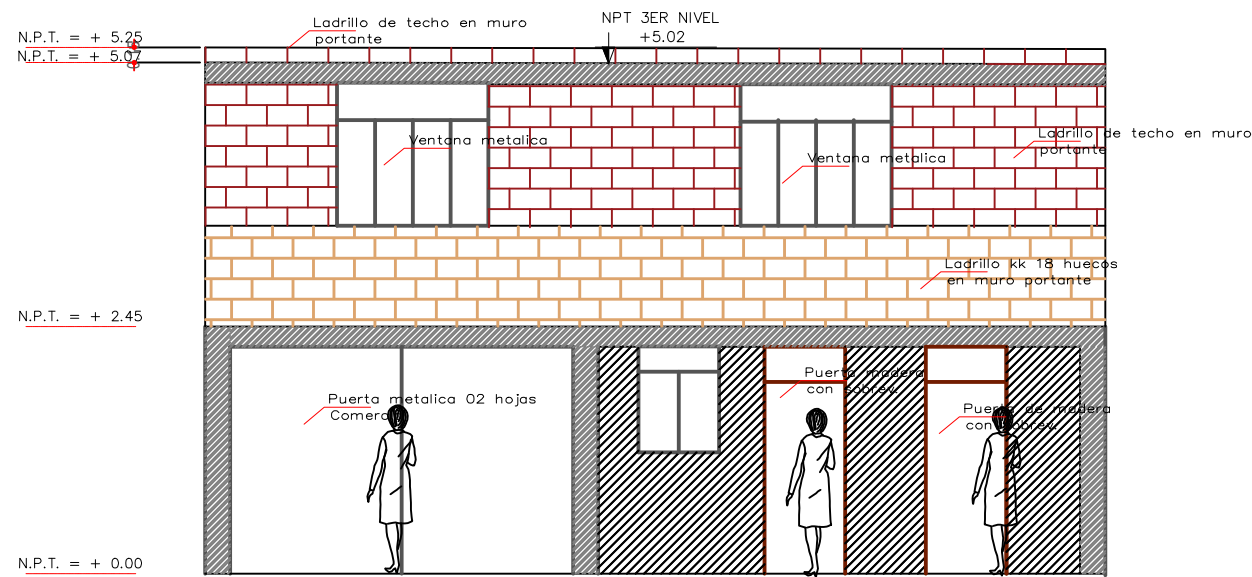
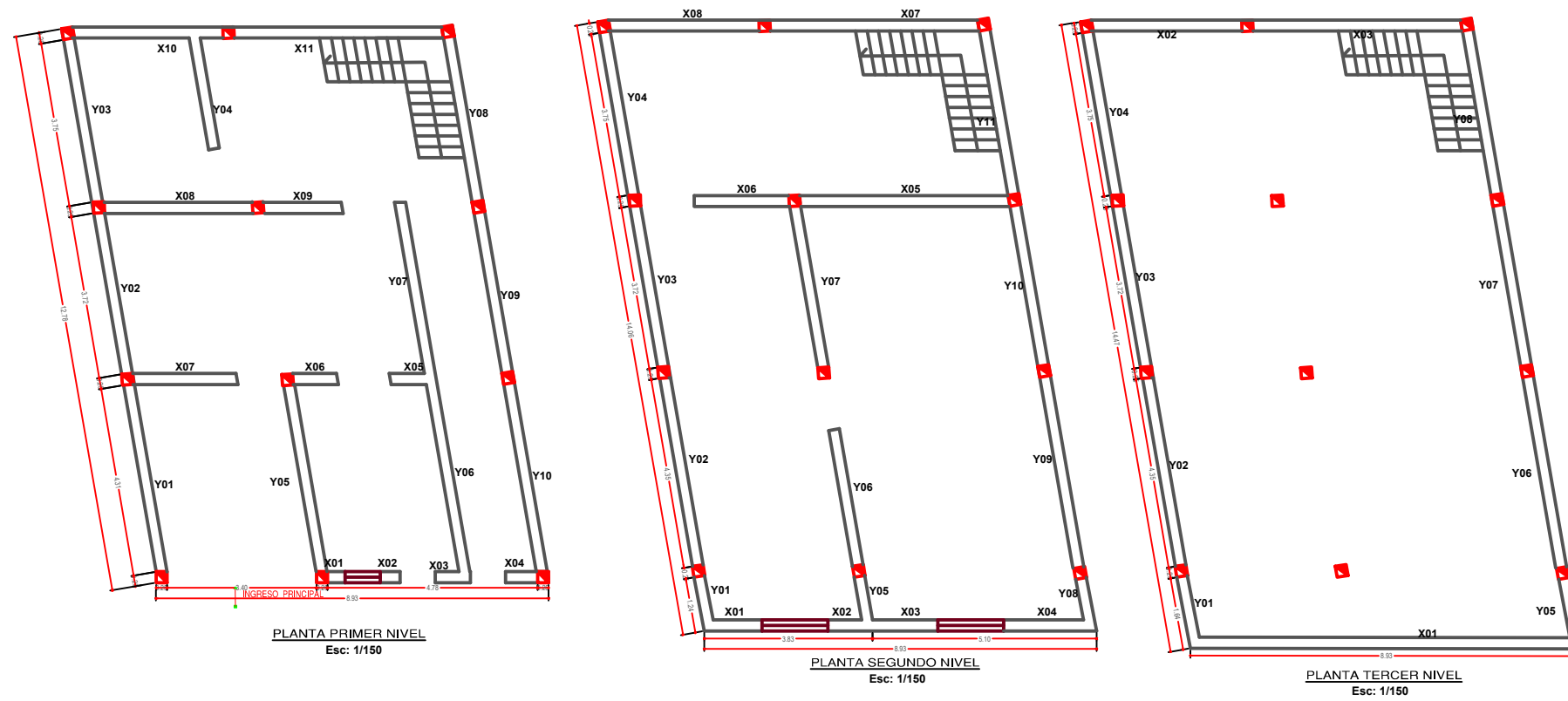
LAMINA:
PL-01

ASESOR:
DR.ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ABRIL 2024

2.- EJEMPLO VIVIENDA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EVALUADA



ELEVACION PRINCIPAL
Esc: 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA UTILIZANDO LOS INDICES DE BENEDETTI Y PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUCHO, CIUDAD DE CAJAMARCA"

PLANO: PLANTA Y ELEVACION- VIVIENDA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

TESISTA:
BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

CAD:
DRMV

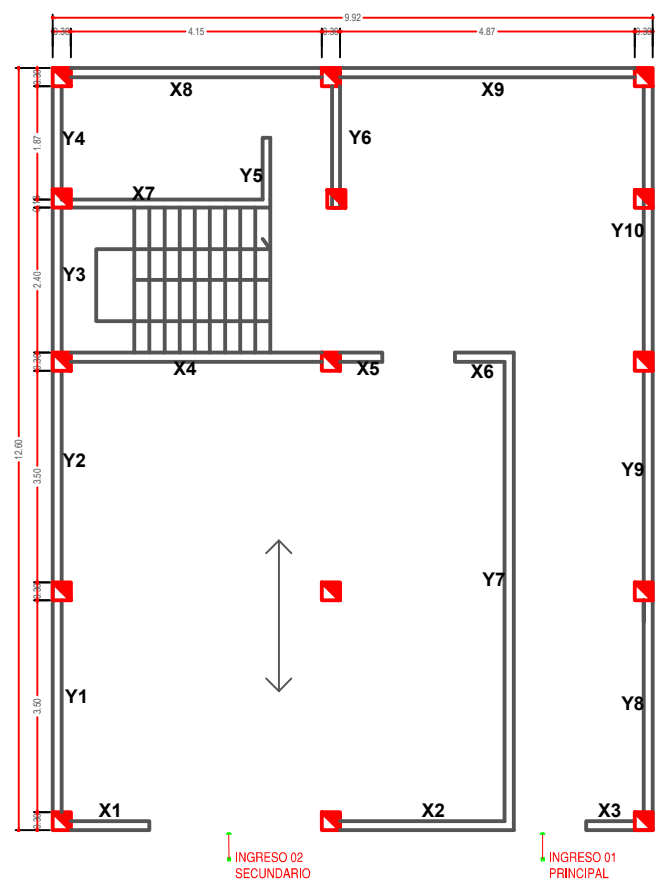
LAMINA:

ASESOR:
DR.ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ

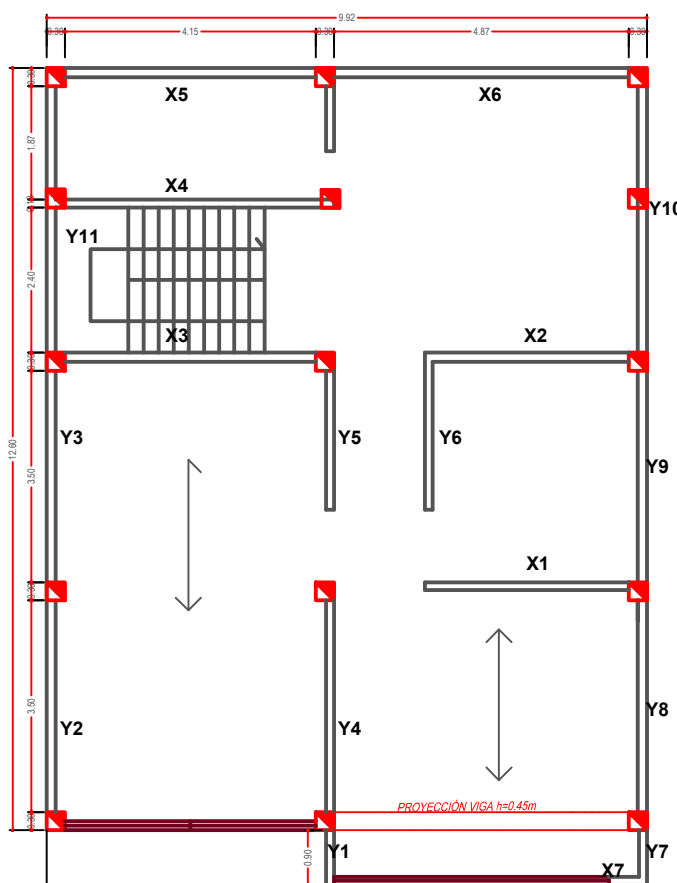
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ABRIL 2024

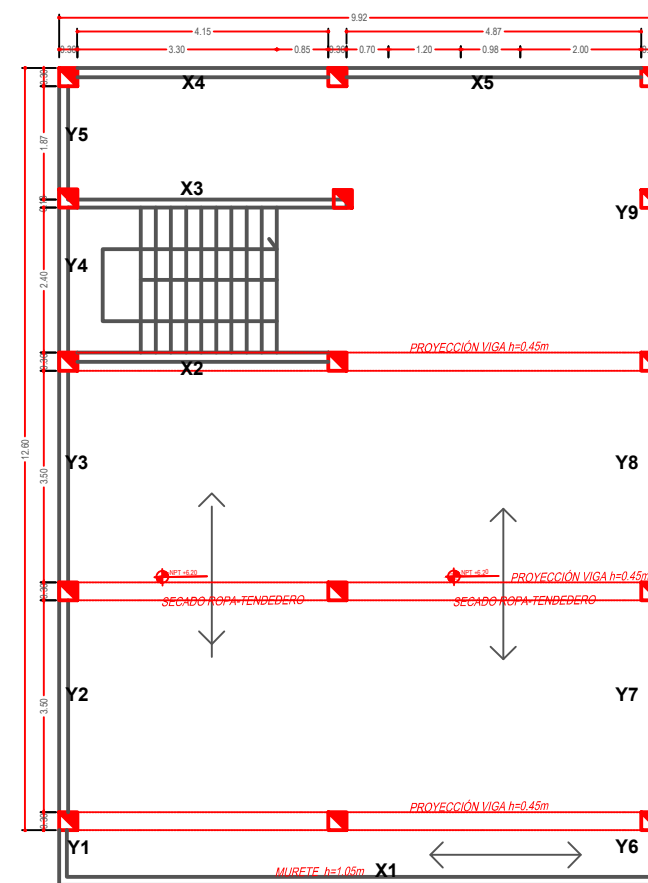
PL-02



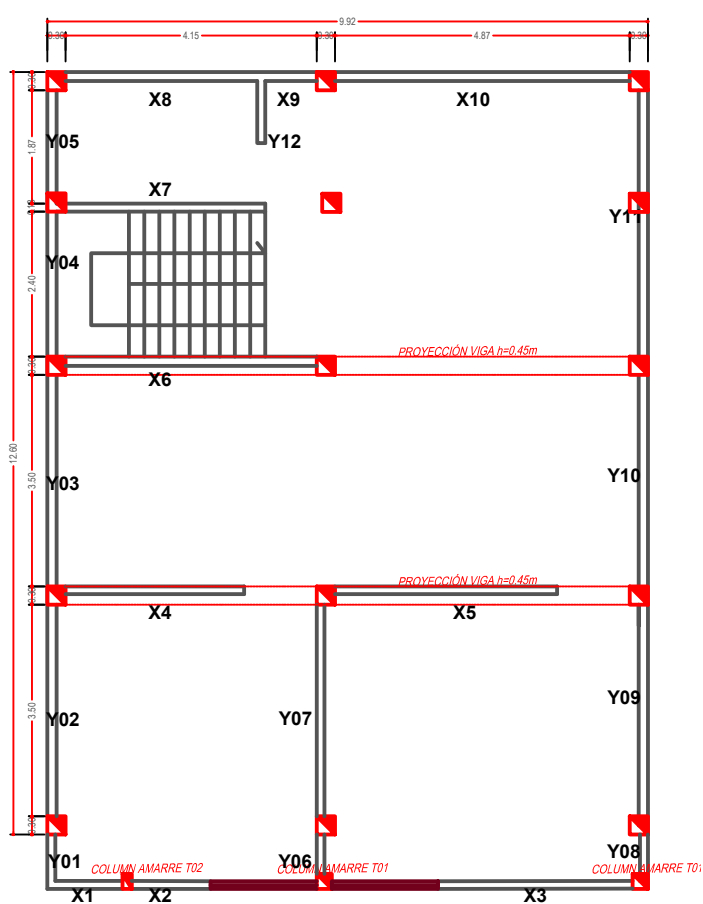
PRIMERA PLANTA
Esc: 1/125



SEGUNDA PLANTA
Esc: 1/125



TERCERA PLANTA
Esc: 1/125



CUARTA PLANTA- VIVIENDA 04
Esc: 1/100



ELEVACIÓN PRINCIPAL
Esc: 1/100

3.- EJEMPLO VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO (PORTICO) EVALUADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESISTA:
"EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA UTILIZANDO LOS INDICES DE BENEDETTI Y PETRINIDE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUCHO, CIUDAD DE CAJAMARCA"

PLANO : PLANTA Y ELEVACION- VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO

TESISTA:
BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

CAD:
DRMV

LAMINA:

ASESOR:
DR.ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ABRIL 2024

PL-03

ANEXO N° 05:
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO No. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

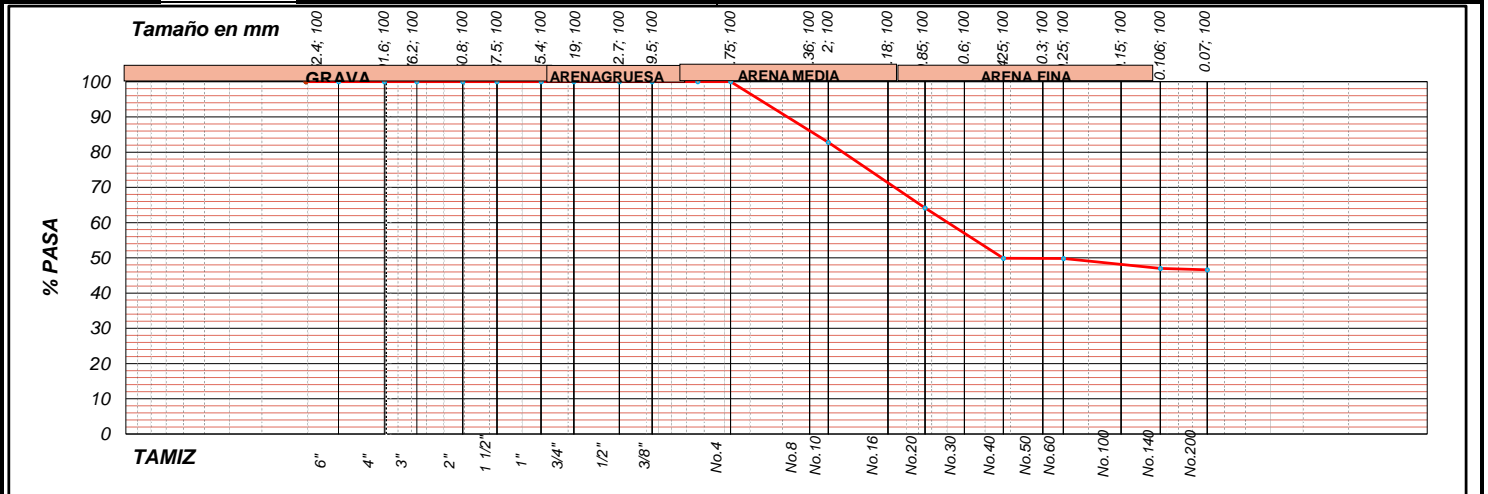
Título:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136	Código de control Nro.	KISAC-EMS-502-2024
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión de formato:	JUNIO, 2024
		Página	1 de 1

TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE BENEDETTI PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUHU, CIUDAD DE CAJAMARCA **Fecha de Muestreo:** 17/06/2024

Descripción: C-01

RESPONSABLE: BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especific. Nivel I	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO):					
8"	0.0	0.0	100.0	100	[1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2")]					
6"	0.0	0.0	100.0		Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO):					
4"	0.0	0.0	100.0		1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2")-(No.4)](-2")					
3"	0.0	0.0	100.0		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4					
2"	0.0	0.0	100.0		Secado a 110°C sin lavar.					
1 1/2"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo húmedo que pasa (g)		2080.0			
1"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco que pasa (g)		1,896.1			
3/4"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco retenido (g)		0.0			
1/2"	0.0	0.0	100.0		Peso suelo seco total (g)		1896.1			
3/8"	0.0	0.0	100.0		OVER=	0.0 %	CLASIFICACIÓN SUCS:	Cu=	-	
1/4"	0.0	0.0	100.0		GRAVA=	0 %	SC - SM	Cc=	-	
No. 4	0.0	0.0	100.0		ARENA=	53.4 %	CLASIFICACIÓN AASHTO:	COLOR:		
No. 8					FINOS=	46.6 %	A-2-5	AMARILLO PÁLIDO		
No. 10	85.4	17.2	82.8		DESCRIPCIÓN		Arena limo arcillosa			
No. 16	154.6	31.2	68.8		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4				% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. 20	177.4	35.8	64.2		No. Tara	C-2	No. Tara	C-2		
No. 30	218.4	44.0	56.0		Peso Húmedo + Tara	668.5	Peso Seco + Tara	620.4		
No. 40	248.5	50.1	49.9		Peso Seco + Tara	620.4	P. Seco Lavado + Tara	389.4		
No. 50	249.0	50.2	49.8		Peso de Tara	124.3	Peso de Tara	124.3		
No. 60	249.2	50.2	49.8		Peso del Agua	48.1	Suelo Seco (-No. 200) g	231.0		
No. 100	260.4	52.5	47.5		Peso Seco	496.1	Suelo Seco (+No. 200) g	265.1		
No. 140	262.8	53.0	47.0		Cont. de humedad %	9.7	Suelo Seco (-No. 200) %	46.6		
No. 200	265.1	53.4	46.6							
Platillo	265.2									



OBSERVACIONES: las muestras fueron traídas por el solicitante

EJECUTO	APROBÓ	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN CIP: 115722 GERENTE GENERAL	<input checked="" type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216	Código de control Nro. KISAC-EMS-502-2024	
Nro. De Revisión: A	Fecha de revisión de formato: JUNIO, 2024	Página 1 de 1

TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE BENEDETTI PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUHCO, CIUDAD DE CAJAMARCA	Fecha muestreo: 17/06/2024
Descripción: C-01	
Muestreado por: SOLICITANTE	
RESPONSABLE: BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS	

Condiciones de Secado: 60°C / 110°C **Método :** Horno (O) Microonda (M)

Muestra No.	KISAC-EMS-502-2024							
Ubicación	E =	773103.00	N =	9208748.42	Z =	2792		
Profundidad	1.5							
Muestra o Ensayo	1		2		3		4	
RECIPIENTE No	T16		E-2					
Pr + Ph	A	713.7	747.5					
Pr + Ps	B	664.4	694.6					
Pr	C	156.5	156.3					
P. AGUA	D = A - B	49.3	52.9					
Ps	E = B - C	507.9	538.3					
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	9.7		9.8		Promedio = 9.8			
CLASIFICACION SUCS	SC - SM							

OBSERVACIONES:

Muestra No.								
Ubicación	E =	N =	Z =					
Profundidad								
Muestra o ensayo	5		6		7		8	
RECIPIENTE No								
Pr + Ph	A							
Pr + Ps	B							
Pr	C							
P. AGUA	D = A - B							
Ps	E = B - C							
% DE HUMEDAD (D/E) * 100								

OBSERVACIONES las muestras fueron traídas por el solicitante

PR= PESO DEL RECIPIENTE
PH= PESO HUMEDO
PS= PESO SECO

EJECUTÓ 	APROBÓ 	RESULTADO <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSIÓN



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318		Código de control Nro. KISAC-EMS-502-2024
Nro de revisión: A	Fecha de revisión de formato: JUNIO, 2024	Página 1 de 1
TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE BENEDETTI PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUICO, CIUDAD DE CAJAMARCA		Fecha de Muestreo: 17-Jun-24
Descripción: C-01		
Muestra No.: KISAC-EMS-502-2024		
RESPONSABLE: BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS		

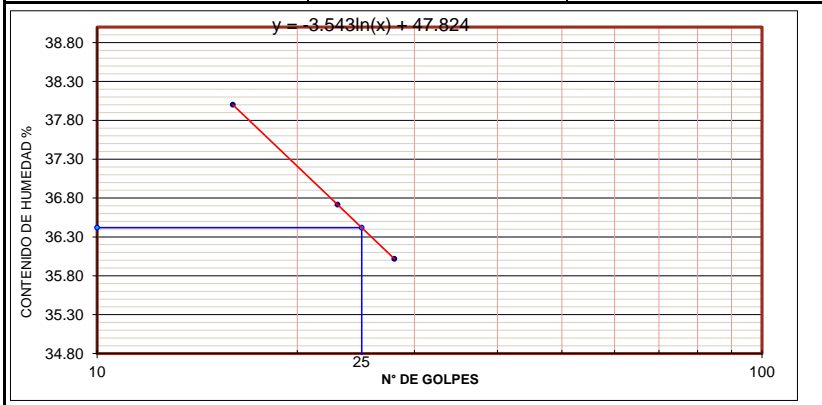
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra o ensayo	1	2	3	4
No DE GOLPES	16	23	28	
RECIPIENTE No	Z1	Z2	Z3	
Pr + Ph	38.53	38.15	36.07	
Pr + Ps	34.16	34.17	32.67	
P. AGUA	4.37	3.98	3.40	
Pr	22.66	23.33	23.23	
Ps	11.50	10.84	9.44	
% DE HUMEDAD	38.00	36.72	36.02	

LÍMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE No	F2	F3		
Pr + Ph	35.95	42.22		
Pr + Ps	34.36	40.25		
P. AGUA	1.59	1.97		
Pr	29.23	34.35		
Ps	5.13	5.90		
% DE HUMEDAD	30.99	33.39	Promedio= 32.19	



HUMEDAD NATURAL %: 9.8
LÍMITE LÍQUIDO %: 36.42
LÍMITE PLÁSTICO %: 32.19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 4

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: Las muestras fueron traídas por el solicitante

PR= PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA 60° C AMBIENTE	DESTILADA OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD 60° C 110° C	POTABLE

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 KAOLYN INGENIEROS SAC ESPECIALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN CIP 11.0722 GERENTE GENERAL	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

ANEXO B PERFIL ESTRATIGRAFICO

C-01

DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA



Nombre del Proyecto :

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO LOS ÍNDICES DE BENEDETTI PETRINI DE LAS VIVIENDAS TIPO C DEL SECTOR 17, BARRIO LUCMACUHCO, CIUDAD DE CAJAMARCA

Fecha : 17-Jun-24

Ubicación:

BARRIO LUCMACUHCO, CIUDAD DE CAJAMARCA

ESTE: 773,103.44 **NORTE:** 9,208,748.42

RESPONSABLE: BACH. ING. DIEGO RICARDO MALAVER VARGAS

EQUIPO: ---

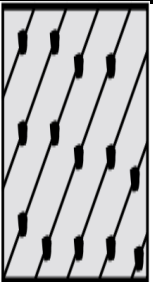
OPERADOR: ----

NIVEL FREÁTICO: NO

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:

PROF. RAÍCES: --

ESTIMACIÓN VISUAL

PROF. (m)	MUESTRA No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% SOBRETAMBAÑO ¹	% GRAVA ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ³ O CEMENTACIÓN ⁴	PLASTICIDAD (np, l, m, h)	OTRAS PRUEBAS ⁵
0.0		ARENA LIMO ARCILLOSA, Según SUCS de material (SC-SM), los porcentajes que tiene son: 0.00% Over, 0.0% grava, arena 53.4%, finos 46.6%, material de color AMARILLO PÁLIDO	0.0 %	0 %	53.4 %	46.6 %	AMARILLO PÁLIDO	-	MEDIA	-
1.0										
2.0										
3.0										
4.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): débil, moderado, resistente

⁵ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁶ Estratificado, laminado, fisurado, lajado (*slickensided*), en bloques, lenticular, homogéneo.