

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE LA ZONA
DE VILLA HUACARIZ DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA USANDO EL
MÉTODO INDECI**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Bachiller: Miguel Angel Gonzáles Vásquez

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2022

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, a sus docentes y en especial al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno por su apoyo en la realización de este trabajo.

Miguel Angel Gonzáles Vásquez

DEDICATORIA

A mi madre Guillermina, que gracias a su comprensión y apoyo en todas las etapas de mi vida he sabido sobrellevar dificultades y aspirar a metas superiores.

A mi padre Víctor, que sin su insistente preocupación por mi formación académica desde pequeño no hubiese logrado llegar a este punto en mi proceso formativo.

A mi hermano Frank cuya guía profesional en el camino de la Ingeniería Civil y guía personal en momentos difíciles hicieron posible el inicio y la culminación de este trabajo.

A mi hermana Sandra que sin su compañía, consejos y fe en mi persona a lo largo de mi vida me han hecho entender el potencial de la perseverancia y la importancia de la tranquilidad emocional.

Y finalmente dedico este trabajo también a mis amigos incondicionales Kody y Arya cuyas ocurrencias hacen de mi familia un hogar completo y alegre.

Miguel Angel Gonzáles Vásquez

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS, ESQUEMAS, FORMULAS Y GRÁFICOS	8
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS	14
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.4. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	18
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ.....	22
2.2.2. SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.....	25
2.2.3. VULNERABILIDAD SÍSMICA	28
2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ÁREAS POBLACIONALES	28
2.2.5. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ÁREAS POBLACIONALES.....	29
2.2.5.1. MÉTODO ATC 21.....	29
2.2.5.2. MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA	31
2.2.5.3. MÉTODO FEMA P-154	33
2.2.5.4. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD O BENEDETTI- PETRINI.....	39
2.2.5.5. MÉTODO INDECI.....	41

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	55
3.2. UBICACIÓN SÍSMICA	59
3.3. UBICACIÓN EN EL GEOLÓGICA	60
3.4. UBICACIÓN EN EL TIEMPO	61
3.5. PROCEDIMIENTO.....	62
3.5.1. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO	63
3.5.2. CÁLCULO DE LA MUESTRA	64
3.5.3. APLICACIÓN DE LA FICHA INDECI	65
3.5.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	66
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Sismos históricos del Perú.	23
Tabla N° 2: Zonificación Sísmica de la ciudad de Cajamarca.	25
Tabla N° 3: Ficha de verificación ACIS.....	32
Tabla N° 4: Identificación de la zona sísmica FEMA - 154	33
Tabla N° 5: Guía para la identificación de los modificadores “Pre-code” y “Benchmarck-post” en las edificaciones	34
Tabla N° 6: Parámetros de clasificación de los suelos para el método FEMA-15	35
Tabla N° 7: Escala de Vulnerabilidad Benedetti-Petrini.....	40
Tabla N° 8: Formulario para el levantamiento de datos para el método de Benedetti—Petrini.....	40
Tabla N° 9 Ficha aplicada a las viviendas de Villa Huacariz	65
Tabla N° 10 Datos y Resultados de la aplicación de encuestas.....	67
Tabla N° 11. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 81.	70
Tabla N° 12. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 89.	73
Tabla N° 13. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 103.	76
Tabla N° 14 Resumen del parámetro “Material predominante en la edificación”..	79
Tabla N° 15 Resumen del parámetro “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”	80
Tabla N° 16 Resumen del parámetro “Antigüedad de la edificación”	81
Tabla N° 17 Resumen del parámetro “Tipo de suelo”	82
Tabla N° 18 Resumen del parámetro “Topografía del terreno de la vivienda”	83
Tabla N° 19 Resumen del parámetro “Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia”	84
Tabla N° 20 Resumen del parámetro “Configuración geométrica en planta”	85
Tabla N° 21 Resumen del parámetro “Configuración geométrica en elevación” ..	86
Tabla N° 22 Resumen del parámetro “Juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura”	87
Tabla N° 23 Resumen del parámetro “Existe concentración de masas en niveles...”	88

Tabla N° 24 Resumen del parámetro “En los principales elementos estructurales se observa”	89
Tabla N° 25 Resumen del parámetro “Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por ...”	90
Tabla N° 26 Resumen total del nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de Villa Huacariz encuestadas.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Formato de inspección rápida ATC 21	31
Figura N° 2: Probabilidad de falla estimada acorde al puntaje estructural según el método FEMA -154	37
Figura N° 3: Formato de recolección de datos para el método FEMA - 154	38
Figura N° 4: Primera parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”	42
Figura N° 5: Segunda parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”	43
Figura N° 6: Tercera parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”	44
Figura N° 7: Irregularidades en planta	50
Figura N° 8: Irregularidad en geometría vertical	53
Figura N° 9: Localización de la provincia de Cajamarca en el Departamento de Cajamarca	55
Figura N° 10: Localización del distrito de Cajamarca en la provincia de Cajamarca	56
Figura N° 11: Localización de la zona de “Villa Huacariz” o sector 24 en la ciudad de Cajamarca	57
Figura N° 12: Delimitación de la zona de “Villa Huacariz” en la ciudad de Cajamarca	58
Figura N° 13: Zonas Sísmicas del Perú	59
Figura N° 14: Mapa de Intensidades sísmicas de la ciudad de Cajamarca	60
Figura N° 15: Mapa de Geológico de la ciudad de Cajamarca	61
Figura N° 16: Diagrama de Flujo del procedimiento utilizado	62
Figura N° 17: Ubicación de la zona de Villa Huacariz en el plano catastral de la ciudad de Cajamarca	63
Figura N° 18: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 81.	72
Figura N° 19: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 89.	75
Figura N° 20: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 103.	78
Figura N° 21: Gráfico circular del parámetro “Material predominante en la edificación”	79
Figura N° 22: Gráfico circular del parámetro “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”	80

Figura N° 23: Gráfico circular del parámetro “Antigüedad de la edificación”	81
Figura N° 24: Gráfico circular del parámetro “Tipo de suelo”	82
Figura N° 25: Gráfico circular del parámetro “Topografía del terreno de la vivienda”	83
Figura N° 26: Gráfico circular del parámetro “Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia”	84
Figura N° 27: Gráfico circular del parámetro “Configuración geométrica en planta”	85
Figura N° 28: Gráfico circular del parámetro “Configuración geométrica en elevación”	86
Figura N° 29: Gráfico circular del parámetro “Juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura”	87
Figura N° 30: Gráfico circular del parámetro “Existe concentración de masas en niveles...”	88
Figura N° 31: Gráfico circular del parámetro “En los principales elementos estructurales se observa”	89
Figura N° 32: Gráfico circular del parámetro “Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por ...”	90
Figura N° 33: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de Villa Huacariz encuestadas	91

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona “Villa Huacariz” de la ciudad de Cajamarca utilizando el método INDECI. Se realizó un análisis cualitativo de los doce factores usados en este método, usando para este fin tanto la normativa peruana vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones como bibliografía e investigaciones sobre vulnerabilidad Sísmica. Se determinó que el nivel de vulnerabilidad sísmica de la zona “Villa Huacariz” es ALTO pues de las 111 viviendas evaluadas, el 2% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica MUY ALTO, 57% de viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTO, 35% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica MODERADO y finalmente un 6% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJO. Finalmente se establecen recomendaciones para continuar con estudios similares en otras zonas de la ciudad de Cajamarca u otras ciudades, así como medidas que prevengan el alto nivel de vulnerabilidad en las viviendas.

PALABRAS CLAVE: Vulnerabilidad. Sismicidad. Nivel. Cualitativo. Riesgo.

ABSTRACT

The present research aims to evaluate the level of seismic vulnerability of homes in the "Villa Huacariz" area of the city of Cajamarca using the INDECI method. A qualitative analysis of the twelve factors used in this method was carried out, using for this purpose both the current Peruvian regulations of the National Building Regulations and bibliography and research on seismic vulnerability. It was determined that the seismic vulnerability Level of the "Villa Huacariz" area is HIGH because of the 111 homes evaluated, 2% of the homes have a VERY HIGH level of seismic vulnerability, 57% of the homes have a HIGH level of seismic vulnerability, 35% of the homes have a MODERATE seismic vulnerability level and finally 6% of the homes have a LOW seismic vulnerability level. Finally, recommendations are established to continue with similar studies in other areas of the city of Cajamarca or other cities, as well as measures to prevent the high level of vulnerability in housing.

KEY WORDS: Vulnerability. Seismicity. Level. Qualitative. Risk.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema de la sismicidad ha venido siendo a través de la historia el principal foco de atención entre los investigadores relacionados al sector construcción debido a que este fenómeno es siempre un peligro en las obras de construcción civil.

Tavera (2014) señala que desde la década de los 70, la ciencia se dedicó a entender el fenómeno sísmico y fueron estos esfuerzos los que dieron como resultado el identificar zonas en las que la ocurrencia de los sismos era más común. Al encontrarse el Perú en la región sísmica conocida como “Cinturón de Fuego del Pacífico” se han hecho esfuerzos dirigidos a disminuir el riesgo sísmico tales como predecir la ocurrencia de los sismos e intentar desarrollar medidas orientadas a la gestión del riesgo. En nuestro país según se han venido desarrollando acciones que ayudan a disminuir la vulnerabilidad sísmica en el país. Estos esfuerzos han venido siendo una respuesta a la historia sísmica peruana, la cual recoge la cantidad de pérdidas humanas y materiales. Debido al proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, el fenómeno sísmico se seguirá desarrollando en el territorio peruano por lo que se deben seguir tomando acciones, proponiendo soluciones y realizar estudios orientados a reducir los niveles de vulnerabilidad sísmica.

En la ciudad de Cajamarca, últimamente, a raíz del terremoto del 03 de febrero de 2022 y el del 26 de mayo de 2019, el temor de la gente por estos eventos ha despertado en la zona de la sierra norte del país ya que movimientos como tales no se han percibido desde hace un largo tiempo, por lo que es fundamental que las nuevas construcciones sean asesoradas por ingenieros civiles capacitados con el objetivo de disminuir riesgos estructurales y sísmicos sujetos a l diseño y construcción de edificaciones.

En nuestra norma E.030, el distrito de Cajamarca se encuentra dentro de la zona sísmica 3 o como “Alta sismicidad”, lo cual impulsa el estudio por parte de

investigadores a fin de que ante la ocurrencia de un evento sísmico no se deba lamentar la inoportuna toma de acciones.

En el “Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca” 2016 – 2026 (PDU) se señala que la zona de Villa Huacariz ha sido creada el 26 de agosto de 2014 siendo uno de los últimos sectores creados en la ciudad, lo cual indica que es una zona de expansión de la ciudad de Cajamarca, siendo esto corroborado en el proceso de aplicación de la ficha INDECI en la que se recogió la antigüedad de las edificaciones como factor del nivel de vulnerabilidad de la zona.

En esta tesis de investigación se analizó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de “Villa Huacariz” de la ciudad de Cajamarca y de esta manera se identificó si es este un problema en esta zona de expansión, pues en este sector se han ido construyendo numerosas viviendas en los últimos años.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS

Formulación del problema:

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca?

Hipótesis:

“El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI es ALTO”.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se justifica como parte de un conjunto de estudios realizados en el territorio nacional que debido al alto peligro sísmico presente en el territorio peruano dada su ubicación en la zona de alta sismicidad denominada “Cinturón de Fuego del Pacífico” tienen como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de sectores o ciudades para la toma de acciones que disminuyan el riesgo sísmico.

Otro punto de justificación la problemática de autoconstrucción presente en las viviendas de las ciudades de nuestro país, siendo este un problema presente y creciente en las zonas de expansión de las ciudades del Perú. La falta de asesoramiento profesional a cargo e ingenieros civiles tanto en diseño como supervisión de estas construcciones las hace inseguras especialmente ante un evento sísmico incrementando la probabilidad de pérdidas materiales y vidas humanas.

Se justifica esta investigación también categorización del distrito de Cajamarca como zona sísmica 3 en base a la norma técnica E.030 Diseño Sismoresistente por lo que los estudios sísmicos en este distrito para edificaciones presentes y la toma de acciones en base a estos estudios para edificaciones futuras ayudarán a reducir el riesgo sísmico actual.

Finalmente, se justifica esta investigación en la responsabilidad de los gobiernos locales y centros de formación profesional quienes deben tomar acciones en base a investigaciones para asegurar un desarrollo constante y no diferenciado de la sociedad a la que sirven, en este caso en materia de seguridad estructural.

1.4. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación ha sido aplicado en las viviendas ubicadas en la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca, quedando las edificaciones ubicadas fuera del perímetro del sector y/o destinadas a otros fines fuera de este estudio de investigación.

La recopilación de información de las viviendas se realizó durante los meses de abril a agosto del año 2022, de esta manera, la aplicación de la ficha INDECI se realizó a las viviendas habitadas que han sido construidas hasta el periodo señalado.

En la determinación del tipo de suelo de las viviendas el estudio se limita a hacer uso de investigaciones anteriores mas no a la realización de ensayos para determinarlo.

El método empleado puede ser tomado para la replicación de estudios de vulnerabilidad sísmica en áreas poblacionales y los resultados obtenidos pueden ser usados conjuntamente con otros estudios para zonificaciones a mayor escala.

1.5. OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona “Villa Huacariz” de la ciudad de Cajamarca mediante el método INDECI.

Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de viviendas que han contado con la presencia de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción en la zona “Villa Huacariz”
- Determinar el porcentaje y organizar las viviendas en la zona de “Villa Huacariz” según su antigüedad.
- Determinar el material predominante en las viviendas de la zona “Villa Huacariz” y el estado de sus elementos estructurales.
- Determinar la cantidad de viviendas en la zona de “Villa Huacariz” que cuenten con configuración regular o irregularidad en planta y elevación, así como la existencia de juntas de dilatación y concentración de masas en niveles superiores o inferiores.

En el desarrollo de esta tesis de investigación se encuentran los siguientes contenidos:

En el Capítulo I tenemos la Introducción en el cual se elaboró el Planteamiento del problema, Formulación del problema e Hipótesis, Justificación y alcances de la Investigación y finalmente los objetivos.

En el Capítulo II denominado Marco Teórico se establecieron antecedentes internacionales, nacionales y locales, seguidamente se presentan las bases teóricas en las cuales se sustenta esta investigación.

En el Capítulo III “Materiales y Métodos” se precisó la ubicación geográfica, temporal y sísmica de la zona en la que se desarrolló la investigación, también se describió paso a paso el procedimiento realizado en orden cronológico. Seguidamente se presenta el tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados en el que se indica el tratamiento que se utilizó en los datos

obtenidos de cada variable y el tipo de análisis, se presentan también tablas y gráficos que hacen más fácil la interpretación de los resultados.

En el Capítulo IV tenemos el análisis y discusión de resultados en el cual se explicaron y describieron los resultados obtenidos acorde a los objetivos y literatura revisada.

En el Capítulo V se establecieron las conclusiones correspondientes a cada objetivo, dando a conocer el logro y análisis de ellos. También se dieron recomendaciones que ayuden a seguir futuras investigaciones orientadas a ampliar el conocimiento sobre el problema planteado.

Finalmente se señalaron las referencias bibliográficas sobre el material consultado para la realización de este trabajo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Valverde (2015) utiliza mapas de peligrosidad contenidos en la normativa sismoresistente española para evaluar el riesgo sísmico a escala municipal encontrando por ejemplo para la zona sur un grado de 2 y 3 lo cual indica un nivel moderado de riesgo sísmico. Para finalizar propone líneas de investigación a escala municipal más precisas acorde a la escala de trabajo para encontrar la vulnerabilidad en España con el objetivo de mitigar efectos de terremotos futuros.

Barriga (2014) centra su investigación en prevenir los daños causados por los frecuentes eventos sísmicos en Chile, para lo que en sus objetivos pretende el crear una herramienta de gestión que permita identificar el riesgo sísmico en viviendas sociales tomando como población a la ciudad de Valdivia. Como resultado final de su investigación, presenta la siguiente jerarquización de criterios de vulnerabilidad sísmica para viviendas sociales: Calidad estructural, Calidad de la construcción e intervenciones posteriores y Estado de conservación de la vivienda

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Malhaber (2020) aplica el método de INDECI en el distrito de Chongoyape con el fin de obtener la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de este distrito, encontrando un nivel de vulnerabilidad sísmica alto. Elabora además mapas en los que zonifica la zona de estudio en base a la vulnerabilidad sísmica encontrada.

Álvarez y Pulgar (2019) evalúan la vulnerabilidad sísmica en los módulos o pabellones escolares públicos del distrito de Villa María del Triunfo mediante la metodología FEMA P-154. Encuentran usando esta metodología que las

construcciones de concreto con ladrillo son mayormente vulnerables ya que poseen columnas delgadas, diversas irregularidades y solo se solventa por los muros de albañilería. También encontraron que el 40% del total de estructuras no son vulnerables, el 31% son vulnerables y el 29% son muy vulnerables. Como conclusión final establece que los colegios públicos de Villa María del Triunfo no serían suficientes para refugiar a los más de 300 mil habitantes del distrito ante un evento sísmico ya que el 60% de sus estructuras son vulnerables.

Mercado (2016) se plantea determinar la cantidad de viviendas informales que son vulnerables a un sismo, para este fin toma como población de estudio a las viviendas de los asentamientos humanos de Justicia, Paz y Vida y La Victoria ubicados en Villa María del Triunfo. Usa el método Benedetti-Petrini para la obtención de los datos que le ayudarán a concluir en su trabajo que ninguna de las viviendas cumple con la norma E.030, E.060 y otras normativas estructurales. Finalmente encuentra que el promedio del índice de vulnerabilidad es de 71.93% lo que clasifica a estas viviendas con una Vulnerabilidad media-alta o "C" lo cual sería un indicador de la informalidad en la construcción en el sector que analizó.

Santos (2019) aborda su investigación en el distrito de Chilca y su preocupación se fundamenta en la necesidad de los pobladores de tener su propia vivienda, pero ya que no cuentan con los recursos económicos necesarios optan por la autoconstrucción sin contar con el conocimiento necesario para una correcta construcción de sus viviendas. Usa el método ATC 21, Método ACIS y el Método de INDECI. Al aplicar estos métodos encuentra que el mayor porcentaje de vivienda analizadas presentan el más alto nivel de vulnerabilidad sísmica para cada método aplicado.

Gómez y Loayza (2014) utilizan el Método del Índice de Vulnerabilidad o método de Benedetti-Petrini para evaluar la vulnerabilidad sísmica de tres centros de salud en Ayacucho, obteniendo como resultados que dos de éstos (Centro de salud de Conchopata y Santa Elena) tienen vulnerabilidad sísmica baja y el Centro de Salud de Belén tiene una vulnerabilidad media.

Mesta (2014) hace una evaluación descriptiva de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel para lo cual usa el método de Benedetti-Petrini, obteniendo como resultados que casi la totalidad de las edificaciones de adobe presentan vulnerabilidad alta, la mayoría de edificaciones de albañilería presentan vulnerabilidad de media a alta y la mayoría de las edificaciones de concreto armado presentan vulnerabilidad baja.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Orrillo (2017) busca encontrar el nivel de Riesgo Sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca Utiliza los softwares SAP2000 y ETABS 2016. Determina que el riesgo sísmico es alto dado que el nivel de vulnerabilidad y peligro sísmico son altos.

Cholán (2018) en su tesis “Vulnerabilidad Sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca” utilizando diferentes metodologías, usando la metodología de ATC 21-FEMA 154 se determinó que el sector B presenta un comportamiento sísmico regular y para el sector D un comportamiento regular. Usando el Método de Hirosawa determina que la vulnerabilidad estructural del sector B es media ya que en la dirección X se determinó como baja y en la dirección Y se determinó como alta. Para el sector D se determinó como alta pues en la dirección X se determinó como alta y en la dirección Y como media. Para la Vulnerabilidad no Estructural, analizando los muros de albañilería encuentra que es muy probable que se suscite el fenómeno de columna corta debido a la inexistencia de aislamiento entre muros y columnas. Otro fenómeno encontrado es la pobre estructura de anclaje y soporte de los equipos médicos los cuales ante un evento sísmico podrían sufrir daños, así como las instalaciones mismas.

Campos (2019) busca la Vulnerabilidad Sísmica del edificio del Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca utilizando el método

de Benedetti y Petrini como parte del proceso para encontrar el riesgo sísmico de este mismo edificio, en tal sentido encuentra que la Vulnerabilidad Sísmica de este edificio es alta con un índice de vulnerabilidad $I_v=67.6$.

Rubio (2017) analiza la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe del sector de San Isidro en Jaén usando la metodología de INDECI, analizando así un total de 50 viviendas de las cuales el 26% tuvieron un nivel de vulnerabilidad alto y el 74% un nivel de vulnerabilidad muy alto. Según concluye esto se debe a que en este sector la práctica de la autoconstrucción es común y no existe una orientación técnica y recomienda justamente la presencia de personal que brinde apoyo técnico y asegurar de este modo una construcción de calidad que brinde seguridad a sus habitantes.

Bazán (2007) en su tesis de maestría, analiza la vulnerabilidad de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca aplica una ficha de encuesta a un total de 120 viviendas. En su trabajo de investigación concluye que la construcción de las viviendas se realiza sólo con la ayuda de un maestro de obra y en pocas ocasiones interviene el Ingeniero Civil cuya participación se encuentra en la elaboración de planos en su mayoría. Nos indica también que el personal obrero cuenta con poco conocimiento técnico el cual repercute en la seguridad sísmica de las viviendas construidas. En su recolección de datos, encuentra diferentes indicadores que aumentan el grado de vulnerabilidad en las viviendas como mala ubicación de viviendas, deficiente cantidad de muros en el sentido paralelo a la calle, muros y tabiques sin confinamientos, muros pésimamente construidos. Finalmente, concluye que de las 120 viviendas analizadas ante sismo raro el 65% de viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica alta.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ

Nuestro país se encuentra en una ubicación muy desfavorable sísmicamente hablando la cual se ve reflejada en la actividad sísmica constante a lo largo del territorio peruano. Esta ubicación corresponde a nuestra pertenencia al Cinturón de Fuego que es una zona de alta actividad sísmica a lo largo del Océano Pacífico.

En referencia a esta zona, Tavera (2014) señala que dicha zona ha sido identificada gracias a los esfuerzos de la comunidad científica en la década de los 70's que buscaba maneras óptimas de predecir la ocurrencia de grandes sismos, encontrando así una zona en la que la tierra libera más del 80% de la energía acumulada, esta zona sería conocida como "Cinturón de Fuego del Pacífico".

Este reconocimiento de actividad evidencia entonces la alta probabilidad de ocurrencia de sismos grandes lo cual es motivo de preocupación tanto para la población en general y particularmente para los profesionales cuyos trabajos enfocados a la dinámica del suelo. Lamentablemente a lo largo de nuestra historia sísmica no hemos estado preparados para el embate de eventos de magnitudes moderadas o altas.

En la siguiente tabla se muestra una recopilación de algunos de los más importantes sismos tanto en magnitud como en pérdidas a lo largo de la historia sísmica del Perú en los últimos tiempos.

Tabla N° 1: Sismos históricos del Perú.

FECHA	DESCRIPCIÓN
31 de mayo de 1970	A las 15.23 horas, terremoto de magnitud 7.8 y gran aluvión en el Callejón de Huaylas: 67 mil muertos, 150 mil heridos.
9 de diciembre de 1970	A las 23:35 horas, terremoto de magnitud 7.2 entre Piura y Tumbes. Epicentro al sur de Tumbes, 48 muertos. Se sintió en Ecuador donde hubo muertes y daños materiales.
3 de octubre de 1974	A las 09:21 horas, terremoto de 8,0 grados se registró en Lima, azotando la capital del Perú, así como gran parte de la costa peruana, hacia el sur. El movimiento duró alrededor de 90 segundos y dejó como saldo 252 muertos y 3.600 heridos.
16 de febrero de 1979	A las 05:08 horas, fuerte terremoto en el departamento de Arequipa, que ocasionó algunas muertes y muchos heridos, así como daños en Hospital regional N° 2 el cual era relativamente nuevo y en el campus de la Universidad de San Agustín
29 de mayo de 1990	A las 21:34 horas, terremoto en San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas, Jaén y Bagua. Magnitud 6.4 grados Richter. 77 muertos, 1,680 heridos, 58,835 damnificados y 11 mil viviendas destruidas
04 de abril de 1991	A las 23:19 horas, terremoto magnitud 6.2 Richter. Afectó San Martín, Amazonas y La Libertad. Muertos: 53, Heridos:216. Damnificados:181,344. Viviendas:30,224 destruidas. Remeció Rioja, Moyobamba, Chachapoyas y Bolívar. 139 escuelas se desplomaron.
12 de noviembre de 1996	A las 11:59 horas se produjo un violento terremoto en el sur del país provincias de Ica, Pisco, Nazca y Palpa en el departamento de Ica; Caravelí y Caylloma en el Departamento de Arequipa, Lucanas y Coracora en Ayacucho, Huaytará en Huancavelica. Magnitud 6.4 en la escala de Richter. 17 muertos, 1,591 heridos, 94,047 damnificados, 5,346 viviendas destruidas, 12,700 viviendas

afectadas. Dado que el sismo se localizó al Sur Oeste de Nazca los mayores daños se registraron en dicha ciudad destruyendo el 90% de las viviendas.

23 de junio de 2001

A las 15:33 horas, terremoto destructor que afectó el Sur del Perú, particularmente los Departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa. Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto ha originado varios miles de post-sacudidas o réplicas y alcanzó una intensidad máxima de VIII. Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami.

15 de agosto de 2007

A las 18:41 horas, se produjo un terremoto que dejó un saldo de 434 mil 614 personas damnificadas, 221 mil 60 personas afectadas, 596 fallecidos, un total de 93 mil 708 viviendas entre destruidas e inhabitables, con pérdidas millonarias en daños materiales, infraestructura educativa, de salud, transportes, agricultura. Magnitud: 7.0 ML - Magnitud Local (Richter) 7.9 Mw - Magnitud Momento.

26 de mayo de 2019

A las 02:41:12 horas, se registró un movimiento sísmico de magnitud 8.0, profundidad 135 Km, referencia 60 Km al Sur de Lagunas y 64 Km al Este de Yurimaguas, Alto Amazonas – Loreto, con intensidad VI – VII en Lagunas, Yurimaguas. 2 personas fallecidas

Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 1 ha sido elaborada en base a los siguientes documentos: Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2006: sismos ocurridos en el Perú. INDECI 2006, Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2007: desastres 2007- Sismo del 15 de agosto, Reporte Complementario N° 1260 – 26/05/2019/COEN-INDECI/ 12:20 horas (reporte N° 4) 2019. Esta tabla nos muestra solo algunos de la larga lista de eventos significativos de los últimos tiempos de nuestra historia sísmica

basada en la información que el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI. No cabe duda que esta lista tristemente se alargará pues un evento sísmico no es evitable sino más bien un reflejo de la dinámica en las placas tectónicas, es decir un proceso natural.

Algunos de los efectos que se aprecian en la columna derecha de la Tabla N° 1 son en su mayoría evitables pues corresponden a fallas en las construcciones ubicadas en el área de influencia de los sismos, lastimosamente la realidad nos recuerda que la informalidad es uno de los principales problemas de nuestro país y dado que la gran mayoría de construcciones tienen como finalidad servir de viviendas es evidente la problemática en sentido de Vulnerabilidad Sísmica.

2.2.2. SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA

INDECI (2005) en su Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca clasifica a esta ciudad en 4 zonas sísmicas (Nivel severo, Nivel moderado, Nivel menor y Nivel leve) identificadas en función a las variables: aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia. Dichas zonas se muestran en la Tabla N° 2 la cual ha sido elaborada con la información establecida en dicho programa de INDECI.

Tabla N° 2: Zonificación Sísmica de la ciudad de Cajamarca.

CARACTERÍSTICAS	LUGARES
NIVEL SEVERO	
Esta zona presenta suelos lagunares, compuestos principalmente por arcillas plásticas y arcillas limosas, con contenidos de humedad relativamente altos, debido a la proximidad con un nivel freático alto. Son en su mayoría	Este nivel de peligro se ubica al Este de la ciudad, comprometiendo los AA.HH. José Gálvez, FONAVI II, Horacio Zevallos, Hoyos Rubio, San Luís, La Argentina, El Tallo, Villa Universitaria, Alan Perú. Además, se encuentran comprometidos partes de los AA.HH. Santa Elena El Junco, La Alameda, 22 de octubre, Mollepampa, San Martín y la ciudad Universitaria. Dentro de esta clasificación se encuentra

suelos expansibles en grandes proporciones, con altas aceleraciones sísmicas.

la Fundación por los Niños del Perú, el Hospital de Apoyo ESSALUD N° 2, la Universidad Nacional de Cajamarca, Gobierno Regional de Cajamarca, el PRONAA y parte del asilo de Ancianos.

NIVEL MODERADO

Esta zona se caracteriza por presentar suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos, ante la presencia de un sismo de gran magnitud

Dentro de esta clasificación se encuentra gran porcentaje de la ciudad, comprometiendo los AA.HH. 22 de Octubre, Maria Parado de Bellido, San José, San Pedro, La Merced, Santa Apolonia, San Sebastián, La Colmena, Dos de Mayo, Pueblo Nuevo, Amauta, San Antonio, Acomarca, Ramón Castilla, Cajamarca, Pueblo Libre, José Olaya, Magna Vallejo, Santa Elena El Junco, Pilar Nore de García, Víctor Raúl Haya de la Torre, La Florida, Miraflores, Aranjuez, San Martín de Porres, Mollepampa, zona de expansión Urbana y el Condominio Los Eucaliptos.

Dentro de este nivel de peligro se concentra la mayor cantidad de las actividades cívico administrativas y de servicios, entre las que se encuentran la Municipalidad Provincial, Hospital Regional, Hospital ESSALUD N° 1, el reservorio Lucmacucho Alto, el asilo de ancianos, Mercado Central, Mercado San Sebastián, la Catedral, Iglesias San Francisco, La Recoleta, Complejo Belén, Cementerio General, los estadios Municipal y Héroes de San Ramón, la Cia. de bomberos N° 59 y los centros educativos Divino Maestro, Juan XXIII y Santa Teresita.

NIVEL MENOR

Esta zona se caracteriza por presentar un suelo compuesto predominante por depósitos de roca, con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media. Este nivel de peligro se presenta en la zona Norte, Noroeste y Suroeste de la ciudad.

Norte de la ciudad: compromete los AA.HH. Zamana Cruz, Chontapaccha, San José, Moyopata, Moyopata Chica, Santa Rosa, Las Orquídeas, Los Jardines, Alan Perú, José Sabogal, Las Margaritas, Cahuide, Tupac Amaru, José Carlos Mariategui, El Imperio, La Perlita, El Bosque, Acomarca y parte del AH. 22 de octubre.

Noroeste y Suroeste de la ciudad: Dentro de este nivel se encuentra una franja de la ciudad comprendida entre la zona de Peligro Moderado y Peligro Leve, está delimitada por una

poligonal que conforman las calles Huánuco, Desamparados, Prolongación Huánuco, Gracilazo de la Vega, Alfonso Ugarte, Tupac Amaru Jr. Sullana, Av. Perú y José Olaya, para luego continuar siguiendo el eje de la prolongación Alfonso Ugarte con dirección Suroeste hacia el sector La Tumpuna. En su recorrido compromete parte de los AA.HH. San Pedro, Cumbemayo, Santa Apolonia, San Sebastián, Nueve de Octubre, Santa Elena y Turpuna.

NIVEL LEVE

Esta zona presenta un suelo compuesto predominante por materiales de origen volcánico, con depósitos de roca y gravas muy densas, presenta bajas aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante; se localiza al Oeste de la ciudad, sobre las laderas de los cerros que bordean la misma.

Dentro de esta calificación se encuentran los AA.HH. Urubamba, San Vicente, Cumbe Mayo, Delta, La Esperanza Alta, Pachacutec, El Estanco, Vista Bella, Bellavista, Santa Elena, Calispuquio y parte de la zona de la Turpuna. Compromete la Planta de Tratamiento Santa Apolonia, los reservorios Santa Apolonia y La Esperanza, los Centros de Salud, Pachacutec y La Tulpuna, la posta de salud del Barrio San Vicente, el CE. Corazón de María y el CEI. Miguel de Cervantes.

Fuente: Elaboración propia en base a “Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca” – INDECI 2005.

Como se puede notar no se aprecia el nombre de la zona de Villa Huacariz en alguna clasificación de la Tabla N° 2 ya que el sector 24 denominado “Villa Huacariz” fue creado el 26 de agosto de 2014 bajo ordenanza municipal N° 457-CMPC según el “Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca” 2016 – 2026 (PDU). Dando a conocer de esta manera, el crecimiento poblacional en este sector. Sin embargo, zonas aledañas como el Hospital Regional pertenecen a una zona de Nivel Moderado.

2.2.3. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La Vulnerabilidad Sísmica se define como el grado de debilidad o fortaleza de la población y su entorno, o la imposibilidad de restaurarse, ante la eventual ocurrencia de un fenómeno un evento sísmico. (Santos 2019)

Mercado (2016) señala que la vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico. Esto conlleva a pensar que ésta depende de aspectos geométricos, constructivos y estructurales de la edificación. Sin embargo, para estimar la vulnerabilidad sísmica de un área el trabajo sería complicado dada la enorme cantidad de variables que cada estructura presenta. También señala que una edificación puede también presentar otros tipos de vulnerabilidad, los cuales son:

- Vulnerabilidad Estructural: Se refiere al grado de impacto que la acción del sismo tendrá sobre la estructura para de esta manera poder determinar si ésta es habitable o utilizable.
- Vulnerabilidad No Estructural: No solo los componentes estructurales se ven sujetos a las acciones sísmicas sino también los equipos y elementos que las edificaciones tengan en su interior tales como: tabiques, parapetos, paneles prefabricados, cielos rasos, vidrios, muros cortina y equipos mecánicos.
- Vulnerabilidad Funcional: Ante un evento sísmico, en una estructura las instalaciones eléctricas, sanitarias, de gas y combustibles o telecomunicaciones pueden quedar dañadas e inutilizables.

2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ÁREAS POBLACIONALES

En la búsqueda de la seguridad de las personas ante un suceso sísmico, es posible analizar el estado de un sector o área poblacional para lo cual se han venido desarrollando diferentes métodos, algunos de los cuales se indican a continuación.

2.2.5. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ÁREAS POBLACIONALES

Entre los más importantes y usados tenemos:

- Método ATC 21
- Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
- Método FEMA P-154
- Método del Índice de Vulnerabilidad o Benedetti-Petrini
- Método INDECI

2.2.5.1. MÉTODO ATC 21

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en su Programa de Capacitación para la Estimación de Riesgo señala que el método ATC 21 es un método analítico muy sencillo en el cual se califica a una edificación según las características estructurales de la misma de manera que se añaden o restan puntos a la calificación inicial. La calificación va desde 0 (mal comportamiento sísmico) hasta 6 (muy buen comportamiento) y algunos de los factores de los que dependerá la calificación son:

- Si la edificación es de gran altura
- Si está deteriorado
- Si tiene irregularidades geométricas
- Si existen pisos flexibles dentro de la edificación
- Si existe torsión en planta

Se procede luego a analizar la Ficha de Inspección Visual Rápida usada para este método. En esta ficha se puede encontrar un área destinada para hacer un croquis de la edificación, así como los siguientes datos generales:

- Dirección
- Nombre de la Edificación
- N° de bloque
- Año de construcción
- Área total de piso en m²
- Fecha

- Uso
- Zona de Importancia sísmica
- Realizado por:

Junto a estos datos también podemos adjuntar fotografías de la edificación

En la segunda parte de esta ficha se debe identificar el tipo de vivienda (unifamiliar o multifamiliar) y Número de personas que habitan el inmueble. También es necesario establecer el tipo de suelo como A, B, C, D, E o F los cuales corresponden a roca dura, roca media, suelo denso, suelo rígido, suelo firme o suelo pobre respectivamente. En esta parte de la ficha se debe tener en cuenta elementos que ante un evento sísmico puedan generar un peligro de caída como: chimeneas no reforzadas, parapetos, revestimientos u otros a detallar.

Finalmente, tenemos la sección final de Puntuación Básica, Modificadores y Puntuación Final en la que se evalúa de acuerdo al tipo de construcción (“W” para viviendas de albañilería, “S” para edificaciones de acero, “C” para edificaciones de concreto, “PC” para edificaciones de concreto armado y “RM” para edificaciones de mampostería reforzada). El resultado del análisis depende entonces del puntaje añadido o restado por cada uno de los factores. La siguiente imagen muestra la Ficha de Inspección Rápida del método ATC 21.

Figura N° 1: Formato de inspección rápida ATC 21

TIPO DE VIVIENDA		N° DE PERSONAS		TIPO						PELIGROS DE CAÍDA					
UNIFAMILIAR		0-10		A	B	C	D	E	F						
MULTIFAMILIAR		10-100		ROCA DURA	ROCA MEDIA	SUELO DENSO	SUELO RÍGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE	CHIMENEAS NO	PAREPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO		
CROQUIS															
										Dirección:					
										Nombre de la Edificación:					
										N° de bloque:					
										Año de construcción:					
										Área total de piso en m2:					
										Fecha:					
										Uso:					
										Zona de importancia sísmica:					
Realizado por:															
FOTOGRAFÍA															
PUNTAJACIÓN BÁSICA, MODIFICADORES Y PUNTAJACIÓN FINAL S															
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
CUENTA BASICA	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Altura Mediana	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
Altura Elevada	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	N/A	0.6	0.6	0.6	N/A
Irregularidad Vertical	-3.5	-3	-2	-2	N/A	-2	-2	-2	-2	-2	N/A	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
Irregularidad en Planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Irregularidad de Golpeo	N/A	N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	N/A	-0.5	N/A	N/A	N/A	-0.5	N/A	N/A	N/A
Post. De Referencia	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	N/A	N/A	1.2	1.6	1.8	1.8	N/A	N/A	1.8	N/A
Suelo tipo C (GM,GP)	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo D (SM,SC)	-0.6	-1.2	-1	-1.2	-1	-1	-1.2	-1	-1.2	-1	-1	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Suelo tipo E (ML,CL)	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	1.6	1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
PUNTAJE FINAL S	1.6														
Comentarios:												REQUIERE EVALUACION DETALLADA			
												SI		NO	

Fuente: ATC 21 2002

2.2.5.2. MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica o “ACIS” por sus siglas está conformada por especialistas en ingeniería sismoresistente que ayudan los profesionales en la construcción y a personas no expertas en temas relacionados al diseño sísmico.

Esta asociación presenta también su método para analizar la vulnerabilidad sísmica la cual Santos (2019) describe como un manual que brinda de una manera sencilla el evaluar la vulnerabilidad sísmica en viviendas mediante una ficha diagnóstica la cual contiene: aspectos geométricos, constructivos, estructurales, de cimentación, entorno y suelo; con el propósito de identificar carencias ante la ocurrencia de un fenómeno sísmico. Cada característica evalúa el nivel de vulnerabilidad sísmica. Por lo tanto, cada vivienda analizada se calificará como vulnerabilidad baja, media o alta, según la cantidad de características en común.

La siguiente tabla muestra la ficha de verificación usada por la ACIS para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Tabla N° 3: Ficha de verificación ACIS

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Irregularidad en planta de la edificación • Cantidad de muros en las dos direcciones • Irregularidad en altura 			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de las juntas de pega en mortero • Tipo y disposición de las unidades de mampostería • Calidad de las juntas de los materiales 			
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
<ul style="list-style-type: none"> • Muros confinados y reforzados • Detalles de columnas y vigas de confinamiento • Vigas de amarre o corona • Características de las aberturas • Entrepiso • Amarre de cubiertas 			
CIMENTACIÓN			
SUELOS			
ENTORNO			
	BAJA	MEDIA	ALTA
CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA			

Fuente: Adaptado de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica 2001

2.2.5.3. MÉTODO FEMA P-154

La Agencia Federal de Manejo de Emergencia Americana o FEMA tiene por finalidad reducir la pérdida de vidas y bienes, esta agencia presenta su método FEMA 154 en 1988 y actualizado en el 2002.

En la tercera edición del Manual de FEMA 154 (2015), se proporciona un procedimiento estándar de detección rápida visual para identificar, inventariar y calificar a los edificios que son potencialmente peligrosos sísmicamente, es decir vulnerables. El sistema de puntuación fue revisado, basado en la nueva información, y el manual se simplificó para facilitar la aplicación. La base técnica para el procedimiento de detección visual rápida se documenta en la segunda edición del FEMA 155 (2002). Los pasos a seguir en este método son:

a) Identificación de zona sísmica y selección de recolección de datos:

Castro (2019) nos señala que el procedimiento propuesto comienza con la identificación de la zona sísmica en la que se encuentra emplazada la edificación. Hay tres regiones de sismicidad definidas: bajo (L), moderada (M) y alto (H).

Para la identificación de la zona sísmica se calculan los valores de aceleración espectral para un periodo de 0.2 y 1.0.

La siguiente tabla muestra la relación entre la región sísmica y la aceleración espectral para un periodo corto y largo.

Tabla N° 4: Identificación de la zona sísmica FEMA - 154

Región sísmica	Respuesta de la aceleración espectral	
	Corto (0.2 segundos)	Largo (1.0 segundos)
Baja	Menos de 0.167g	Menos de 0.067g
Moderada	Mayor o igual a 0.167g pero menor que 0.50g	Mayor o igual a 0.067g pero menor que 0.20g
Alta	Mayor o igual a 0.50g	Mayor o igual a 0.20g

Fuente: Adaptado de FEMA 154 2015

b) Datos Generales de la edificación

Se recogen datos como dirección, código postal, área total estimada, nombre de la edificación, uso, año de construcción, fecha de diseño, número de pisos e inspector o ejecutante de la evaluación.

c) Determinación de las fechas de adopción del código sísmico:

En FEMA 154 (2015) se nos muestra una tabla en la que se establece el año de disposición de normas estadounidenses para distintos tipos de edificio, este punto debe ser ajustado a la realidad nacional.

Castro (2019) resuelve este ajuste mediante una indagación que trajo como consecuencia que dado que el primer código peruano de diseño sísmico data de 1977 y la siguiente en 2003 por lo que el puntaje de “Pre-code” corresponderá a las edificaciones diseñadas antes de 1977 y el puntaje de “Benchmark post” para las edificaciones diseñadas después del 2003, finalmente para las edificaciones comprendidas entre 1977 y 2003 no se afectarán por ningún modificador de puntaje.

Tabla N° 5: Guía para la identificación de los modificadores “Pre-code” y “Benchmark-post” en las edificaciones

Zona sísmica	Factor que aplica de acuerdo a la época de construcción de las edificaciones		
	Antes de la implementación de la norma sísmica	Después de la adopción de normas sísmicas	Después de la aplicación de una mejora sustancial de la norma sísmica
Alta	Pre-code	-	Benchmark-post
Media	Pre-code	-	Benchmark-post
Baja	-	Benchmark-post	Benchmark-post

Fuente: Adaptado de FEMA 154 2015.

d) Determinación del año de construcción

Este punto es de vital importancia ya que nos da una idea de las prácticas constructivas de la época.

e) Identificación del número de niveles

FEMA 154 (2015) señala que debido a que el daño puede estar relacionado con el número de niveles y a su vez con la altura del edificio, este también es un parámetro a considerar. En suelos blandos, un edificio alto puede experimentar un periodo de vibración considerablemente mayor y más agitación que un edificio más bajo en el mismo suelo.

f) Elaboración de esquema global de la planta y elevación y fotografiar la edificación:

Se podrá notar aquí algún detalle que pueda haberse pasado por alto

g) Identificación del tipo de suelo:

Se muestra la siguiente tabla en relación a la velocidad de corte en los primeros 30 m (V_s), número de golpes estándar (N) y Resistencia al corte no drenada sobre los primeros 300m (S_u):

Tabla N° 6: Parámetros de clasificación de los suelos para el método FEMA – 154

Parámetros de clasificación de los suelos			
Tipo	Velocidad de la onda de corte en los primeros 30 m.	Número de golpes estándar.	Resistencia al corte no drenada sobre los primeros 300 m.
	V_s [m/s]	N [1]	S_u [Kg/m ²]
A Roca dura	$V_s > 1520$		
B Roca	$760 < V_s < 1520$		
C Rocas Blandas y suelos muy densos	$366 < V_s < 760$	N > 50	$S_u > 9760$
D Suelo rígido	$183 < V_s < 366$	$15 < N < 50$	$4880 < S_u < 9760$

E	Suelo blando	$V_s < 183$ Presencia de más de 30 m de suelo blando, $IP > 20$, $w > 40\%$	$N < 15$	$S_u < 4880$ $S_u < 2440$
F	Suelo pobre	Estos suelos requieren evaluación específica del sitio. Dentro de esta clasificación se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> a) Suelos vulnerables a la falla potencial o colapso bajo cargas sísmicas, tales como suelos licuables, arcillas altamente sensibles, suelos débilmente cementados. b) B) Turbas o arcillas altamente orgánicas, $h > 3$ metros de turba o arcilla altamente orgánica. c) C) Arcillas de muy alta plasticidad ($h > 7.5$ metros con $IP > 75$). d) D) Más de 36 metros de arcillas blandas o medianamente rígidas. 		

Fuente: Adaptado de FEMA 154 2015.

h) Identificación de los posibles peligros de falla en elementos no estructurales:

Se refiere a la presencia de elementos tales como: chimeneas, parapetos, cornisas, chapas, aleros y revestimientos pesados puede plantear riesgos para la seguridad si no están adecuadamente anclados al edificio.

i) Identificación del sistema estructural:

FEMA 154 (2015) proporciona una lista de quince tipos estructurales definidos en el manual, los cuales son:

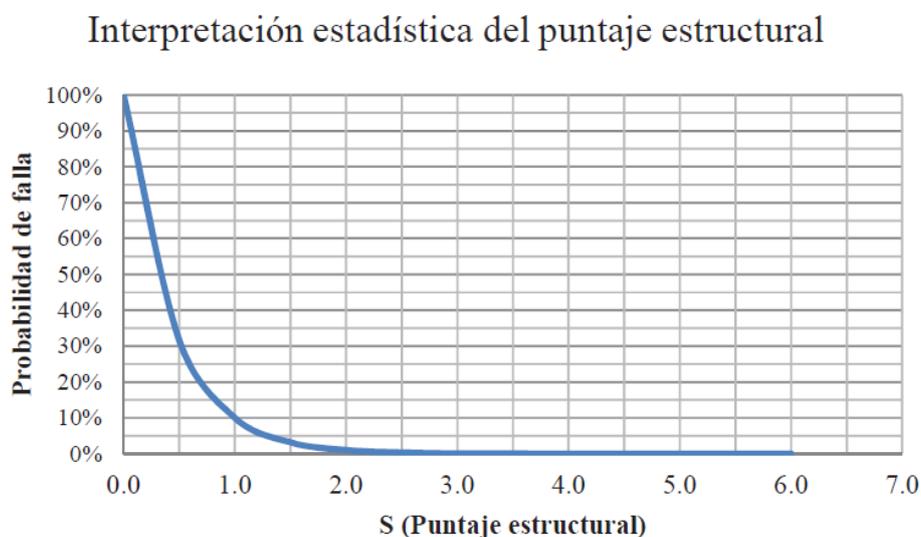
- W1: Estructuras de madera liviana, edificios residenciales y comerciales con un área menor o igual a 465 metros cuadrados.
- W2: Estructuras de madera liviana, con área de edificación mayor a 465 metros cuadrados.
- S1: Edificios con pórticos de acero.
- S2: Edificios arriostrados con pórticos de acero.
- S3: Construcciones livianas de metal.
- S4: Edificios con estructura de acero con muros de corte de concreto.

- S5: Edificios con estructura de acero con muros de corte de albañilería no reforzada.
- C2: Edificios con muros de corte de concreto.
- C3: Edificios de concreto reforzados rellenos con muros de albañilería.
- PC1: Edificios Tilt-up (edificaciones que se ensamblan y se izan en campo)
- PC2: Estructuras de concreto prefabricadas.
- RM1: Edificios de albañilería reforzada con diafragma flexible; y RM2: Edificios de albañilería reforzada con diafragma rígido.
- URM: Edificaciones con muros de albañilería no reforzada.

j) Determinación de la puntuación final:

Castro (2019) nos indica que la Puntuación Final Estructural, S, se determina sumando de forma aritmética la puntuación básica. Este puntaje final de la edificación se registra en el formato de recolección de datos. Finalmente, el evaluador también debe opinar si la estructura necesita una evaluación detallada. Como resultado, podremos obtener la probabilidad de falla en base al puntaje “S”. El siguiente gráfico muestra la probabilidad de falla de una estructura en base al puntaje obtenido notando que la probabilidad de falla aumenta según disminuye el puntaje “s” obtenido.

Figura N° 2: Probabilidad de falla estimada acorde al puntaje estructural según el método FEMA -154



Fuente: Castro 2019

Figura N° 3: Formato de recolección de datos para el método FEMA - 154

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
 FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

SKETCH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

S₁: _____ S₂: _____

Screeners(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Industrial Utility Commercial Office Warehouse Emer. Services School Residential, #Units: _____ Historic Shelter Government

Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK *if DNK, assume Type D.*

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS: _____

Additional sketches or comments on separate page

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RH1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V ₁		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P ₁		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.8	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S _{MIN}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} ≥ S_{MIN}

EXTENT OF REVIEW

Exterior: Partial All Sides Aerial

Interior: None Visible Entered

Drawings Reviewed: Yes No

Soil Type Source: _____

Geologic Hazards Source: _____

Contact Person: _____

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?

Yes, Final Level 2 Score, S_{L2} _____ No

Nonstructural hazards? Yes No

OTHER HAZARDS

Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?

Pounding potential (unless S_{L2} > cut-off, if known)

Falling hazards from taller adjacent building

Geologic hazards or Soil Type F

Significant damage/deterioration to the structural system

ACTION REQUIRED

Detailed Structural Evaluation Required?

Yes, unknown FEMA building type or other building

Yes, score less than cut-off

Yes, other hazards present

No

Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)

Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated

No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary

No, no nonstructural hazards identified DNK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM/INF = Unreinforced masonry/inf MH = Manufactured Housing LM = Light metal FD = Flexible diaphragm BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up RD = Rigid diaphragm

Fuente: FEMA 154 2015.

2.2.5.4. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD O BENEDETTI-PETRINI

Mercado (2016) nos narra que este es un método que ha venido siendo usado desde 1982 en Europa y dada la época es que surge el inconveniente de aplicación a los tiempos actuales ya que su aplicación está diseñada para edificaciones de piedra.

Este método se puede entonces modificar para ser aplicado de manera que pueda ser usado para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en construcciones actuales, pero sin modificar la dirección que sus 11 parámetros siguen.

Usando el método de Índice de Vulnerabilidad nos permite al igual que los demás métodos tomar decisiones en base a una aproximación de la vulnerabilidad en los planes de mitigación de desastres.

Para completar el formato de aplicación del método Benedetti-Petrini debemos en un primer paso ingresar datos como: ubicación, número de edificio, fecha y observador.

Luego deberemos asignar a cada uno de los 11 parámetros una letra según el nivel que se refleje en la edificación para luego hacer una sumatoria afectando primero a cada parámetro por su nivel de importancia (entre 0.25 y 1.5).

La fórmula entonces para el cálculo del índice de vulnerabilidad es:

Fórmula N° 1: Cálculo del Índice de Vulnerabilidad por el método Benedetti-Petrini

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

Donde: K_i : Valor numérico de la clase de cada parámetro

W_i : Importancia del Parámetro

En la siguiente tabla podremos ver el valor que cada letra representa en el parámetro a evaluar, además de la importancia del parámetro. Estos datos serán usados para calcular el índice de vulnerabilidad en la fórmula anterior.

Tabla N° 7: Escala de Vulnerabilidad Benedetti-Petrini

PARÁMETRO	Clase (Ki)				Importancia del parámetro (Wi)
	A	B	C	D	
Organización del Sistema resistente	0	5	20	45	1.00
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Adaptado de Mercado 2016.

Tabla N° 8: Formulario para el levantamiento de datos para el método de Benedetti—Petrini

FORMULARIO PARA EL LEVANTAMIENTO DE DATOS PARA EL MÉTODO BENEDETTI-PETRINI

DATOS GENERALES

N° de Edificio:

Dirección:

Fecha (dd/mm/aa):

Observador:

PARÁMETROS DEL MÉTODO

1. Organización del sistema resistente:

2. Calidad del sistema resistente:

3. Resistencia convencional:

A) Número de pisos N:

B) Área total cubierta A_t (m²):

C) Área resistente en sentido "X" A_x (m²):

sentido "Y" A_y (m²):

A) Resistencia cortante mampostería k (Ton/m²):

B) Altura media de los pisos h (m):

C) Peso específico mampostería P_m (Ton/m³):

D) Peso por unidad de área diafragma P_s (Ton/m²):

4. Posición del edificio y de la cimentación:

5. Diafragmas horizontales:

6. Configuración en planta $\beta_1 = a \cdot L$:

$\beta_2 = b \cdot L$:

7. Configuración en elevación. Superficie porche %:

T/H:

+ -M/M%:

8. Distancia máxima entre los muros L/S:

9. Tipo de cubierta:

10. Elementos no estructurales:

11. Estado de conservación:

Fuente: Adaptado de Mercado 2016.

2.2.5.5. MÉTODO INDECI

El Instituto Nacional de Defensa Civil realiza acciones que prevengan la pérdida de vidas humanas ante la ocurrencia de dichos fenómenos. En este sentido, nos brinda la ficha de verificación “Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo”, la cual identifica y determina el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo en base a datos recogidos a través de una ficha de verificación que consta de las siguientes tres partes:

- **Primera parte:** En esta parte encontraremos el bloque A en el que se deberán completar los datos de ubicación geográfica, catastral, dirección, fecha y datos del jefe del hogar. En el bloque B anotaremos los datos exteriores y el estado de ocupación del mismo. En el bloque C encontramos las características del tipo de vivienda como la presencia de puerta independiente, si forma o no parte de un complejo, total de ocupantes, cantidad de pisos de la vivienda o cantidad de pisos del complejo multifamiliar y factores críticos para la determinación del nivel de vulnerabilidad “muy alto” o “alto”.
- **Segunda parte:** Encontraremos los bloques D y E. En el bloque D anotaremos las características de construcción de la vivienda entre los que tenemos: Material predominante de la edificación, participación de algún ingeniero civil en el diseño y/o construcción, antigüedad de la edificación, tipo de suelo, topografía del terreno de la vivienda, topografía del terreno colindante a la vivienda o área de influencia, configuración geométrica en planta y elevación, juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura, existencia de concentración de masas en niveles superiores o inferiores, problemas en los elementos estructurales principales y otros factores que inciden en la vulnerabilidad. En el bloque E podremos determinar el nivel de vulnerabilidad de la vivienda mediante una escala que va desde “bajo” hasta “muy alto” basado en la sumatoria de los valores encontrados en el bloque anterior.
- **Tercera parte:** Encontraremos los bloques F y G. En el bloque F encontraremos recomendaciones generales en caso de sismos. En el bloque G, recomendaciones referidas al potencial de “zona de seguridad” y/o “vía de evacuación”.

Figura N° 4: Primera parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”



Instituto Nacional de Defensa Civil

Ficha N° 000001

Pág. 1 de 3

**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO
FICHA DE VERIFICACION**

A.- UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

1. UBICACIÓN GEOGRAFICA		2. UBICACION CENSAL (Fuente INEI)			3. FECHA y HORA		
1 Departamento		1 Zona N°					
2 Provincia		2 Manzana N°			dd	mm	aa
3 Distrito		3 Lote N°			Hora	:	horas

4. DIRECCION DE LA VIVIENDA		1	2	3	4	5	6	7
Nombre de la Calle, Av. Jr, etc.		Avenida ()	Jirón ()	Pasaje ()	Carretera ()	Otro: ()		
		Puerta N°	Interior	Piso	Mz	Lote	Km	
Nombre de la Urbanización / Asentamiento Humano /Asoc. de vivienda /otros								
Referencia:								

5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL JEFE(A) DE HOGAR O ENTREVISTADO(A)		6. DNI	
Apellido Paterno			
Apellido Materno			
Nombres			

B.- INFORMACIÓN DEL INMUEBLE POR OBSERVACIÓN DIRECTA

1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE :		2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA ...	
1 En caso de colapso, por el predominante deterioro, SI compromete al área colindante	()	1 Habitada	()
2 Ante posible colapso, por el predominante deterioro, NO compromete al área colindante	()	2 No habitada	()
3 No muestra precariedad	()	3 Habitada, pero sin ocupantes	()
4 No fue posible observar el estado general de la vivienda	()		

En caso la respuesta corresponda a La Vivienda se encuentra NO habitada se deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y CONCLUIR LA VERIFICACIÓN

C.- CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE		2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO		3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)	
1 SI cuenta con puerta de calle	()	1 Multifamiliar horizontal	()	1 De la vivienda	
2 NO es parte de un complejo multifamiliar	()	2 Multifamiliar vertical	()	2 Del complejo multifamiliar (aproximado)	
		3 No Aplica	()		

4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA		5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR	
1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1° piso)		1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1° piso)	
2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)		2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)	
3 No aplica por ser vivienda multifamiliar		3 No aplica por ser vivienda unifamiliar	

6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" o "ALTO":	
1 El inmueble se encuentra en un terreno inapropiado para edificar	()
2 Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos	()
3 Otro:	()
4 Otro:	()
5 No aplica	()

De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe

Fuente: INDECI 2010.

Figura N° 5: Segunda parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”

D.- CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA															
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 Adobe ()		6 Adobe reforzado ()		8 Albañilería confinada ()		9 Concreto Armado ()		2 Quincha ()	4	7 Albañilería ()	3	10 Acero ()	1		
3 Mampostería ()					2										
4 Madera ()															
5 Otros ()															
2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 No ()	4	2 Solo Construcción ()	3	3 Solo diseño ()	3	4 Si, totalmente ()	1								
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 Mas de 50 años ()	4	2 De 20 a 49 años ()	3	3 De 3 a 19 años ()	2	4 De 0 a 2 años ()	1								
4. TIPO DE SUELO															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 Rellenos ()		4 Depósito de suelos finos ()		6 Granular fino y arcilloso ()		7 Suelos rocosos ()		2 Depósitos marinos ()	4	5 Arena de gran espesor ()	3		1		
3 Pantanosos, turba ()					2										
5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA															
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor	Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% a 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1	1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% a 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1
6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA															
7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION							
1 Irregular ()	4	2 Regular ()	1	1 Irregular ()	4	2 Regular ()	1								
9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA						10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...									
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor				
1 No / No Existen ()	4	2 Si ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores ()	1								
11. EN LOS PRINCIPALES ELEM ENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA															
11.1 No existen/son Precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor								
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()									
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()									
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes ()	1								
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()									
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()									
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...															
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor								
1 Humedad ()		4 Debilitamiento por modificaciones ()		6 Densidad de muros inadecuada ()		8 No aplica: ()									
2 Cargas laterales ()		5 Debilitamiento por sobrecarga ()	4	7 Otros:..... ()	4										
3 Colapso elementos del entorno ()	4														

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ												=	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe

Fuente: INDECI 2010.

Figura N° 6: Tercera parte de la Ficha de INDECI “Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para caso de Sismos”



F.- RECOMENDACIONES DE CARÁCTER INMEDIATO PARA JEFE(A) DE HOGAR

Calificación viene de la sección "E"

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para caso de SISMOS (*)	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	La Vivienda NO DEBE SER HABITADA Muy Importante: * Si el Nivel de Vulnerabilidad responde a factores inherentes al Tipo de Suelo, Ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es Definitiva * Si el Nivel de Vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar reconstrucción si el uso del terreno es adecuado.	()
ALTO	En caso de Sismo se debe EVACUAR la edificación en forma inmediata ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
MODERADO	Determinar y/o REFORZAR la potencial Zona de Seguridad Interna ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; REFORZAR la vía de evacuación; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
BAJO	Determinar la Zona de Seguridad Interna ; Determinar la vía de evacuación ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
Otras recomendaciones:		

* Para viviendas cercanas al mar, tener en cuenta las recomendaciones para caso de tsunami

G.- RECOMENDACION REFERIDA A LA POTENCIAL "ZONA DE SEGURIDAD" Y/O "VIA DE EVACUACION"

El Nivel de Vulnerabilidad viene de la sección "E"

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones para la ZONA DE SEGURIDAD y/o VIA DE EVACUACION
MUY ALTO	NO aplica , la Vivienda NO ES HABITABLE
ALTO	NO aplica recomendar zona de seguridad interna Vía de evacuación recomendada: Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos
MODERADO	REFORZAR potencial Zona de Seguridad Interna recomendada: Área aproximada: m2 Total de ocupantes: Zona de Seguridad para personas aprox. <i>Si la Zona de Seguridad no es suficiente para la cantidad de personas que la requieren, para el uso de esta área se deberá dar prioridad a las personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes).</i> Vía de evacuación recomendada: Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos
BAJO	Potencial Zona de Seguridad Interna recomendada: Área aproximada: m2 Total de ocupantes: Zona de Seguridad para personas aprox. <i>Si la Zona de Seguridad no es suficiente, para el uso de ésta área se deberá priorizar a personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes).</i> Vía de evacuación recomendada: Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos

Fuente: INDECI 2010.

Como se observa en la figura N°5 en el bloque E se podrá obtener el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda haciendo una sumatoria de los valores correspondientes a los factores establecidos en el Bloque D por lo que es necesario conocer los conceptos de dichos factores, los mismos que se describen a continuación:

Material predominante en la edificación

Se elegirá el material que componga en mayor porcentaje la vivienda que se esté analizando. Dichos materiales pueden ser:

- Adobe

En la norma técnica E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada se define al adobe como la unidad de tierra cruda que puede estar mezclada con arena gruesa para mejorar su resistencia.

La norma técnica E.030 define a las estructuras de adobe como edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

- Quincha

Chavez y Cueva (2020) definen a la quincha tradicional como un sistema entramado de carrizo con barro considerado como un sistema constructivo tradicional de Sudamérica.

- Mampostería

Podemos encontrar diferentes tipos de mampostería como: De tierra comprimida, de piedra, de ladrillos, en seco, etc.

- Madera

En nuestra norma técnica E.030 de Diseño Sismoresistente se definen a las edificaciones de madera como aquellas cuyos elementos resistentes están compuestos principalmente de madera entre las cuales se incluyen los sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

- Adobe reforzado

Condor y Molina (2019) indica que el reforzamiento usado en adobe como refuerzo puede ser: geomalla o malla electrosoldada.

- **Albañilería**

La norma técnica E.070 define a la albañilería simple como aquella que no cuenta con reforzamiento o confinamiento.

- **Albañilería confinada**

Al contrario de la albañilería simple, esta si cuenta con amarre de columnas y vigas de concreto reforzado las cuales confinan a la albañilería.

La norma técnica E.030 define a estas estructuras como las edificaciones cuyos elementos sismoresistentes son muros de albañilería de arcilla o concreto.

- **Concreto Armado**

En la norma técnica E.030 indica que estas estructuras están conformadas por pórticos, muros estructurales, muros de ductilidad limitada o sistemas duales de concreto armado.

- **Acero**

Zambrano (2017) señala que las estructuras metálicas son aquellas que están conformadas por pilares en los que las vigas se apoyan y entre cuyos elementos constituyentes se encuentran: plintos, columnas de acero, pernos y remaches, armaduras, soldaduras, vigas de acero, losas metálicas, cubiertas metálicas, entre otros.

La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción

- **No**

No cuenta con participación alguna de un ingeniero civil.

- **Solo en construcción**

Se contó con la presencia de un ingeniero civil en el proceso constructivo, el cual dirige la obra.

- **Solo en diseño**

Se cuenta con planos diseñados por un ingeniero civil pero no participa alguno en la construcción.

- **Sí, totalmente**

El ingeniero civil participa en el diseño y construcción de la vivienda, aunque no necesariamente sea el mismo profesional.

Antigüedad de la construcción

- Más de 50 años
- De 20 a 49 años
- De 3 a 19 años
- De 0 a 2 años

Tipo de suelo

- Rellenos

La norma técnica E.050 indica que los rellenos pueden clasificarse como naturales y artificiales, estos últimos a su vez se clasifican como:

Rellenos controlados: Son aquellos que se construyen con material seleccionado, siendo posible la cimentación en este tipo de suelo cuya conformación depende de las propiedades físicas del relleno.

Rellenos No controlados: Son suelos que deben ser reemplazados en su totalidad para que alguna edificación sea cimentada en estos suelos.

- Depósitos marinos

INGEMMET (1998) señala que estos suelos son depósitos de materiales clásticos que han sido llevados hacia el mar por ríos o como resultado de la acción erosivas de las olas. Estos depósitos contienen acumulaciones de arena, limo, cantos re trabajados y están constituidos principalmente por arenas de grano medio a fino de color gris claro.

- Pantanosos, turba

Das (2012) señala que en estos suelos de tipo orgánico el nivel freático se encuentra a cerca o sobre la superficie, pudiéndose encontrar en zonas costeras y glaciales.

- Depósito de suelos finos

En el boletín de la serie C de INGEMMET titulado “Estudio geotécnico de futuras áreas de expansión urbana entre Lima y Cañete” (1998) se presentaron a los suelos finos como limos y arcillas ya sea de consistencia blanda, compacta o dura. También se relacionaron este tipo de suelos y la clasificación S.U.C.S. estableciendo que los suelos finos son ML (limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios,

arenas finas limosas o arcillosa, olimos arcillosos con ligera plasticidad), CL (Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas), MH (limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad). CH (arcillas inorgánicas de plasticidad alta). OH (Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos).

- **Arena de gran espesor**

Das (2012) presenta el sistema AASHTO de clasificación de suelos en el cual se puede definir a las arenas de gran espesor o arenas gruesas a los suelos comprendidos en el grupo A-3 con tamaños de partículas comprendidos entre 0.425 mm (tamiz N° 40) y 0.075 mm (tamiz N°200). Pueden contener materiales finos (menor a 0.075 mm) en un porcentaje no mayor al 35%.

- **Granular fino y arcilloso**

Das (2012) presenta también la clasificación SUCS en la cual este tipo de suelos se presentan como: grava bien graduada, grava mal graduada, grava limosa, grava arcillosa, grava bien graduada con limo, grava bien graduada con arcilla, grava mal graduada con limo o grava mal graduada con arcilla. En este tipo de suelos se encuentran suelos cuyos componentes principales son gravas ya sean limpias o con finos.

- **Suelos rocosos**

En el proceso formativo del suelo, señala Das (2012) intervienen dos tipos de intemperismo (mecánico y químico) en las rocas. Son entonces los suelos rocosos los conformados por formaciones rocosas en los cuales el intemperismo sea nulo o escaso.

Topografía del terreno de la vivienda

- Mayor a 45%
- Entre 45% a 20%
- Entre 20% a 10%
- Hasta 10%

Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia

- Mayor a 45%
- Entre 45% a 20%
- Entre 20% a 10%
- Hasta 10%

Configuración geométrica en planta

Se describieron a continuación las irregularidades en planta y elevación que la norma técnica E.030 contempla, sin embargo, en método INDECI para el análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas contempla solo las irregularidades geométricas en planta y elevación.

- Irregular

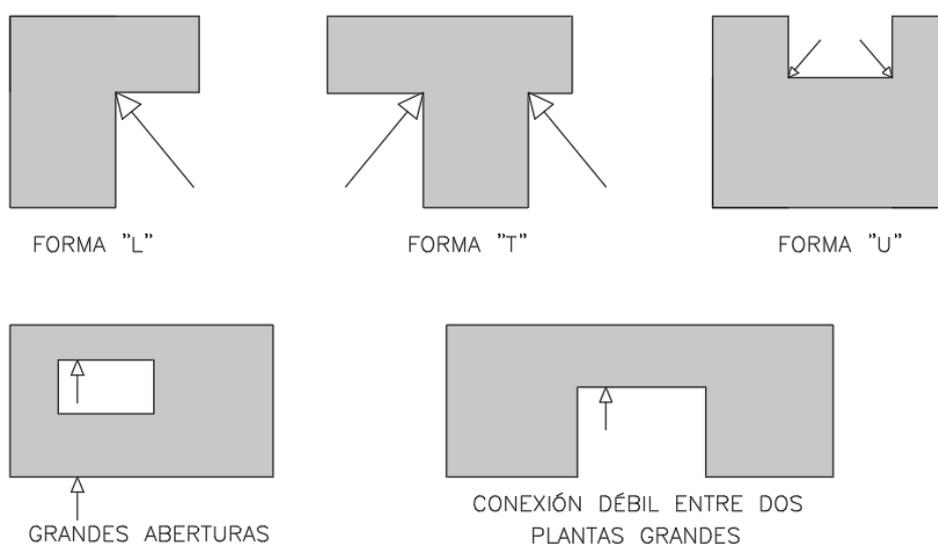
La norma técnica E.030 establece las siguientes irregularidades en planta: Irregularidad torsional, Irregularidad torsional extrema, Esquina entrantes, Discontinuidad del diafragma y Sistemas no paralelos. En esta norma se encuentra la descripción de cada una de estas irregularidades como sigue:

- Irregularidad Torsional y Torsional Extrema: Se presenta cuando la deriva máxima de entrepiso excede el 50% del valor máximo permitido y la deriva máxima excede 1.3 veces la deriva promedio, en el caso de la Irregularidad Torsional Extrema la deriva máxima excede 1.5 veces a la deriva promedio.
- Esquinas entrantes: Cuando la estructura tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones son mayores al 20% de la dimensión en planta.
- Discontinuidad de diafragma: Se presenta cuando existe una abertura mayor al 50% del área bruta del diafragma, también cuando el área neta resistente es menor al 25% del área de la sección transversal total en un diafragma.

- Sistemas no paralelos: Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis de los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. Si los ángulos entre los ejes son menores a 30° o los elementos no paralelos resisten menos del 10% de la fuerza cortante del piso.

Una manera simplificada de identificar las irregularidades geométricas en planta las es presentadas por Castro (2019) en función a la norma E.030. La irregularidad de planta se da en edificios con esquinas entrantes, donde es muy probable que ocurran daños en la edificación. Las edificaciones con buena resistencia en una dirección y no en la otra, podrían inducir efectos torsionales en la edificación. Los edificios con esquinas entrantes incluyen aquellos con planta de formas E, L, T, U, o en forma de cruz. De la misma forma, edificaciones con forma de cuña o con planta triangular tampoco satisfacen la condición de planta regular y deberán ser considerados como irregulares.

Figura N° 7: Irregularidades en planta



Fuente: Castro 2019.

- **Regular**

Son los sistemas que en planta no se encuentran alguna de las consideraciones anteriores.

Configuración geométrica en elevación

- **Irregular**

Se presentan según la norma E.030 las siguientes irregularidades: Irregularidad de rigidez-piso blando, Irregularidad de resistencia-piso débil, Irregularidad extrema de rigidez, Irregularidad extrema de resistencia, Irregularidad de masa o peso, Irregularidad geométrica vertical, Discontinuidad en los sistemas resistentes y Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes. En esta norma se encuentra la descripción de cada una de estas irregularidades como sigue:

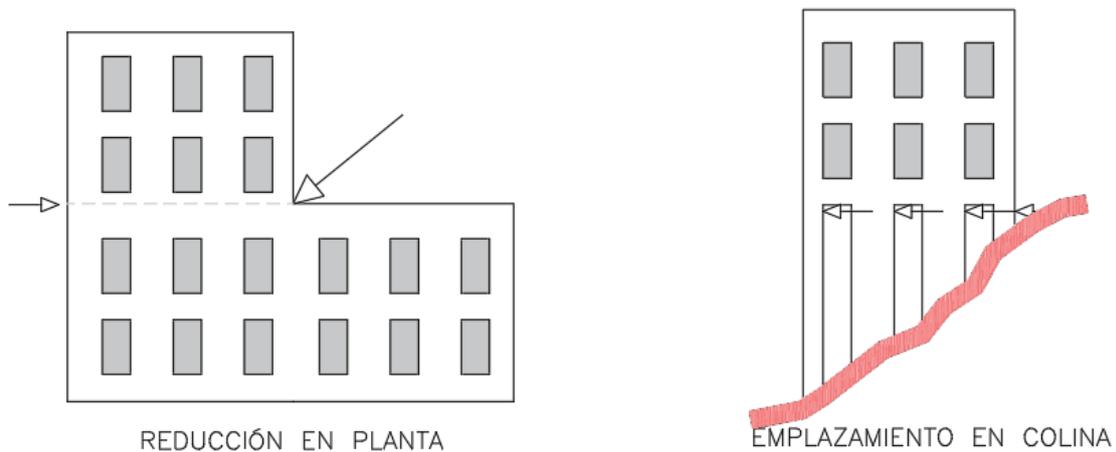
- Irregularidad de rigidez - piso blando y de rigidez extrema: Se considera cuando en cualquiera de las direcciones de análisis en un entrepiso, la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior. Para el caso de irregularidad de rigidez extrema se considerará cuando en un entrepiso, la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior o es menor que el 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.
- Irregularidad de resistencia - piso débil y resistencia extrema: Se presenta cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a las fuerzas cortantes es inferior a 80% (65% para la irregularidad de resistencia extrema) de la resistencia del entrepiso inmediato superior.
- Irregularidad de masa o peso: Cuando la masa de cualquier piso es mayor a 1.5 veces la masa de uno de los pisos contiguos.

- Irregularidad geométrica vertical: Cuando la dimensión horizontal del sistema de resistencia sísmica en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente.
- Discontinuidad de los sistemas resistentes: Se considera el cambio de sistemas en los diferentes niveles de la estructura.

Castro (2019) señala sobre la Irregularidad vertical que una edificación es verticalmente irregular cuando:

- La edificación tiene al menos una falta de alineamiento vertical en alguno de sus muros.
- La edificación se encuentra en una colina empinada y al menos el edificio se cuenta con una diferencia de altura de un piso a lo largo de la colina, tal como se observa en la figura 15. Esto podría causar que la rigidez horizontal a lo largo de la parte inferior sea diferente a la de la parte de arriba. Además, en la dirección de la pendiente, las columnas cortas podrían estar sometidas a fuerzas de cizallamiento sísmico y éstas podrían fallar.
- Los pisos blandos son difíciles de verificar sin el conocimiento de cómo fue diseñada la edificación y de cómo se transmiten las fuerzas laterales de un piso a otro; sin embargo, en caso de duda lo mejor es ser conservador y considerar el escenario más perjudicial. Por otra parte, se debe tener presente que un piso puede ser piso blando en una dirección y en la otra no.

Figura N° 8: Irregularidad en geometría vertical



Fuente: Castro 2019.

- **Regular**

Son los sistemas que en elevación no se aplica alguna de las consideraciones anteriores.

Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura

Rojas (1997) define a la junta de dilatación sísmica como la separación entre dos estructuras diferentes o dos partes de una misma estructura cuya función principal consiste en otorgarle a cada bloque libertad de movimiento.

Existe concentración de masas en niveles...

- Superiores
- Inferiores

En los principales elementos estructurales se observa

- No existen / son precarios (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos)
- Deterioro y/o humedad (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos)
- Regular estado (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos)
- Buen estado (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos)

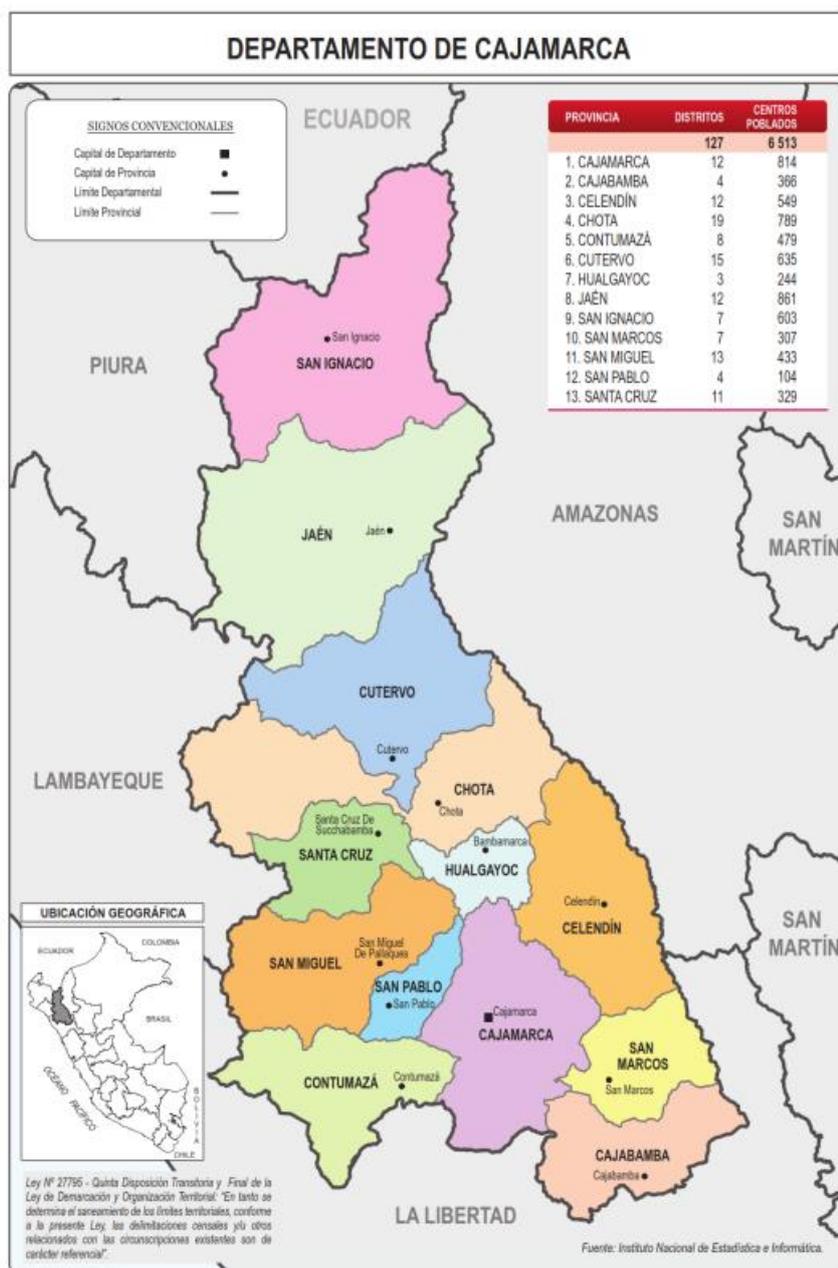
El método INDECI para la obtención de la vulnerabilidad sísmica fue elegido entre los demás métodos para su aplicación en este trabajo de investigación debido a la facilidad que el método ofrece para abarcar grandes áreas de estudio o gran cantidad de encuestas ya que no exige cálculos complicados. Este método recoge la realidad de nuestro país pues el Instituto Nacional de Defensa Civil es un organismo propio del Perú asimismo este método ya ha sido aplicado en otros estudios en nuestro país.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo de investigación tuvo lugar en la zona de “Villa Huacariz” del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

Figura N° 9: Localización de la provincia de Cajamarca en el Departamento de Cajamarca



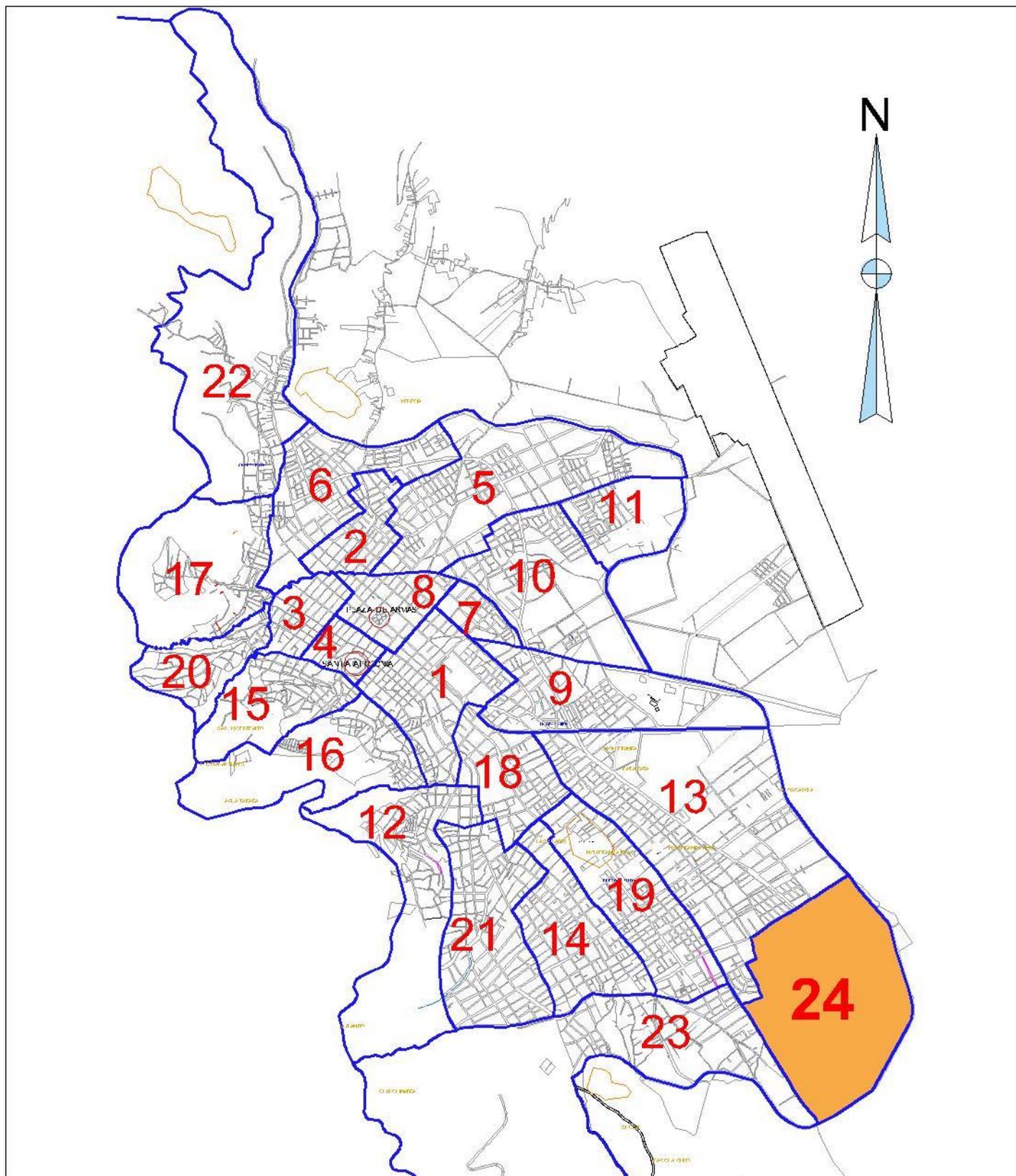
Fuente: INDECI 2018

Figura N° 10: Localización del distrito de Cajamarca en la provincia de Cajamarca



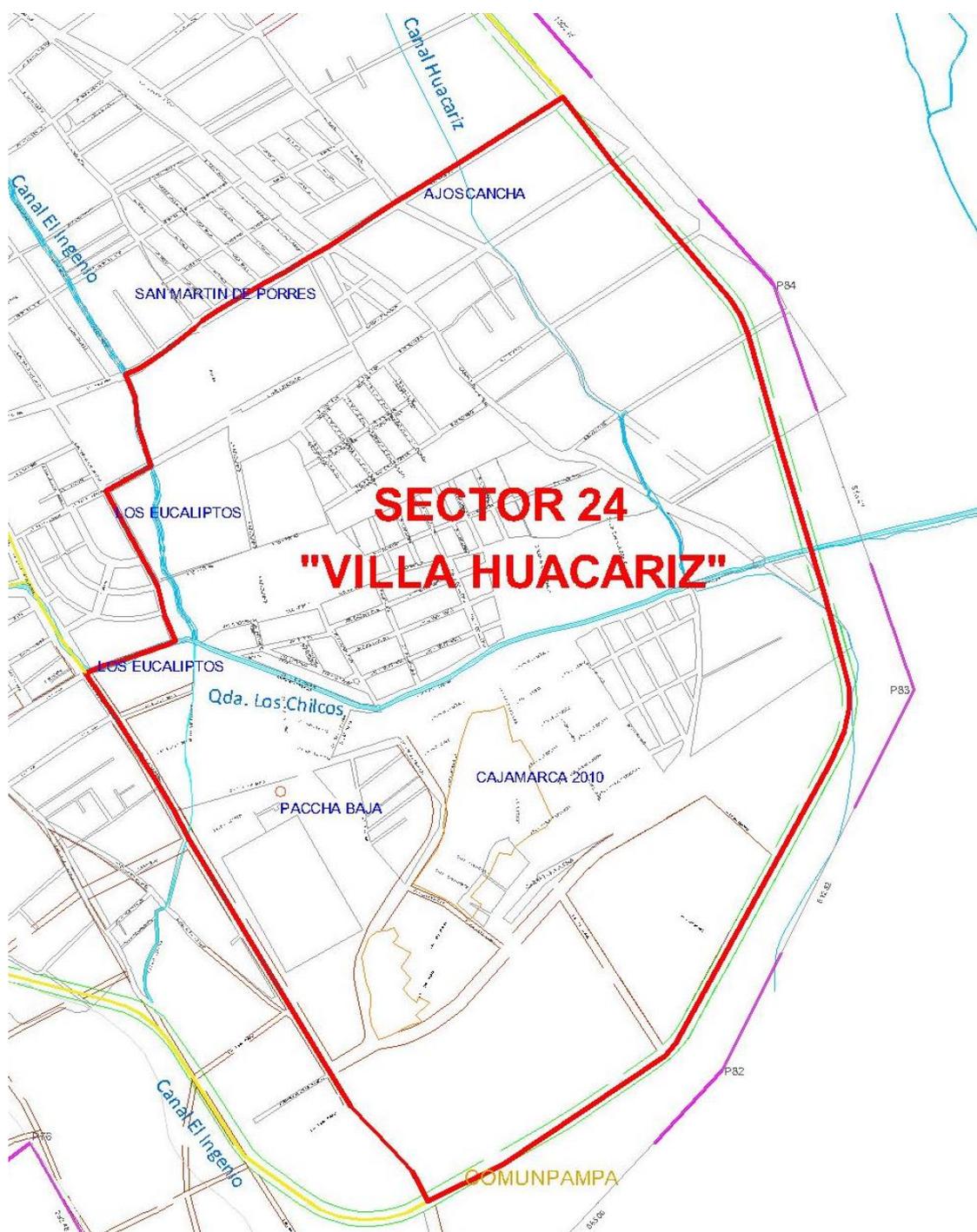
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016 – 2026 (PDU)

Figura N° 11: Localización de la zona de “Villa Huacariz” o sector 24 en la ciudad de Cajamarca



Fuente: Propuesta de Modificación al Plan de Desarrollo urbano de
Cajamarca 2016-2026

Figura N° 12: Delimitación de la zona de “Villa Huacariz” en la ciudad de Cajamarca

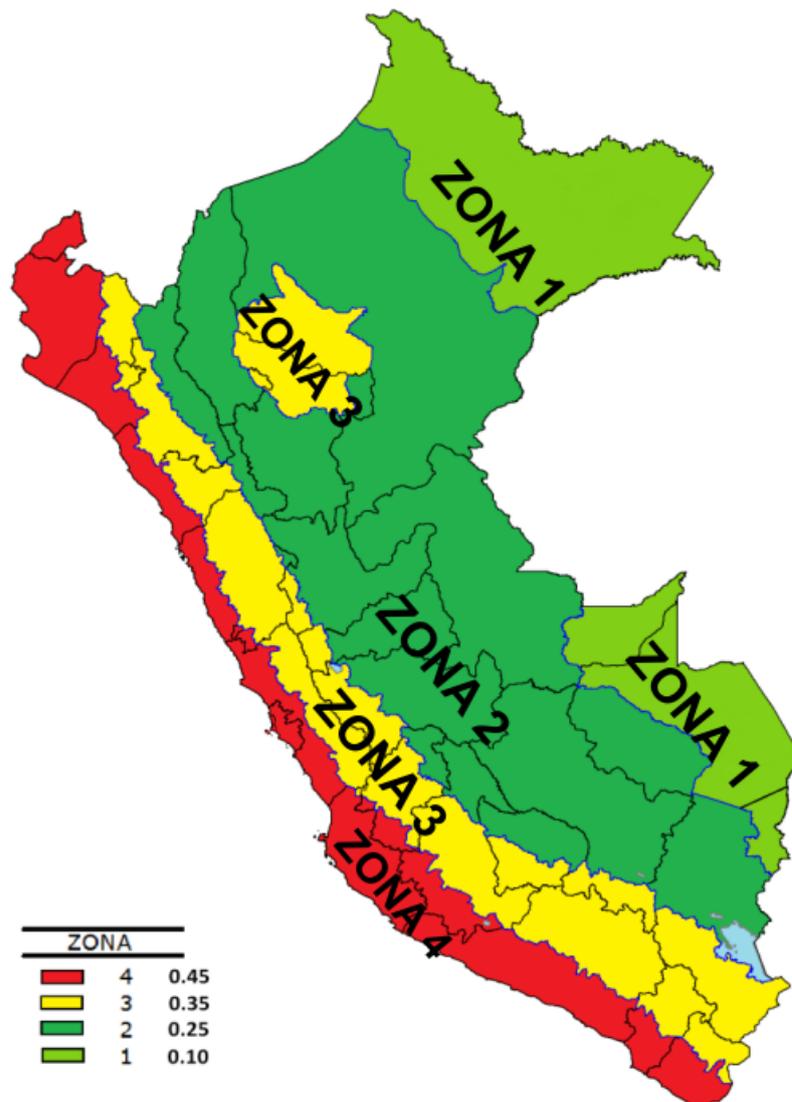


Fuente: Propuesta de Modificación al Plan de Desarrollo urbano de Cajamarca 2016-2026

3.2. UBICACIÓN SÍSMICA

En función a lo establecido en la norma técnica E.030 podemos ubicar al distrito de Cajamarca en la Zona sísmica 3.

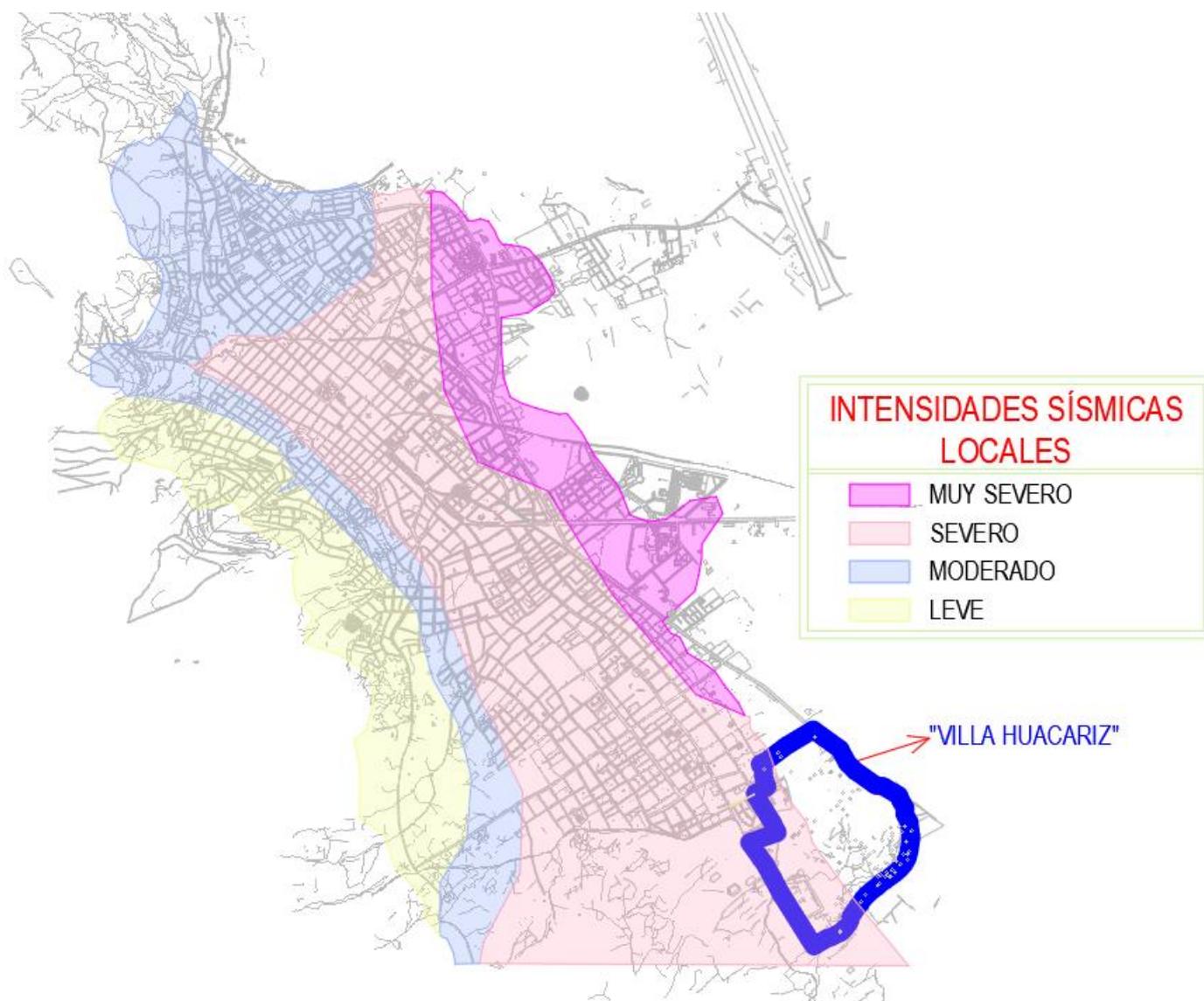
Figura N° 13: Zonas Sísmicas del Perú



Fuente: Norma Técnica E.030.

En el Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la ciudad de Cajamarca elaborado por INDECI, parte de la zona de Villa Huacariz se ubica en un SEVERO nivel de intensidad sísmica.

Figura N° 14: Mapa de Intensidades sísmicas de la ciudad de Cajamarca



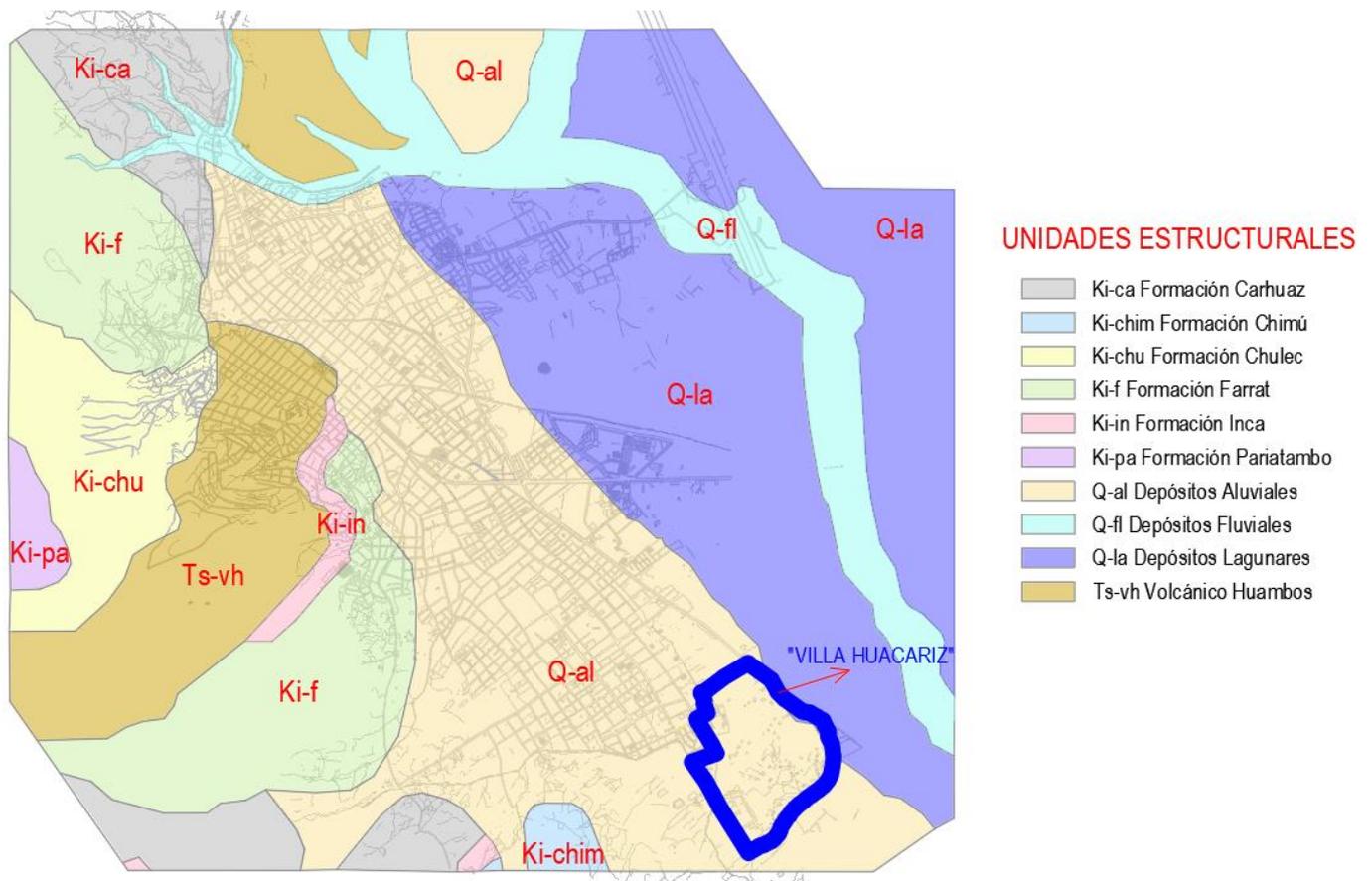
Fuente: Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca

3.3. UBICACIÓN EN EL GEOLÓGICA

INDECI (2005) en el Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca, elaboró un mapa geológico de la ciudad de Cajamarca en el cual se pueden observar las distintas formaciones geológicas presentes en esta ciudad tales como: Formación Carhuaz, Formación chimú, Formación Chulec, Formación, Farrat y Formación Inca, Volcánico Huambos, además de depósitos de material de origen Aluvial, Fluvial y Lagunar.

La zona de “Villa Huacariz” o sector 24 se encuentra sobre un Depósito Aluvial (Q-al) en el cual INDECI señala que están constituidos por depósitos de materiales granulares como cantos, gravas, arenas y limos en mayor proporción. Señala también que es común encontrar intercalaciones de materiales gruesos con paquetes de arcillas limosas o limos arcillosos.

Figura N° 15: Mapa de Geológico de la ciudad de Cajamarca



Fuente: Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca

3.4. UBICACIÓN EN EL TIEMPO

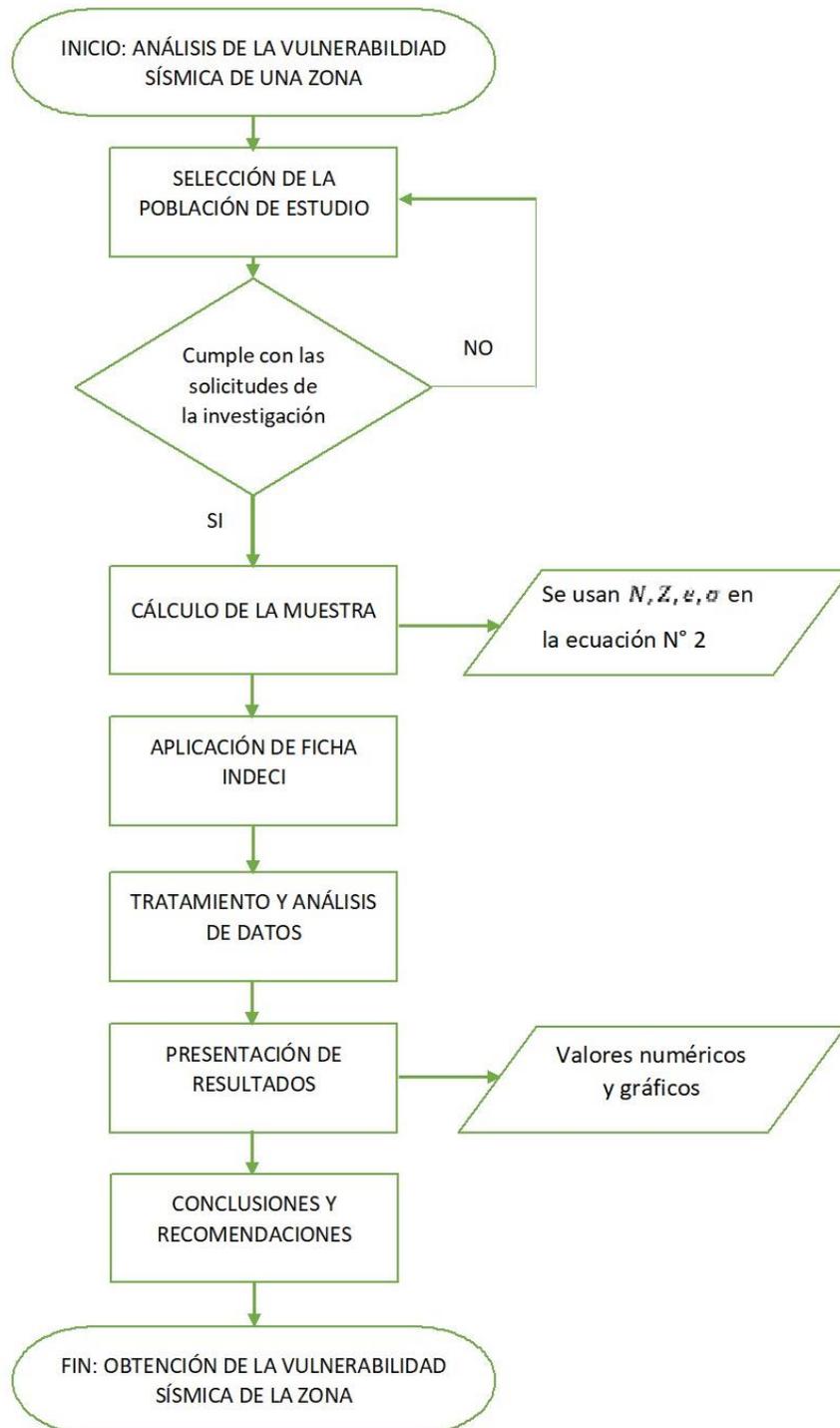
La aplicación de la ficha INDECI en el sector de Villa Huacariz se desarrolló en el periodo de abril-agosto del año 2022.

El trabajo general de la presente tesis se ha desarrollado en el periodo de marzo-setiembre del año 2022.

3.5. PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido para la obtención de datos y tratamiento de estos se resume en el siguiente esquema, el mismo que puede ser replicado para estudios posteriores en el tema de evaluación de vulnerabilidad sísmica en zonas habitacionales.

Figura N° 16: Diagrama de Flujo del procedimiento utilizado



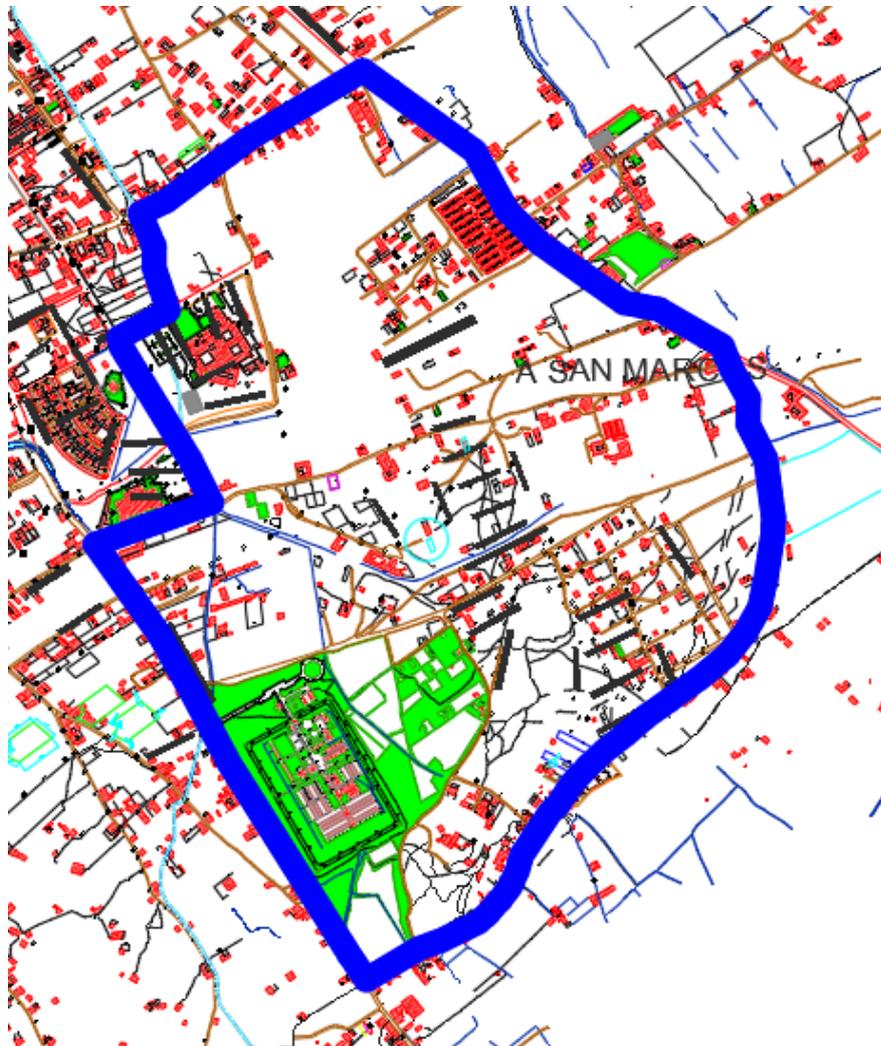
Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

El sector 24 o “Villa Huacariz” es una zona en expansión de la ciudad de Cajamarca, esto ha quedado evidenciado en la antigüedad de las construcciones de la zona, así como por su reciente creación mediante ordenanza municipal N°457-CMPC con fecha 26 de agosto del 2014.

Se ubicó también el sector 24 o zona Villa Huacariz en el plano catastral de la ciudad de Cajamarca a fin de encontrar la población total del estudio.

Figura N° 17: Ubicación de la zona de Villa Huacariz en el plano catastral de la ciudad de Cajamarca



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. CÁLCULO DE LA MUESTRA

La muestra ha sido calculada para una población finita usando la siguiente fórmula:

Fórmula N° 2: Cálculo de tamaño de muestra para población finita.

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

Dónde: n: muestra o tamaño de muestra poblacional

N: tamaño de población total

Z: nivel de confianza

σ : desviación estándar de la población

e: error muestral aceptable

Los valores a usar para el cálculo de la muestra son:

N: 417 viviendas (obtenido del plano catastral actualizado)

Z: 1.96 (valor para el 95% de confianza)

σ : 0.5

e: 0.08 (8%)

Obtenemos entonces una muestra de

$$n = 110.55 \text{ viviendas}$$

Aproximando al máximo superior tendremos:

$$n = 111 \text{ viviendas}$$

3.5.3. APLICACIÓN DE LA FICHA INDECI

La ficha INDECI para el análisis de Vulnerabilidad Sísmica se aplicó a las viviendas de Villa Huacariz de manera que la distribución de las mismas sea lo más homogénea posible.

La siguiente tabla muestra la ficha aplicada que recoge la información necesaria para el análisis de la Vulnerabilidad Sísmica.

Tabla N° 9 Ficha aplicada a las viviendas de Villa Huacariz

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES		
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca
4. Dirección de la vivienda:		
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar:		

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe 1.2. Quincha 1.3. Mampostería 1.4. Madera 1.5. Otros	4	1.6. Adobe reforzado 1.7. Albañilería	3	1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado 1.10. Acero	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos 4.2. Depósitos marinos 4.3. Pantanosos, turba	4	4.4. Depósito de suelos finos 4.5. Arena de Gran espesor	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son precarios Cimiento Columnas Muros portantes Vigas Techos	4	11.2. Deterioro y/o humedad Cimiento Columnas Muros portantes Vigas Techos	3	11.3. Regular estado Cimiento Columnas Muros portantes Vigas Techos	2	11.4. Buen estado Cimiento Columnas Muros portantes Vigas Techos	1
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad 12.2 Cargas laterales 12.3. Colapso elementos del entorno	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones 12.5. Debilitamiento por sobrecarga	4	12.6. Densidad de muros inadecuada 12.7. Otros.....	4	12.8. No aplica	0

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN		7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...		8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN		9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	
4. TIPO DE SUELO		10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA		11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...		12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	

Sumatoria	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango de valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Fuente: Elaboración propia.

Terminado el procedimiento de aplicación de encuestas han analizado los datos obtenidos en el siguiente ítem.

3.5.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Luego de la aplicación de la ficha INDECI en la cantidad de viviendas descritas en el ítem 3.3.2. se procesaron los datos utilizando el programa computacional Excel para obtener el promedio de los valores de cada variable y en general de la Vulnerabilidad Sísmica y establecer una caracterización general al sector 24 o zona “Villa Huacariz”.

En cada vivienda se solicitó el nombre de la persona encuestada, el cual fue brindado en casi la totalidad de los casos. También se fotografiaron las fachadas y las fallas externas que tuvieran las viviendas, en caso de presentar rajaduras, humedad u otros problemas en la vivienda se solicitó el ingreso a la edificación, siendo otorgado en casi la totalidad de los casos.

Los datos de nombre y fotografías ayudan a evidenciar la validez y aplicación de las encuestas.

Se presentaron los resultados del análisis de datos en valores numéricos y gráficos para su mejor entendimiento.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los datos obtenidos en las encuestas realizadas, así como su clasificación de acuerdo a la establecida en la Ficha INDECI para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

Tabla N° 10 Datos y Resultados de la aplicación de encuestas

Vivienda N°	Ítem												Suma	Calificación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
01	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
02	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Alto
03	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	12	Bajo
04	1	4	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	19	Alto
05	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
06	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
07	1	4	2	2	1	1	4	1	1	1	1	0	19	Alto
08	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Alto
09	1	1	2	2	1	1	4	1	4	1	1	0	19	Alto
10	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	20	Alto
11	2	4	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	23	Alto
12	2	2	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	21	Alto
13	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	15	Moderado
14	2	4	2	2	1	1	4	1	1	1	3	0	22	Alto
15	2	2	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	21	Alto
16	1	4	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	19	Alto
17	2	2	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	21	Alto
18	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
19	1	4	1	2	1	1	1	1	1	4	0	0	17	Moderado
20	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	2	4	22	Alto
21	2	4	2	2	1	1	4	4	1	4	1	0	26	Muy Alto
22	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	19	Alto
23	2	4	2	2	1	1	4	1	1	1	1	0	20	Alto
24	2	4	2	2	1	1	4	1	1	1	1	0	20	Alto
25	1	3	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	21	Alto
26	1	4	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	19	Alto
27	2	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	18	Alto
28	1	3	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
29	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
30	1	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
31	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
32	2	4	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	23	Alto
33	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	4	0	20	Alto
34	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	4	21	Alto
35	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	0	17	Moderado
36	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
37	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
38	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
39	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	19	Alto
40	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
41	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
42	1	1	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	19	Alto
43	1	1	2	2	1	1	1	4	4	1	1	0	19	Alto
44	2	4	2	2	1	1	1	4	1	1	1	0	20	Alto

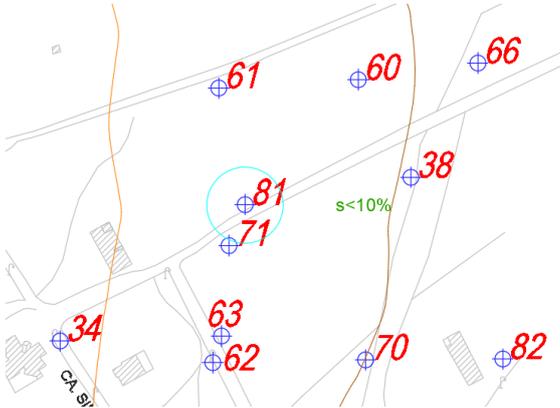
45	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	1	0	24	Alto
46	2	4	2	2	1	1	1	4	1	1	1	0	20	Alto
47	1	4	2	2	1	1	1	4	1	4	1	0	22	Alto
48	1	4	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	18	Alto
49	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Alto
50	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	2	0	20	Alto
51	1	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
52	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	16	Moderado
53	1	1	1	2	1	1	1	4	1	4	1	0	18	Alto
54	2	4	1	2	1	1	1	4	1	4	1	0	22	Alto
55	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	16	Moderado
56	2	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
57	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15	Moderado
58	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	Alto
59	2	1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	4	21	Alto
60	1	1	2	2	1	1	4	1	4	4	1	0	22	Alto
61	1	2	2	2	1	1	1	4	4	4	1	0	23	Alto
62	1	1	1	2	1	1	1	4	4	4	1	0	21	Alto
63	2	2	2	2	1	1	4	4	1	4	1	0	24	Alto
64	1	1	2	2	1	1	1	4	4	4	3	0	24	Alto
65	1	1	2	2	1	1	1	1	4	4	1	0	19	Alto
66	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
67	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	1	0	18	Alto
68	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	13	Bajo
69	1	2	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	17	Moderado
70	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	14	Bajo
71	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	14	Bajo
72	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	3	4	24	Alto
73	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
74	2	4	1	2	1	1	1	4	1	1	1	0	19	Alto
75	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	15	Moderado
76	2	2	1	2	1	1	4	4	1	1	1	0	20	Alto
77	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	19	Alto
78	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	19	Alto
79	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	13	Bajo
80	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	16	Moderado
81	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
82	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	15	Moderado
83	2	1	2	2	1	1	4	1	1	1	1	0	17	Moderado
84	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16	Moderado
85	1	4	2	1	2	2	1	1	4	1	1	0	20	Alto
86	4	4	2	1	3	3	1	1	1	1	1	0	22	Alto
87	2	4	2	1	3	3	1	1	1	4	1	0	23	Alto
88	2	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
89	1	1	3	1	1	1	4	1	4	1	1	0	19	Alto
90	2	4	2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	18	Alto
91	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15	Moderado
92	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	1	0	20	Alto

93	2	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	0	16	Moderado
94	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16	Moderado
95	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	1	0	19	Alto
96	1	1	2	1	1	1	1	4	4	4	1	0	21	Alto
97	1	4	3	1	1	1	1	1	4	1	1	0	19	Alto
98	2	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	18	Alto
99	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	17	Moderado
100	1	2	1	2	1	1	1	4	4	1	1	0	19	Alto
101	2	4	2	2	1	1	1	4	4	1	1	0	23	Alto
102	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	14	Bajo
103	2	4	2	2	1	1	1	4	1	1	1	0	20	Alto
104	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
105	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	14	Bajo
106	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	0	15	Moderado
107	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	26	Muy Alto
108	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	0	23	Alto
109	1	1	2	2	1	1	1	1	4	4	1	0	19	Alto
110	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	15	Moderado
111	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	1	0	16	Moderado
Prom.	1.69	2.68	1.85	1.86	1.05	1.05	1.38	1.76	2.16	1.65	1.14	0.36	18.6	Alto

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan tres ejemplos de viviendas cuya Vulnerabilidad Sísmica fue analizada aplicando la Ficha INDECI.

Tabla N° 11. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 81.

VIVIENDA N° 81	
FOTOGRAFÍA	TOPOGRAFÍA (curvas de nivel cada 2m.)
	
Ítem 1. Material Predominante en la Vivienda	La vivienda está construida con un sistema estructural aporticado, siendo sus elementos resistentes las vigas, columnas y zapatas. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 2. La Edificación contó con la participación de un Ingeniero Civil en el diseño y/o construcción.	La dueña de esta vivienda señaló que su esposo y también dueño es ingeniero civil y fue él quien realizó los planos de la vivienda y estuvo a cargo de la supervisión en la construcción de la misma. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 3. Antigüedad de la edificación	La propietaria señaló que la construcción de su vivienda culminó hace 8 años (primer y segundo piso). Por lo tanto, le corresponde un valor de 2 .
Ítem 4. Tipo de Suelo	Como se indica en la Figura N° 15, a la zona de Villa Huacariz le corresponde un tipo de suelo de tipo Depósito Aluvial (Q-al) . Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 2 .
Ítem 5. Topografía del terreno de la vivienda	La pendiente del terreno de la vivienda se obtuvo del plano topográfico de la zona Villa Huacariz. Primero, al momento de la aplicación de la ficha INDECI se toman las coordenadas de las viviendas, estas coordenadas se exportaron al plano topográfico de la zona de Villa Huacariz donde se extrajo la pendiente de cada vivienda para ubicarla en los rangos del Ítem 5. Luego, a este Ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia	Este valor se pudo obtener de la misma manera que el Ítem 5. A este Ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 7. Configuración Geométrica en Planta	Esta vivienda cuenta con una forma rectangular simple. Por lo que, a este Ítem le corresponda un valor de 1 .

Ítem 8. Configuración Geométrica en Elevación	La geometría se conserva en el primer y segundo nivel de esta edificación, así como la distribución de ambientes en estos pisos. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 9. Juntas sísmicas son de acorde a la estructura	Esta vivienda no cuenta con colindantes por lo que el movimiento producto de una acción sísmica no está restringido por otras edificaciones; sin embargo, en la edificación no se aíslan los pórticos de la tabiquería, la misma que es de ladrillo artesanal de arcilla en los dos primeros niveles. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 4 .
Ítem 10. Existe concentración de masas en niveles	Dado que la distribución en los pisos construidos coincide y están hechas de los mismos materiales se considera una concentración de masas en niveles inferiores, por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1.
Ítem 11. En los principales elementos estructurales se observa	No se encontraron problemas en columnas, vigas o muros visibles. La propietaria indicó que tampoco ha detectado alguno. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1.
Ítem 12. Otros factores que inciden en la Vulnerabilidad por	Al no haber detectado algún otro factor que incida en la Vulnerabilidad Sísmica, el valor de este ítem es 0.
SUMA	16
	NIVEL DE VULNERABILIDAD: MODERADO

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 18: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 81.

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 81
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Jr. Maria Montesori Me D lte 9			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Silva Mego Zoraida			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe	4	1.6. Adobe reforzado	3	1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	1
1.2. Quincha		1.7. Albañilería		1.10. Acero			
1.3. Mampostería							
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	4	4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos		4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	3	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	3
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	3	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	3
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son preca	4	11.2. Deterioro y/o humedad	3	11.3. Regular estado	2	11.4. Buen estado	1
Cimiento	4	Cimiento	3	Cimiento	2	Cimiento	1
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes		Muros portantes		Muros portantes		Muros portantes	
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales		12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....			
12.3. Colapso elementos del entorno							

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

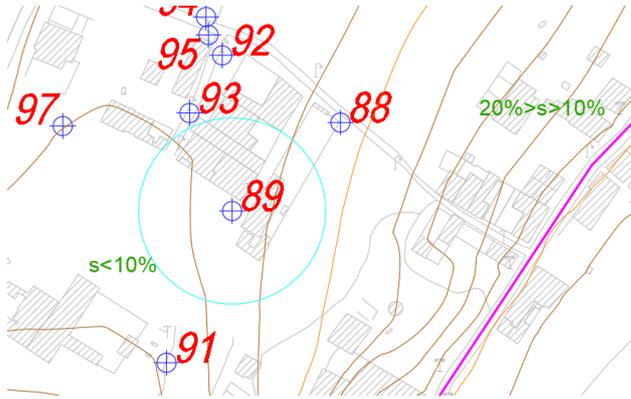
Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	4	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	3
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE ING...	3	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	3
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	2	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	4
4. TIPO DE SUELO	2	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	4
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	4	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	3
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	4	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		16	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		MODERADO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 12. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 89.

VIVIENDA N° 89	
FOTOGRAFÍA	TOPOGRAFÍA (curvas de nivel cada 2m.)
	
Ítem 1. Material Predominante en la Vivienda	La vivienda está construida con un sistema estructural aporticado, siendo sus elementos resistentes las vigas, columnas y zapatas. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 2. La Edificación contó con la participación de un Ingeniero Civil en el diseño y/o construcción.	Este dato fue proporcionado por la propietaria, quien indicó que un Ingeniero civil realizó el diseño de la vivienda y estuvo a cargo de la supervisión de la construcción de la misma. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 3. Antigüedad de la edificación	La propietaria señaló que la construcción de su vivienda culminó hace 21 años. Por lo tanto, le corresponde un valor de 3 .
Ítem 4. Tipo de Suelo	Como se indica en la Figura N° 15, a la zona de Villa Huacariz le corresponde un tipo de suelo de tipo Depósito Aluvial (Q-al), sin embargo, a las viviendas construidas en la parte alta del sector 24 les corresponde un tipo de suelo rocoso. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 5. Topografía del terreno de la vivienda	La pendiente del terreno de la vivienda se obtuvo del plano topográfico de la zona Villa Huacariz. Primero, al momento de la aplicación de la ficha INDECI se toman las coordenadas de las viviendas, estas coordenadas se exportaron al plano topográfico de la zona de Villa Huacariz donde se extrajo la pendiente de cada vivienda para ubicarla en los rangos del Ítem 5. Luego, a este ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia	Este valor se pudo obtener de la misma manera que el Ítem 5. A este ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 7. Configuración Geométrica en Planta	Esta vivienda fue considerada geoméricamente irregular en planta por la forma que esta tiene, En la fotografía correspondiente a esta vivienda se pudo notar una forma de "L" sin separación de bloques. Esto hizo que a este ítem le corresponda un valor de 4 .

Ítem 8. Configuración Geométrica en Elevación	La geometría se conserva en el primer y segundo nivel de esta edificación, así como la distribución de ambientes en estos pisos. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 9. Juntas sísmicas son de acorde a la estructura	Dado el tipo aporticado de la edificación, se buscó presencia de juntas sísmicas que aislen a la tabiquería del pórtico siendo estas inexistentes en la vivienda. También se corroboró el espaciamiento entre esta vivienda y las estructuras vecinas, encontrando que no existía dicha separación. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 4 .
Ítem 10. Existe concentración de masas en niveles	Se encontró que la distribución de los ambientes en esta vivienda es igual en los niveles 1 y 2, teniendo en el tercer nivel un área techada para Tendal y un ambiente con losa aligerada donde se apoya el tanque elevado para el abastecimiento de agua potable a la edificación. Es por este motivo que se considera una concentración de masas en niveles inferiores, por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 11. En los principales elementos estructurales se observa	No se encontraron problemas en columnas, vigas o muros visibles. La propietaria indicó que tampoco ha detectado alguno. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .
Ítem 12. Otros factores que inciden en la Vulnerabilidad por	Al no haber detectado algún otro factor que incida en la Vulnerabilidad Sísmica, el valor de este ítem es 0 .
SUMA	19
	NIVEL DE VULNERABILIDAD: ALTO

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 19: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 89.

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 89
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Urb. Villa Huacariz			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Ybaykissike Gallardo			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe		1.6. Adobe reforzado		1.8. Albañilería confinada		1.9. Concreto Armado	
1.2. Quincha		1.7. Albañilería	3		2	1.10. Acero	1
1.3. Mampostería	4						
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos		4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos	4	4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	1	7.2. Regular	1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	1	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son precar	4	11.2. Deterioro y/o humedad	3	11.3. Regular estado	2	11.4. Buen estado	1
Cimiento		Cimiento		Cimiento		Cimiento	
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes	4	Muros portantes	3	Muros portantes	2	Muros portantes	1
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad		12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....			
12.3. Colapso elementos del entorno							

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

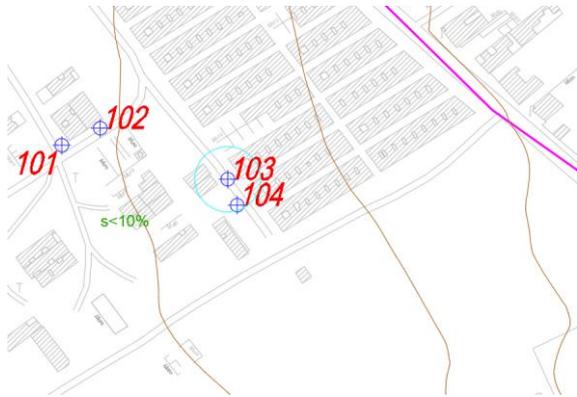
Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	1	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	4
2. LA EDIFICACION CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...	1	8. CONFIGURACION GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	3	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	4
4. TIPO DE SUELO	1	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		19	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		ALTO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 13. Análisis de Vulnerabilidad Sísmica usando el método INDECI de la vivienda N° 103.

VIVIENDA N° 103	
FOTOGRAFÍA	TOPOGRAFÍA (curvas de nivel cada 2m.)
	
Ítem 1. Material Predominante en la Vivienda	La vivienda está construida con un sistema estructural de albañilería confinada cuyos indicadores fueron columnas de 25cm x 25cm, ausencia de vigas peraltadas, ladrillo artesanal de arcilla dispuesto de soga y cimientos corridos. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 2 .
Ítem 2. La Edificación contó con la participación de un Ingeniero Civil en el diseño y/o construcción.	La construcción de esta vivienda estuvo a cargo de maestros de obra y no cuenta con un diseño elaborado por un ingeniero civil. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 4 .
Ítem 3. Antigüedad de la edificación	La construcción de la vivienda finalizó hace 4 años. Por lo tanto, le corresponde un valor de 2 .
Ítem 4. Tipo de Suelo	Como se indica en la Figura N° 15, a la zona de Villa Huacariz le corresponde un tipo de suelo de tipo Depósito Aluvial (Q-al). Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 2 .
Ítem 5. Topografía del terreno de la vivienda	La pendiente del terreno de la vivienda se obtuvo del plano topográfico de la zona Villa Huacariz. Primero, al momento de la aplicación de la ficha INDECI se toman las coordenadas de las viviendas, estas coordenadas se exportaron al plano topográfico de la zona de Villa Huacariz donde se extrajo la pendiente de cada vivienda para ubicarla en los rangos del Ítem 5. Luego, a este ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia	Este valor se pudo obtener de la misma manera que el Ítem 5. A este ítem para esta vivienda le corresponde un valor de 1 .
Ítem 7. Configuración Geométrica en Planta	Esta vivienda cuenta con una forma rectangular simple. Por lo que, a este ítem le corresponda un valor de 1 .

Ítem 8. Configuración Geométrica en Elevación	La geometría rectangular se conserva en todos los niveles de la vivienda. Sin embargo, la presencia de un muro divisorio en el segundo nivel que no tiene continuidad en el primero. Este muro divide dos habitaciones del segundo nivel, que la losa soporte la carga transferida por este muro. Por este motivo se consideró Geométricamente irregular en elevación. Correspondiéndole a este ítem un valor de 4 .	
Ítem 9. Juntas sísmicas son de acorde a la estructura	Ya que esta edificación solo cuenta con colindantes al lado derecho de un solo piso y habiendo dejado un espacio entre estas edificaciones, a este ítem le corresponde un valor de 1 .	
Ítem 10. Existe concentración de masas en niveles	Dado que la configuración no tiene mayores cambios que el muro descrito en el ítem anterior y está construida con los mismos materiales, a este ítem le corresponde un valor de 1 .	
Ítem 11. En los principales elementos estructurales se observa	No se encontraron problemas en columnas, vigas o muros visibles. Por lo tanto, a este ítem le corresponde un valor de 1 .	
Ítem 12. Otros factores que inciden en la Vulnerabilidad por	Al no haber detectado algún otro factor que incida en la Vulnerabilidad Sísmica, el valor de este ítem es 0 .	
SUMA	20	NIVEL DE VULNERABILIDAD: ALTO

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 20: Ficha de Evaluación de la vivienda N° 103.

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 103
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Urb. Valle Hermoso H2H Lte 22			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Aldave Sanchez Lucero Belén			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe	4	1.6 Adobe reforzado	3	1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	1
1.2. Quincha							
1.3. Mampostería							
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	//A//	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	//2//	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	4	4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos							
4.3. Pantanosos, turba							
4.5. Arena de Gran espesor							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	//A//
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	//Y//
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	//X//	8.1. Irregular	//A//	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	//X//	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	//Y//
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precar	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
Cimiento	4	Cimiento	3	Cimiento	2	Cimiento	1
Columnas							
Muros portantes							
Vigas							
Techos							
11.5. Muros portantes		11.6. Vigas		11.7. Techos		11.8. Muros portantes	
11.9. Vigas		11.10. Techos		11.11. Muros portantes		11.12. Vigas	
11.13. Techos		11.14. Muros portantes		11.15. Vigas		11.16. Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales							
12.3. Colapso elementos del entorno							
12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....		12.9. Otros.....		12.10. Otros.....	

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA			
Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"			
ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	2	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...	4	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	4
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	2	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	1
4. TIPO DE SUELO	2	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		20	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		ALTO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los parámetros tenidos en cuenta en la encuesta Ficha INDECI, los mismos que han sido enumerados según el ítem correspondiente en la tabla N°10

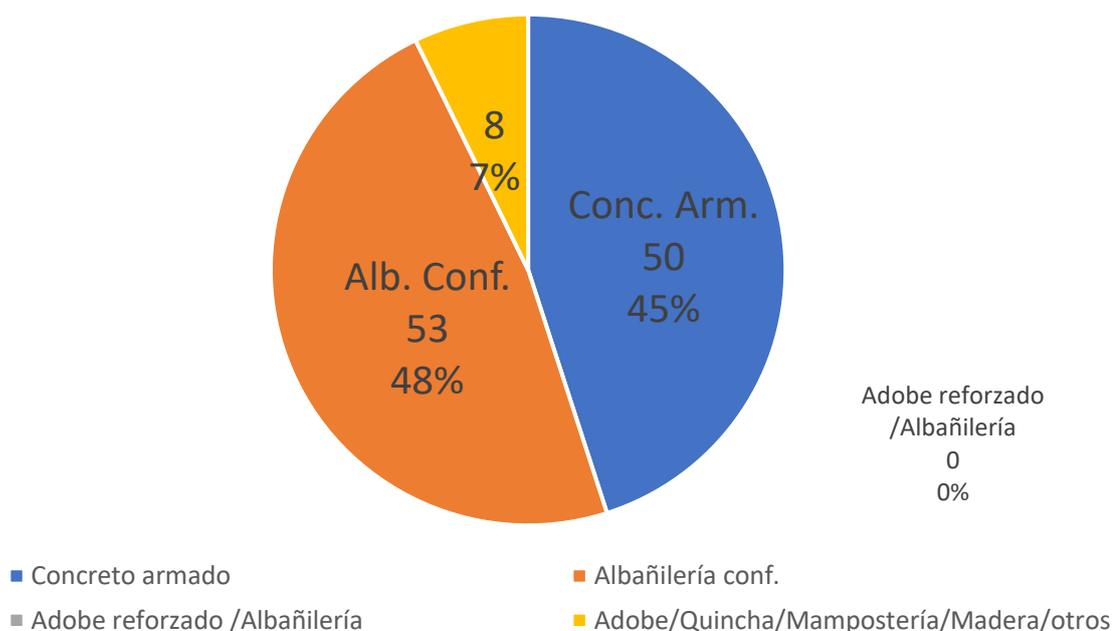
1. Material predominante en la edificación

Tabla N° 14 Resumen del parámetro “Material predominante en la edificación”

Material predominante en la edificación	
Descripción	Cantidad
Concreto armado	50
Albañilería conf.	53
Adobe reforzado /Albañilería	0
Adobe/Quincha/Mampostería/ Madera/otros	8

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21: Gráfico circular del parámetro “Material predominante en la edificación”



Fuente: Elaboración propia

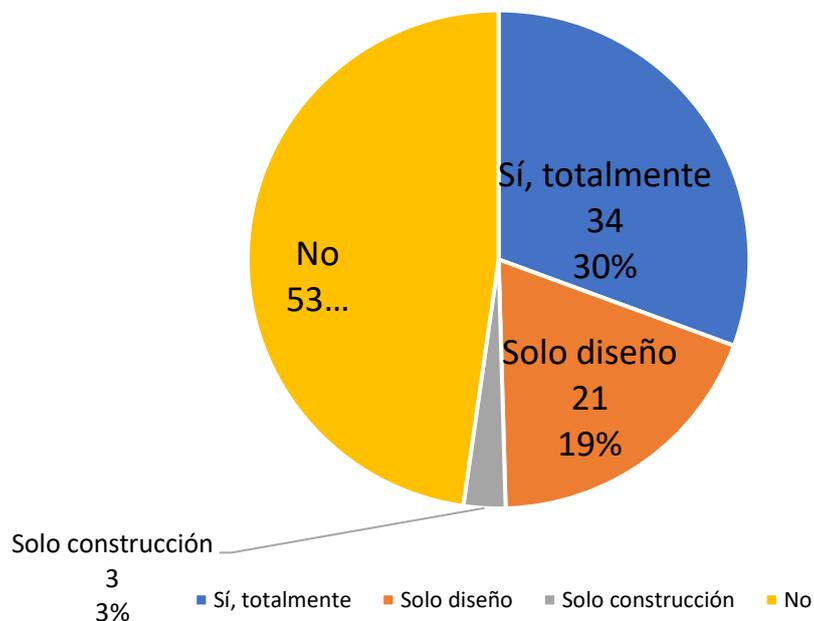
2. La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción

Tabla N° 15 Resumen del parámetro “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”

La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción	
Descripción	Cantidad
Sí, totalmente	34
Solo diseño	21
Solo construcción	3
No	53

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22: Gráfico circular del parámetro “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”



Fuente: Elaboración propia

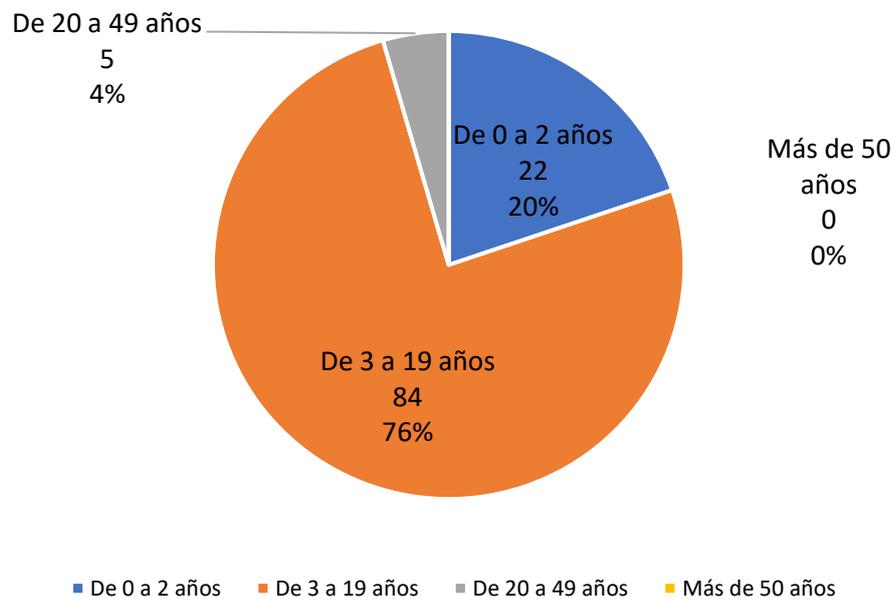
3. Antigüedad de la construcción

Tabla N° 16 Resumen del parámetro “Antigüedad de la edificación”

Antigüedad de la edificación	
Descripción	Cantidad
De 0 a 2 años	22
De 3 a 19 años	84
De 20 a 49 años	5
Más de 50 años	0

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23: Gráfico circular del parámetro “Antigüedad de la edificación”



Fuente: Elaboración propia

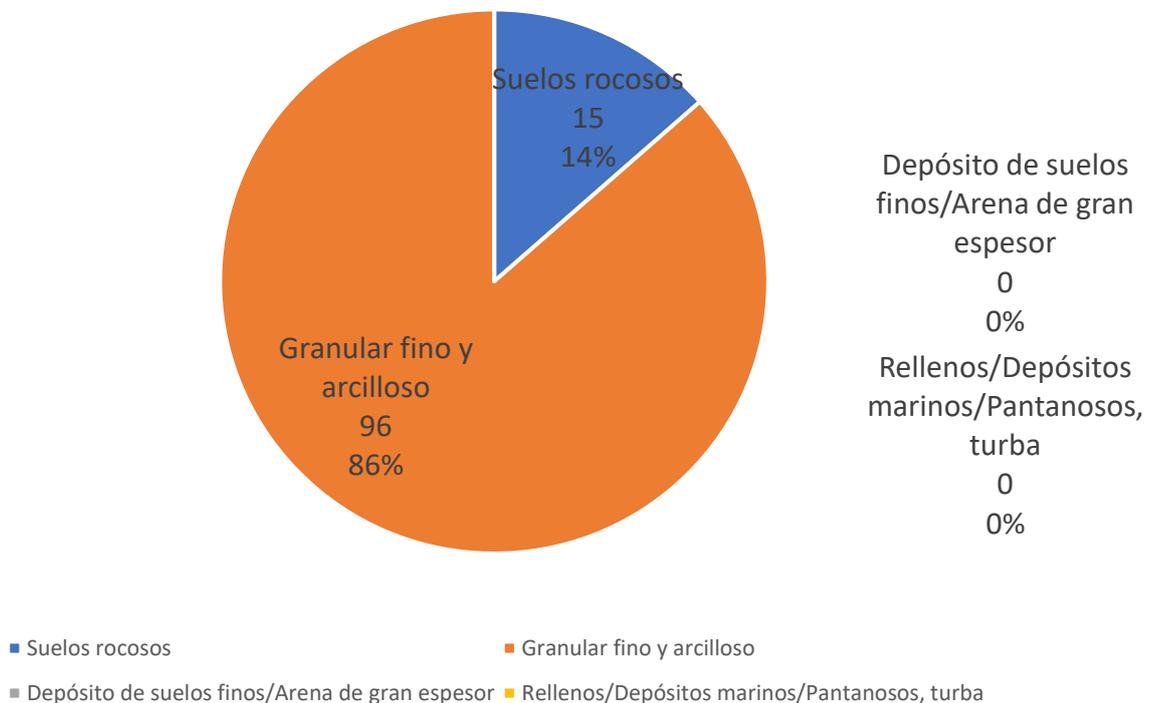
4. Tipo de suelo

Tabla N° 17 Resumen del parámetro “Tipo de suelo”

Tipo de suelo	
Descripción	Cantidad
Suelos rocosos	15
Granular fino y arcilloso	96
Depósito de suelos finos/Arena de gran espesor	0
Rellenos/Depósitos marinos/Pantanosos, turba	0

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Gráfico circular del parámetro “Tipo de suelo”



Fuente: Elaboración propia

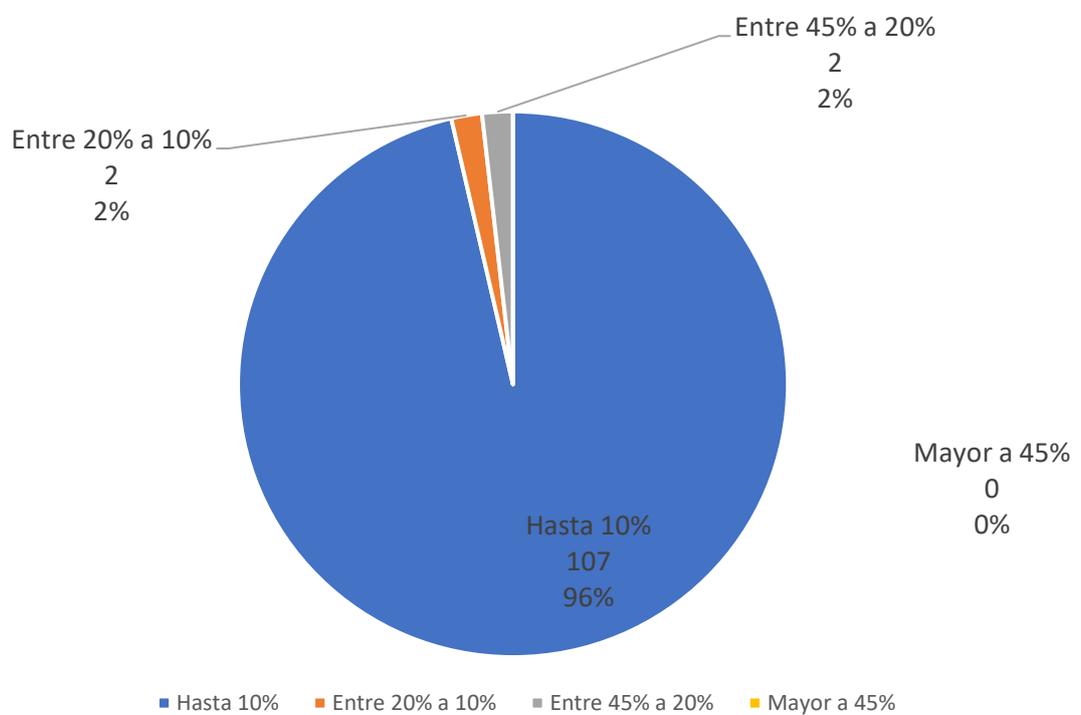
5. Topografía del terreno de la vivienda

Tabla N° 18 Resumen del parámetro “Topografía del terreno de la vivienda”

Topografía del terreno de la vivienda	
Descripción	Cantidad
Hasta 10%	107
Entre 20% a 10%	2
Entre 45% a 20%	2
Mayor a 45%	0

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 25: Gráfico circular del parámetro “Topografía del terreno de la vivienda”



Fuente: Elaboración propia

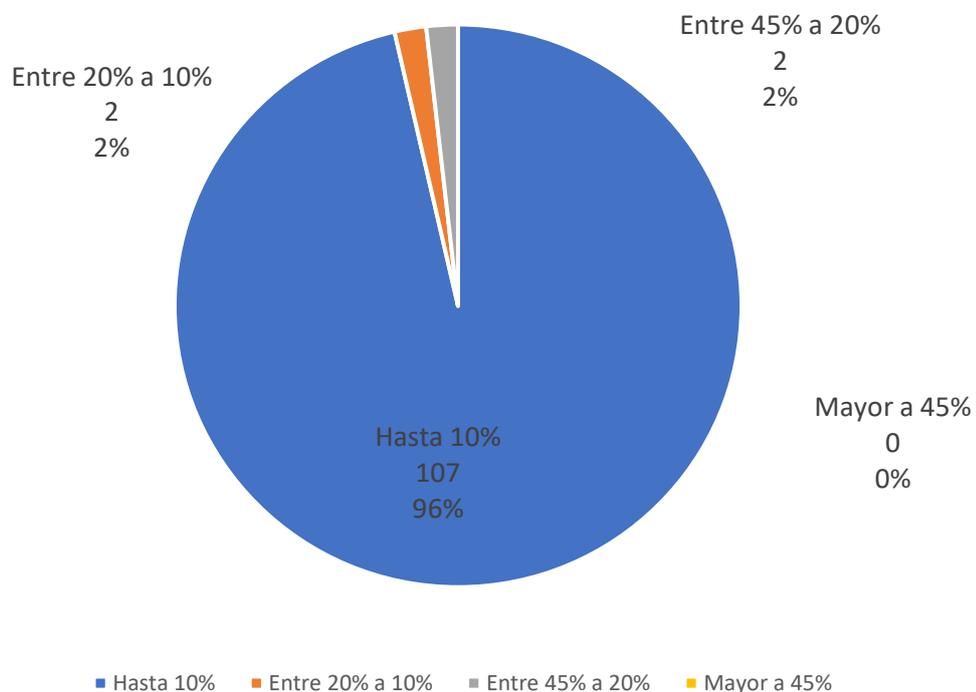
6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia

Tabla N° 19 Resumen del parámetro “Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia”

Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia	
Descripción	Cantidad
Hasta 10%	107
Entre 20% a 10%	2
Entre 45% a 20%	2
Mayor a 45%	0

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Gráfico circular del parámetro “Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia”



Fuente: Elaboración propia

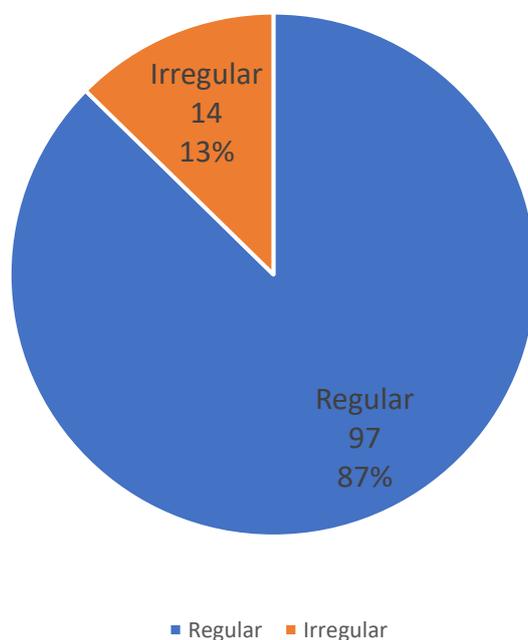
7. Configuración geométrica en planta

Tabla N° 20 Resumen del parámetro “Configuración geométrica en planta”

Configuración geométrica en planta	
Descripción	Cantidad
Regular	97
Irregular	14

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 27: Gráfico circular del parámetro “Configuración geométrica en planta”



Fuente: Elaboración propia

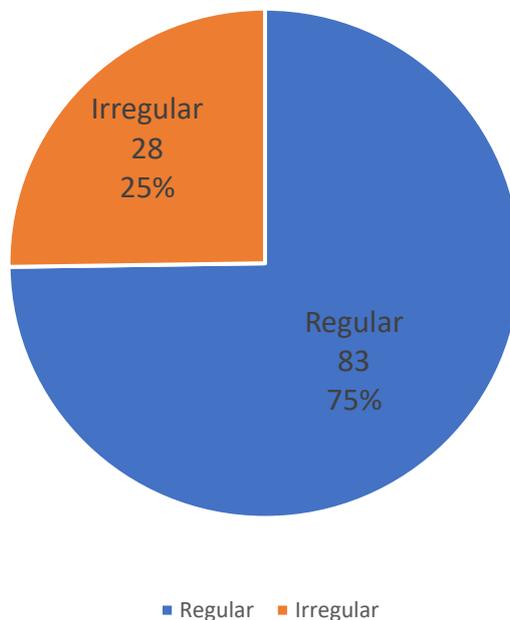
8. Configuración geométrica en elevación

Tabla N° 21 Resumen del parámetro “Configuración geométrica en elevación”

Configuración geométrica en elevación	
Descripción	Cantidad
Regular	83
Irregular	28

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 28: Gráfico circular del parámetro “Configuración geométrica en elevación”



Fuente: Elaboración propia

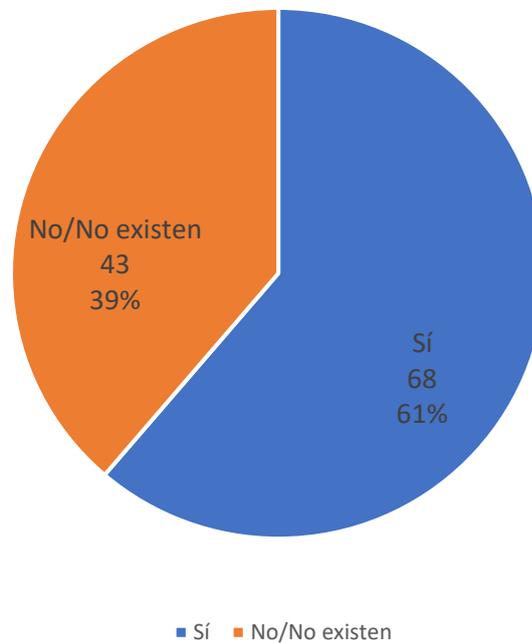
9. Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura

Tabla N° 22 Resumen del parámetro “Juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura”

9. Juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura	
Descripción	Cantidad
Sí	68
No/No existen	43

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29: Gráfico circular del parámetro “Juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura”



Fuente: Elaboración propia

10. Existe concentración de masas en niveles...

Tabla N° 23 Resumen del parámetro “Existe concentración de masas en niveles...”

Existe concentración de masas en niveles...	
Descripción	Cantidad
Inferiores	87
Superiores	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30: Gráfico circular del parámetro “Existe concentración de masas en niveles...”



Fuente: Elaboración propia

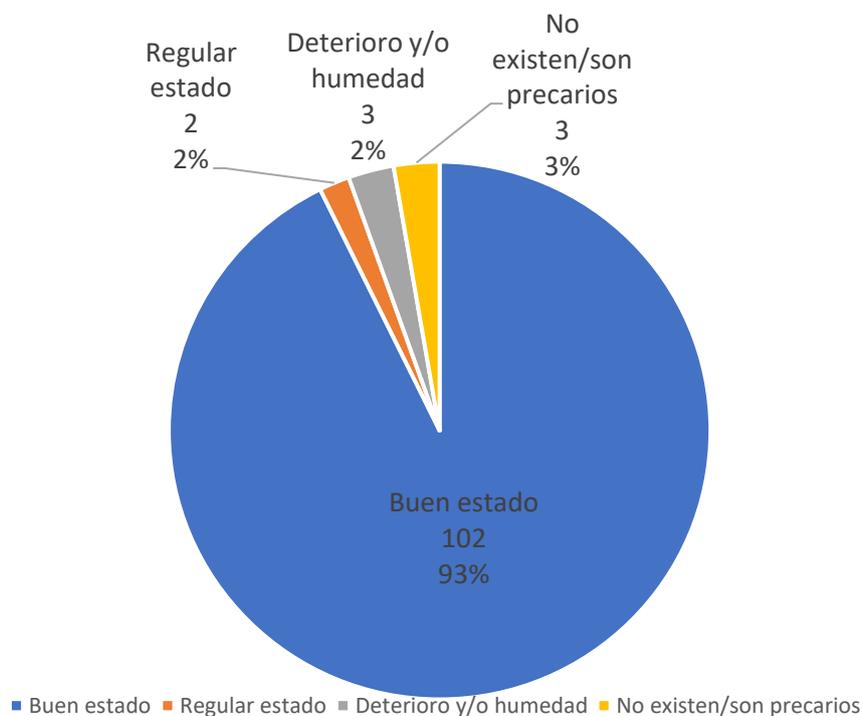
11. En los principales elementos estructurales se observa

Tabla N° 24 Resumen del parámetro “En los principales elementos estructurales se observa”

En los principales elementos estructurales se observa	
Descripción	Cantidad
Buen estado	102
Regular estado	2
Deterioro y/o humedad	3
No existen/son precarios	3

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 31: Gráfico circular del parámetro “En los principales elementos estructurales se observa”



Fuente: Elaboración propia

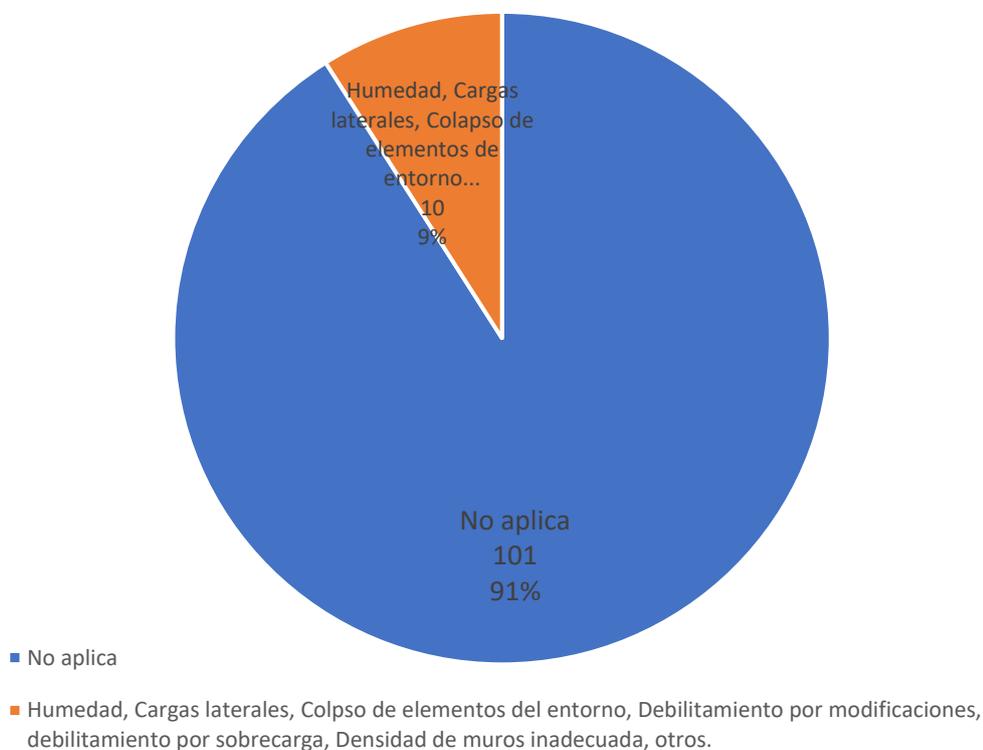
12. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

Tabla N° 25 Resumen del parámetro “Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por ...”

Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por ...	
Descripción	Cantidad
No aplica	101
Humedad, Cargas laterales, Colapso de elementos del entorno, Debilitamiento por modificaciones, debilitamiento por sobrecarga, Densidad de muros inadecuada, otros.	10

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 32: Gráfico circular del parámetro “Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por ...”



Fuente: Elaboración propia

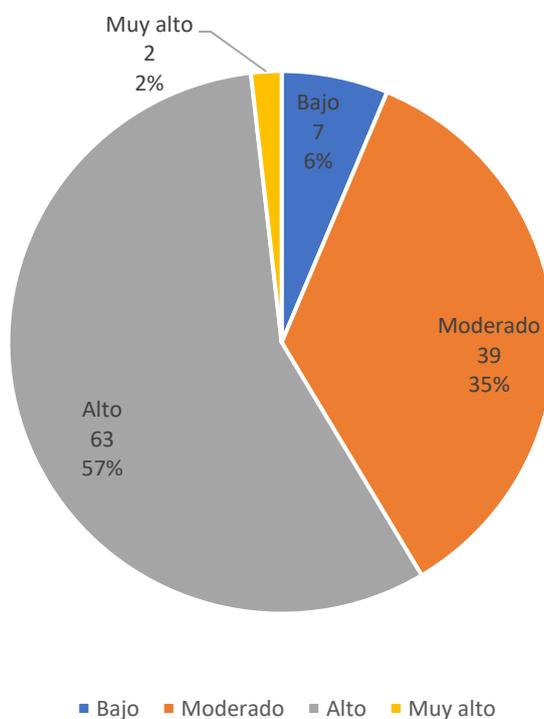
También se elaboró la siguiente tabla y gráfico circular mostrando el resumen total del nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de Villa Huacariz a las que se aplicó la ficha INDECI.

Tabla N° 26 Resumen total del nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de Villa Huacariz encuestadas.

RESUMEN TOTAL	
Calificación de vulnerabilidad	Cantidad de viviendas
Bajo	7
Moderado	39
Alto	63
Muy alto	2

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 33: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de Villa Huacariz encuestadas



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a los datos recolectados podemos establecer el siguiente análisis.

Los datos de la Tabla N° 14 y la Tabla N° 16 nos evidencian el casi totalitario uso de material noble en las construcciones de la zona, las mismas que son viviendas que vienen siendo construidas recientemente. Esto indica que la zona “Villa Huacariz” es una zona de expansión de la ciudad de Cajamarca.

Como se puede ver en la Tabla N° 15 de las 111 viviendas encuestadas 53 no han contado con participación alguna por parte de un ingeniero civil, lo cual es preocupante ya que cerca de la mitad de viviendas no cuentan con un diseño estructural adecuado acorde a las condiciones particulares que cada una de estas viviendas tiene. De estas 53 viviendas, 36 tienen un nivel alto de vulnerabilidad indicando que la presencia de un profesional de la construcción es un elemento importante en virtud de satisfacer la necesidad de seguridad estructural en nuestras viviendas.

La topografía de la zona se puede evidenciar en las Tablas N°18 y 19 en las cuales se puede notar la amplia área sin presencia de grandes o medianas inclinaciones, este tipo de terreno disminuye el nivel de vulnerabilidad en el sentido de que se evita una diferencia grande de desniveles en la cimentación de casas contiguas y también en la accesibilidad y facilidad de tránsito en rutas de escape en caso de sismo.

En las Tablas N° 20 y 21 podemos notar que aún sin la presencia extendida de ingenieros civiles en el proceso constructivo de las viviendas, éstas mantienen en su mayoría una regularidad geométrica en planta y elevación, las cuales están sujetas a la forma rectangular de la mayoría de los terrenos, simplicidad de los diseños arquitectónicos y la réplica de distribución en los diferentes niveles de dichas viviendas. Sin embargo, aunque estas salvedades en la regularidad geométrica son un atenuante de la vulnerabilidad, se observan también un nada despreciable número de viviendas que presentan irregularidades las cuales pueden ser evitadas con un diseño y supervisión apropiadas por parte de un profesional de la construcción.

Es necesario señalar que el análisis de las irregularidades geométricas tanto en planta como en elevación se ha hecho teniendo en cuenta lo descrito en la norma técnica E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones mediante inspección visual utilizando para ello la identificación de las características mostradas en las figuras 7 y 8.

Si relacionamos las Tablas N° 22 y la participación de un ingeniero civil ya sea en el diseño, supervisión o ambos podremos obtener que de las 58 viviendas que si contaron con dicha intervención; 35 no cuentan con las juntas necesarias que aseguren su correcto comportamiento ante un evento sísmico lo cual también muestra que aún con la presencia de profesionales se cometen errores en diseño o supervisión en temas estructurales.

En la Tabla N° 24 podemos evidenciar que las condiciones actuales del estado de los elementos estructurales son en su amplia mayoría catalogados con “Buen estado” lo cual resulta consistente con los datos de antigüedad de las viviendas y establece una correlación directa entre las viviendas recientemente construidas y el estado de los elementos estructurales de estas.

La Tabla N° 10 nos indica el resumen de las 111 encuestas realizadas, así como su calificación en términos de vulnerabilidad sísmica usando el método INDECI. De esta tabla obtenemos un promedio de la sumatoria de cada una de las encuestas el cual es de 18.6 lo cual corresponde a una calificación de nivel de vulnerabilidad ALTO para la zona de Villa Huacariz.

Cabe resaltar que las principales atenuantes del nivel de vulnerabilidad sísmica de la zona de Villa Huacariz y que podrían aumentar en otras zonas de Cajamarca consideradas como de expansión son: Tipo de suelo y Topografía del terreno de la vivienda y Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia, los cuales presentan como promedios generales 1.86, 1.05 y 1.05 respectivamente. Se consideran estas tres variables como principales atenuantes locales ya a que dependen de la localización de la zona de estudio.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los datos presentados y al análisis posterior de los mismos se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

CONCLUSIONES:

- La determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica de la zona de “Villa Huacariz” de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI realizada en este trabajo de investigación tuvo como resultado que el 2% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica MUY ALTO, 58% de viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTO, 34% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica MODERADO y finalmente un 6% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJO. En promedio, se cataloga a la zona de “Villa Huacariz” con un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTO.
- La participación de un ingeniero civil se presenta en diseño y construcción en un 30%, solo diseño en un 19%, solo construcción 3% y sin participación alguna en un 48%.
- Habiéndose evaluado la antigüedad de las viviendas de la zona de “Villa Huacariz” se encontró que el 20% han sido construida en los últimos 2 años y el 76% en un intervalo de 3 a 19 años por lo que se concluye que esta es una zona en expansión cuyas viviendas son construcciones recientes.
- Los materiales predominantes en las viviendas de la zona de “Villa Huacariz” son Albañilería confinada y Concreto armado con porcentajes de 48% y 45% respectivamente habiéndose observado un “Buen estado” ya que el 93% de dichas construcciones fueron catalogadas de esta manera en el Gráfico 11.
- Las viviendas en la zona de “Villa Huacariz” son en su mayoría geométricamente regulares tanto en elevación como en planta. La presencia de juntas de dilatación sísmica se da en el 61% del total de viviendas ya sean aporticadas o de albañilería confinada, encontrando que solo el 5% de las viviendas aporticadas poseen juntas de dilatación que separan a los pórticos de la tabiquería y están a su vez separadas de sus colindantes.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda continuar con estudios de Análisis de vulnerabilidad sísmica en sectores de la ciudad de Cajamarca u otras ciudades del país debido al peligro sísmico que nuestro país presenta.
- Es recomendable la búsqueda y uso de documentos que guíen la evaluación de cada factor incidente en la vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio como por ejemplo el estudio de INDECI llamado “Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca, Perú” sirvió para identificar la formación geológica y características del suelo de la zona de Villa Huacariz.
- En estudios de vulnerabilidad sísmica de áreas poblacionales cuyos resultados sean niveles altos o muy altos de vulnerabilidad se recomienda profundizar la investigación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones haciendo para esto un detallado análisis sísmico.
- Finalmente, se recomienda la toma de medidas de carácter preventivo a las autoridades nacionales, regionales y locales, por ejemplo, se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca y en particular a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil la creación de un Programa de Extensión Social para brindar asesoría técnica de la mano de ingenieros docentes y alumnos de los últimos ciclos. Dicho programa podría traer beneficios tanto a los propietarios de las viviendas en construcción como a los alumnos ya que estos tendrían un acercamiento a la realidad de la construcción en el país, así como conocimientos del proceso constructivo de edificaciones básicas. En el caso de los gobiernos locales y regionales, la fiscalización y orientación en las construcciones en curso en la ciudad traería consigo la disminución de la vulnerabilidad sísmica de las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). 2001. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismoresistente de viviendas de mampostería. Bogotá, Colombia. 173 p.
- Alvarez Sanchez, JJ; Pulgar Santacruz, JD. 2019. Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, UPC. 173 p.
- ATC-21-T. 2004. Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards Training Manual. 2 ed. Washintong DC, United States. 131 p.
- Barriga Monje, NF. 2014 Análisis y determinación de criterios de vulnerabilidad, en ciudad de Valdivia, de proyectos de viviendas sociales ante eventos sísmicos, para generar un modelo de identificación de riesgo. Tesis Ing. Constructor. Valdivia, Chile, UACH. 136 p.
- Bazán Arbildo, JE. 2007. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis Mg. Ing. Civil. Lima, Perú, PUCP. 95 p.
- Campos Irigoín, R. 2019. Riesgo sísmico del comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, UNC. 150 p.
- Castro Herrera, M. 2019. Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el método FEMA 154. Tesis Ing. Civil. Piura, Perú, Universidad de Piura. 199 p.

- Chavez More, JD; Cueva Sandillan, JJ. 2020. Propuesta de vivienda modular sostenible mediante la utilización de paneles de quincha prefabricada para atención de demandas de refugio en Sondorillo, Huancabamba, Piura. Tesis: Ing. Civil. Lima, Perú, UPC. 167 p.
- Cholán Caruajulca, TE. 2018. Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, UNC. 156 p.
- Cóndor Reyes, EB; Molina Gómez, G. 2019. Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – patrimonio cultural Lima- Perú. Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, USMP. 127 p.
- Das, B. 2012. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. México D.F., México. 819 p.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency). 2015. Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. 3 ed. Washintong DC, United States. 388 p.
- Gómez Prado, W; Loayza Yañez, A. 2014. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho. Tesis Ing. Civil. Huancavelica, Perú, Universidad Nacional de Huancavelica. 102 p.
- Herrera Villa, JA. 2018. Modelamiento numérico del comportamiento sísmico de viviendas de mampostería con bloques de tierra comprimida. Tesis Mg. Ing. Civil. Lima, Perú, PUCP. 128 p.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2007. Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2007: desastres 2007-sismo del 15 de agosto. Lima, Perú. 14 p.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2006. Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2006: sismos ocurridos en el Perú. Lima, Perú. 7 p.

- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2019. Movimiento sísmico de magnitud 8.0 Lagunas- Loreto. Lima, Perú. 24 p.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2010. Manual del verificador: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo. Lima, Perú. 47 p.
- INDECI (Instituto nacional de Defensa Civil). 2005. Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 291 p. (proyecto INDECI – PNUD PER/02/051).
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2006. Programa de capacitación para la estimación del riesgo – PCER: guía del participante. Lima, Perú. 484 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 1998. Estudio Geotécnico de Futuras Áreas de Expansión Urbana entre Lima y Cañete. Lima, Perú. 253p.
- Malhaber Montenegro, MA. 2020. Evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizando los métodos observacionales INDECI y Benedetti Petrini en el distrito de Chongoyape. Tesis Ing. Civil. Pimentel, Perú, USS. 162 p.
- Mercado Arimborgo, MV. 2016. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo 2016. Tesis Ing. Civil. Huancayo, Perú, Universidad Peruana Los Andes. 200 p.
- Mesta Cornetero, CA. 2014. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. Tesis Ing. Civil. Chiclayo, Perú, USMP. 252 p.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2019. Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente. Perú. 80p.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2019. Norma Técnica E.070 Albañilería. Perú. 80p

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2017. Norma Técnica E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Perú. 80p
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. 2016. Plan de desarrollo urbano de Cajamarca: 2016 - 2026. Cajamarca, Perú. 76 p. (PDU).
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. 2021. Propuesta de modificación al Plan de desarrollo urbano de Cajamarca: 2016 - 2026. Cajamarca, Perú. 149p.
- Muñoz Peláez, A. 2020. Comentarios a la norma peruana E.030 diseño sísmoresistente. Lima, Perú, SENSICO. 59 p.
- Orrillo Rojas, JD. 2017. Riesgo sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, UNC. 174 p.
- Páez, D. Zabala; J. Rodríguez, Y. 2016. Piso blando, una falla común en el terremoto de Pedernales. Manta, Ecuador, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 17 p.
- Quiroga Medina, AM. 2013. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de edificios del centro de Bogotá utilizando el método del índice de vulnerabilidad. Tesis ing. Civil. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 162 p.
- Rojas Yupanqui, V; Lázares la Rosa, F; Parra Murrugarra, D. 1997. Proyecto de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú: Hospital Daniel Alcides Carrión. Callao, Perú. 134 p.
- Rubiños Montenegro, AC. 2009. Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado. Tesis Ing. Civil. Lima, Perú, PUCP. 85 p.
- Rubio Melendez, AG. 2017. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe del sector de San Isidro – Jaén – 2016. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú, UNC. 158 p.

- Sandi, H. 1986. Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems: Proceeding of the Eight European conference on Earthquake Engineering. Lisbon, Portugal. V 7, t 2.
- Santos Quispe, DJ. 2019. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Tesis Ing. Civil. Huancayo, Perú, Universidad Continental. 98 p.
- Tavera, H. 2014. Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. Lima, Perú, IGP. 48p.
- Valverde Almazán, M. 2015. Evaluación del riesgo sísmico en España a escala municipal y su evolución temporal. Tesis Ing. Geomática y Topografía. Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid. 110 p.
- Zambrano Songora, JP. 2017. Análisis comparativo económico de una vivienda de estructura de acero y una de estructura convencional. Tesis Ing. Civil. Machala, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. 64 p.

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE LAS VIVIENDAS ENCUESTADAS

Fotografía N° 1: Vivienda N°19



Fotografía N° 2: Vivienda N°67



Fotografía N° 3: Vivienda N°80



Fotografía N° 4: Vivienda N°85



Fotografía N° 5: Vivienda N°95



ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS EN VIVIENDAS ENCUESTADAS

Fotografía N° 6: Aplicación de la encuesta en la vivienda N° 19



Fotografía N° 7: Aplicación de la encuesta en la vivienda N° 67



Fotografía N° 8: Aplicación de la encuesta en la vivienda N° 80



Fotografía N° 9: Aplicación de la encuesta en la vivienda N° 85



Fotografía N° 10: Aplicación de la encuesta en la vivienda N° 95



Las fotografías de aplicación de la encuesta en otras viviendas se presentan en formato digital

ANEXO 3. FALLAS EN VIVIENDAS ENCUESTADAS

Fotografía N° 11: Humedad en el techo de la vivienda N° 14



En esta fotografía se puede observar las manchas provocadas por la presencia constante de humedad en el segundo nivel de la vivienda N° 14 debido a que no existe el drenaje correcto de agua de lluvia, lavandería u otros fines. Cabe señalar que esta vivienda consta de un solo nivel construido y se proyecta construir dos niveles más por lo cual el piso del segundo nivel no contaba con el acabado propio de una azotea.

Fotografía N° 12: Muros construidos sin amarre en la vivienda N° 34



En esta fotografía se puede observar la presencia de muros de gran altura en el segundo nivel de la vivienda N° 34 que no contaban con el confinamiento necesario, siendo estos un riesgo inminente ante un evento sísmico.

Fotografía N° 13: Muros sin confinamiento en la vivienda N° 48



En esta fotografía se puede observar la falta de confinamiento en los muros del segundo nivel de la vivienda N°48, estos muros son de una altura considerable y representan un riesgo ante un evento sísmico.

Fotografía N° 14: Grietas en el marco de una puerta en la vivienda N° 50



En esta fotografía se puede observar la presencia de grietas en el marco de una puerta de la vivienda N° 50, esta grieta no es solo superficial, sino que atraviesa todo el ancho del adobe que forma la estructura.

Fotografía N° 15: Rajadura en el marco de una ventana en la vivienda N° 50



En esta fotografía se puede observar la presencia de grietas en el marco de una ventana de la vivienda N° 50, esta grieta no es solo superficial, sino que atraviesa todo el ancho del adobe que forma la estructura.

Fotografía N° 16: Diferentes tipos de ladrillos en la vivienda N° 58



En esta fotografía se puede observar el cambio del tipo de albañilería en una vivienda de albañilería confinada. Se observa en el primer nivel unidades de concreto, en el segundo nivel se observan ladrillos de arcilla artesanal en las cuatro primeras hileras y luego hay un cambio a unidades huecas de arcilla. El aspecto más preocupante en esta vivienda es el uso de ladrillo tipo pandereta en los muros resistentes de una vivienda de muros portantes.

Fotografía N° 17: Rajadura en muro de la vivienda N° 59 vista desde el interior



En esta fotografía se puede observar la presencia de una grieta vertical en el muro de la escalera en la vivienda N° 59.

Fotografía N°18: Tubo de 2" causa rajadura en la vivienda N° 59



Esta fotografía muestra la causa de la grieta vertical en la fotografía anterior. Como se puede observar, el tubo de 2 pulgadas no cuenta con el confinamiento necesario.

Fotografía N° 19: Rajadura en la vivienda N° 107



En esta fotografía se puede observar la presencia de una rajadura vertical que compromete la totalidad del muro de adobe de la vivienda N° 107 y la escasa unión entre los bloques que constituyen dicho muro. Esta vivienda sufre además de constantes inundaciones en periodos de lluvia y ha sido identificada con un nivel de Vulnerabilidad Sísmica Muy Alto.

ANEXO 4. FICHAS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS REALIZADAS A LAS VIVIENDAS DE VILLA HUACARIZ .

Ficha de aplicación de la Vivienda N° 19

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 19
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Asoc. Antibal Zumbano Lte 03			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Valerona Pascual Milagros			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe	4	1.6. Adobe reforzado	3	1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	1
1.2. Quincha		1.7. Albañilería		1.10. Acero			
1.3. Mampostería							
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	4	4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos		4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son precar	4	11.2. Deterioro y/o humedad	3	11.3. Regular estado	2	11.4. Buen estado	1
Cimiento	4	Cimiento	3	Cimiento	2	Cimiento	1
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes		Muros portantes		Muros portantes		Muros portantes	
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales		12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....			
12.3. Colapso elementos del entorno							

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	1	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...	4	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	1	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	1
4. TIPO DE SUELO	2	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	4
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		17	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		MODERADO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Ficha de aplicación de la Vivienda N° 67

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 67
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Jr. Huacariz N° 608			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Uacsa Ortiz Epifania			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe		1.6. Adobe reforzado		1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	
1.2. Quincha		1.7. Albañilería	3			1.10. Acero	1
1.3. Mampostería	4						
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos		4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos	4	4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son preca	Valor	11.2. Deterioro y/o humeda	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
Cimiento		Cimiento		Cimiento		Cimiento	
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes	4	Muros portantes	3	Muros portantes	2	Muros portantes	1
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad		12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....			
12.3. Colapso elementos del entorno							

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	2	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	4
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...	2	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	2	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	1
4. TIPO DE SUELO	2	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		18	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		ALTO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Ficha de aplicación de la Vivienda N° 80

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 80
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: Jr. Ambar H2 E Lte 02			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: Paperez Medina Segundo			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe		1.6. Adobe reforzado		1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	
1.2. Quincha		1.7. Albañilería	3			1.10. Acero	1
1.3. Mampostería	4						
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	2	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos		4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos	4	4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	4	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son preca		11.2. Deterioro y/o humeda		11.3. Regular estado		11.4. Buen estado	
Cimiento		Cimiento		Cimiento		Cimiento	
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes	4	Muros portantes	3	Muros portantes	2	Muros portantes	1
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad		12.4 Debilitamiento por modificaciones		12.6. Densidad de muros inadecuada		12.8. No aplica	
12.2 Cargas laterales		12.5. Debilitamiento por sobrecarga	4	12.7.Otros.....	4		
12.3. Colapso elementos del entorno	4						0

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	2	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACION DE ING...	4	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	1	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	1
4. TIPO DE SUELO	2	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		16	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		MODERADO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Ficha de aplicación de la Vivienda N° 85

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el metodo INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 85
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: <i>Jr. Huacariz - San Martín S.V.</i>			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: <i>Flor Elizabeth Bogán Marín</i>			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe	4	1.6. Adobe reforzado	3	1.8. Albañilería confinada	2	1.9. Concreto Armado	1
1.2. Quincha		1.7. Albañilería		1.10. Acero			
1.3. Mampostería							
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	1/1/1/1/1	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	2	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	1/1/1/1/1	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	4	4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	1
4.2. Depósitos marinos		4.5. Arena de Gran espesor					
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	1/1/1/1/1	5.4. Hasta 10%	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	1/1/1/1/1	6.4. Hasta 10%	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	1/1/1/1/1	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	1/1/1/1/1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	1/1/1/1/1	9.2. Si	1	10.1. Superiores	4	10.2. Inferiores	1/1/1/1/1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son preca	4	11.2. Deterioro y/o humedad	3	11.3. Regular estado	2	11.4. Buen estado	1
Cimiento		Cimiento		Cimiento			
Columnas		Columnas	Columnas				
Muros portantes		Muros portantes	Muros portantes				
Vigas		Vigas	Vigas				
Techos	Techos	Techos					
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros inadecuada	4	12.8. No aplica	0
12.2 Cargas laterales		12.5. Debilitamiento por sobrecarga		12.7. Otros.....			
12.3. Colapso elementos del entorno							

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	1	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE ING...	4	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	2	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	4
4. TIPO DE SUELO	1	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	1
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	2	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	2	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...	0
Sumatoria		20	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		ALTO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

Ficha de aplicación de la Vivienda N° 95

TESIS: Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			Ficha N° 95
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	
4. Dirección de la vivienda: <i>Jr. Piedra Resbalosa N° 150</i>			
5. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar: <i>Evelyn Katia Gallardo Guerrero</i>			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe		1.6. Adobe reforzado		1.8. Albañilería confinada		1.9. Concreto Armado	
1.2. Quincha		1.7. Albañilería	3		2	1.10. Acero	1
1.3. Mampostería	4						
1.4. Madera							
1.5. Otros							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	4	2.2. Solo construcción	3	2.3. Solo diseño	//2//	2.4. Sí, totalmente	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	4	3.2. De 20 a 49 años	3	3.3. De 3 a 19 años	//2//	3.4. De 0 a 2 años	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos		4.4. Depósito de suelos finos	3	4.6. Granular fino y arcilloso	2	4.7. Suelos rocosos	
4.2. Depósitos marinos	4	4.5. Arena de Gran espesor					1
4.3. Pantanosos, turba							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	4	5.2. Entre 45% a 20%	3	5.3. Entre 20% a 10%	2	5.4. Hasta 10%	//1//
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	4	6.2. Entre 45% a 20%	3	6.3. Entre 20% a 10%	2	6.4. Hasta 10%	//1//
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	4	7.2. Regular	//2//	8.1. Irregular	4	8.2. Regular	//1//
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	//A//	9.2. Si	1	10.1. Superiores	//A//	10.2. Inferiores	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precar	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
Cimiento		Cimiento		Cimiento		Cimiento	
Columnas		Columnas		Columnas		Columnas	
Muros portantes	4	Muros portantes	3	Muros portantes	2	Muros portantes	
Vigas		Vigas		Vigas		Vigas	
Techos		Techos		Techos		Techos	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1. Humedad		12.4. Debilitamiento por modificaciones	4	12.6. Densidad de muros		12.8. No aplica	
12.2. Cargas laterales	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga		Inadecuada	4		0
12.3. Colapso elementos del entorno				12.7. Otros.....			

C. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

Selección de los valores más críticos de la sección "B" - "Características de la Construcción de la Vivienda"

ITEM	Valor	ITEM	Valor
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	1	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	1
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE ING...	2	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	2	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTR...	4
4. TIPO DE SUELO	1	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	4
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	1	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBS...	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA...	1	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR	0
Sumatoria		19	
Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda		ALTO	

Nivel de Vulnerabilidad	Rango	Características del Nivel de Vulnerabilidad
Muy Alto	>24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación
Alto	18-24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere
Moderado	15-17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna
Bajo	<14	En las condiciones Actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación

ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DE CALICATAS EN LA ZONA

Fotografía N° 20: Tipo de Suelo de la zona



Fotografía N° 21: Tipo de Suelo de la zona



En las fotografías N° 20 y 21 se observan una excavación y una calicata encontradas en el proceso de aplicación de la encuesta en la zona “Villa Huacariz”, estas nos muestran un tipo de suelo arcilloso con presencia de material granular, el mismo que corresponde al tipo Q-A1 o depósito aluvial indicado en el “Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca” elaborado por INDECI.

ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS DE FALLAS EN VIVIENDAS A LAS QUE NO SE TUVO ACCESO

En las fotografías N° 22, 23 y 24 se mostrarán fallas en viviendas de la zona “Villa Huacariz” a las que no se pudo acceder a aplicar la encuesta debido a la ausencia de ocupantes de las mismas.

Fotografía N° 22: Rajadura en muro de cerco al que no se tuvo acceso



En esta fotografía se observa una rajadura vertical que compromete a toda la altura del muro, esta rajadura es provocada por un asentamiento diferencial del suelo y compromete el funcionamiento del mismo como unidad ante un sismo.

Fotografía N° 23: Presencia de humedad en vivienda a la que no se pudo acceder



En esta fotografía se puede observar la presencia de humedad en el techo de esta vivienda.

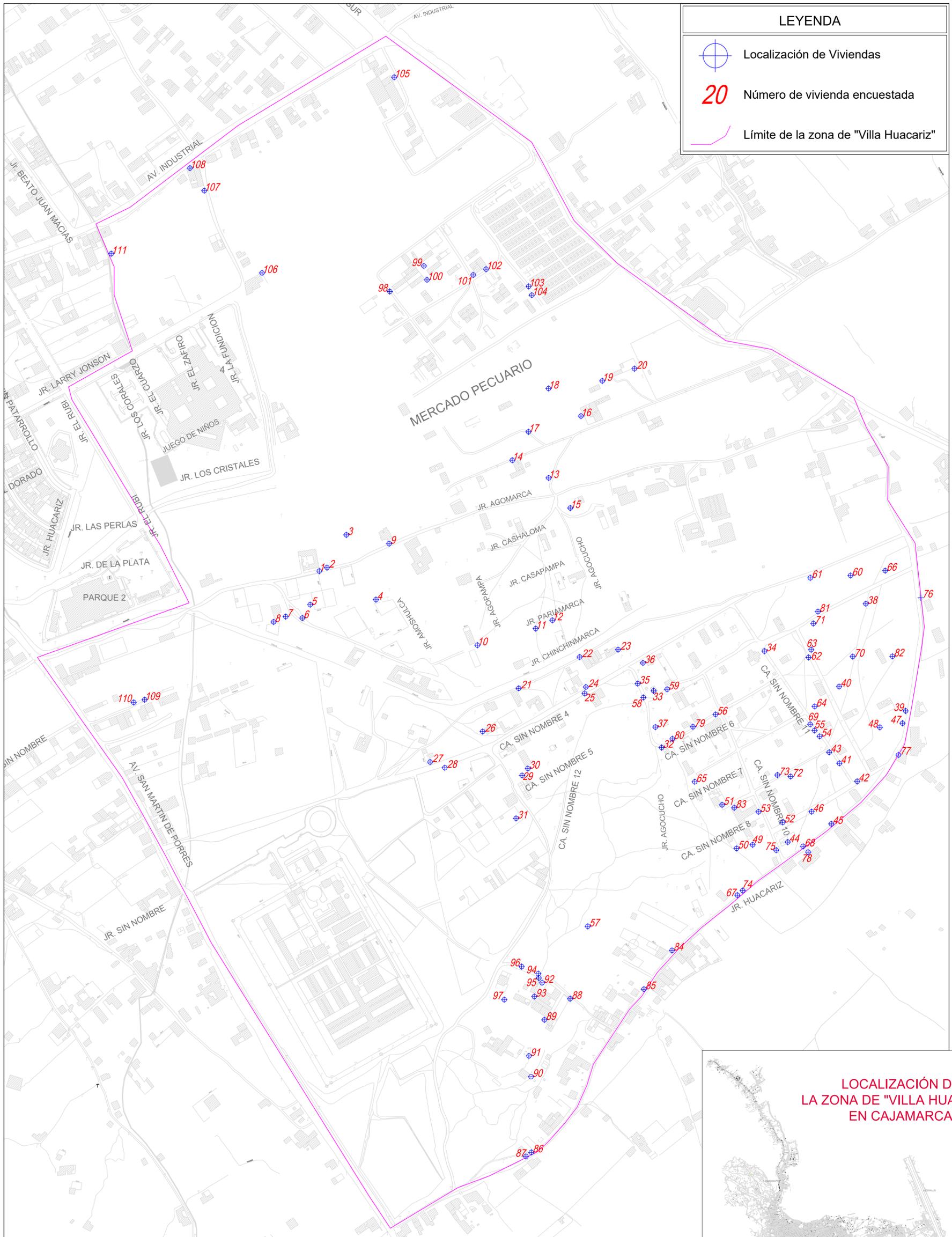
Fotografía N° 24: Ventana clausurada con ladrillos sin mortero en vivienda a la que no se tuvo acceso



En esta fotografía se puede observar la clausura de una ventana con unidades artesanales de arcilla, las mismas que no cuentan con el mortero necesario. Este tipo de clausuras ya sean provisionales o permanentes son un peligro pues, al no contar con la unión que el mortero proporciona, pueden desplomarse con un pequeño esfuerzo ya sea sísmico u otros factores.

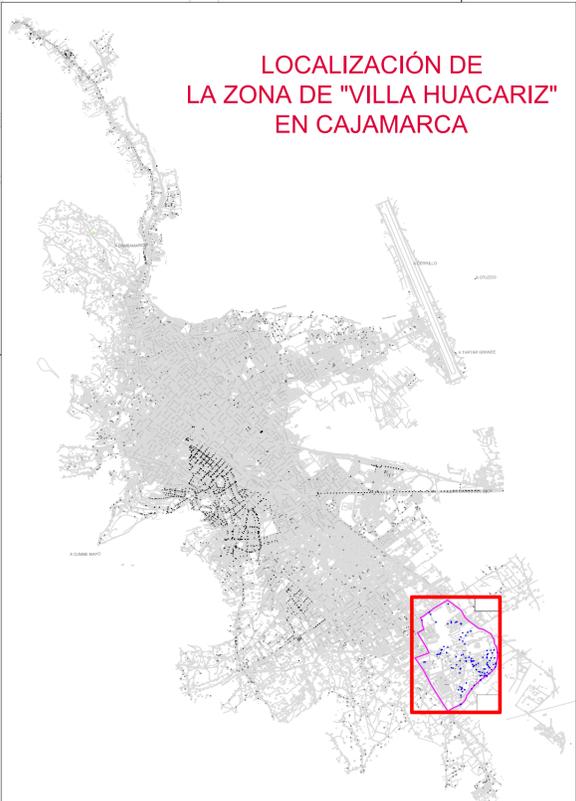
ANEXO 8. PLANO: DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS ENCUESTADAS EN LA ZONA DE “VILLA HUACARIZ” - CAJAMARCA

ANEXO 11



LEYENDA

- Localización de Viviendas
- Número de vivienda encuestada
- Límite de la zona de "Villa Huacariz"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE LA ZONA DE VILLA HUACARIZ DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA USANDO EL MÉTODO INDECI"

PLANO: DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS ENCUESTADAS EN LA ZONA DE "VILLA HUACARIZ" - CAJAMARCA

BACHILLER: MIGUEL ANGEL GONZÁLES VÁSQUEZ

ESCALA: 1/2500