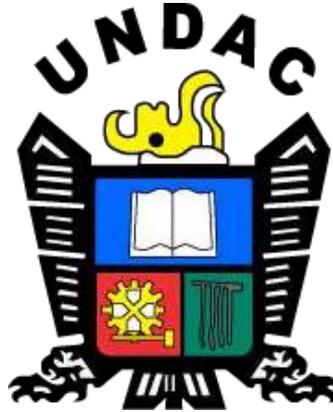


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Vulnerabilidad sísmicas en viviendas del Asentamiento Humano Tupac

Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca, Pasco – 2023

Para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Autores:

Bach. Ulises Marcelo ARROYO GALVEZ

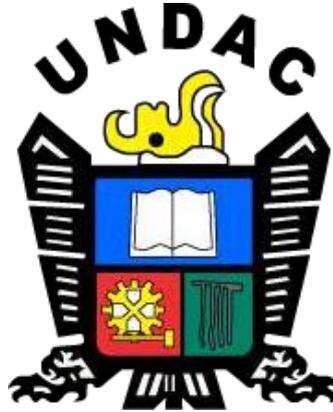
Bach. Efrain Gaston MALPARTIDA RICALDI

Asesor:

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Vulnerabilidad sísmicas en viviendas del Asentamiento Humano Tupac

Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca, Pasco – 2023

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

PRESIDENTE

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

MIEMBRO

Mg. Saturnino Eleuterio FLORES COAGUILA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 137-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Vulnerabilidad sísmicas en viviendas del Asentamiento Humano
Tupac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca, Pasco – 2023**

Apellidos y nombres de los tesistas:

**Bach. ARROYO GALVEZ, Ulises Marcelo
Bach. MALPARTIDA RICALDI, Efrain Gaston**

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. RAMÍREZ MEDRANO, José Germán

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

30 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 13 de junio del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.06.2024 15:48:42 -05:00

DEDICATORIA

A Dios por ser luz y guía en mi vida, a mis padres Lupe y Marcelo por cuidarme, enseñarme, ampararme y apoyarme en todo tiempo y momento, por su inmensurable amor, comprensión y tiempo, a mis hermanos Karina, Alejandro y Roy quienes siempre estuvieron conmigo en todo momento, por la inmensa felicidad y dicha en mi vida, a mis amigos por su no acabable comprensión, creatividad y estima a todos ellos mi mejores deseos.

Ulises Marcelo

Agradezco a Dios por la vida y el deseo de vivir, por mis padres, hermanos y familiares, por todos ellos y mucho más, a mi madre por el cariño, amor y aprecio, por guiarme, consolarme y nunca ampararme, a mi padre por protegerme, levantarme y sostenerme, por enseñarme el valor de la familia, los buenos hábitos y su gran carácter, a todos mis hermanos por llenarme de felicidad durante toda mi vida, a mis amigos quienes me estuvieron siempre apoyándome en todo momento y mi asesor por su colaboración, dedicación y apoyo sostenible en la realización de este proyecto, a cada uno de ellos mi gratitud y aprecio, siempre les voy a estar agradecidos

Efrain Gaston

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por la vida, en entendimiento y permitirnos concluir con este anhelado trabajo y la noble profesión de ingenieros civiles.

Nuestra gratitud a los ingenieros de la facultad de ingeniería civil por extendernos su apoyo y sus conocimientos en todo el proceso de nuestra formación académica, por compartir sus experiencia y su agradable compañía que están siendo de gran ayuda en nuestro vida cotidiana.

Como tambien estamos realmente muy agradecidos a la población del Asentamiento Humano Tupac Amaru del distrito de Chaupimarca, por facilitarnos la sustracción de información de sus viviendas que fue indispensable para la realización y culminación de nuestra investigación realizada, nuestra gratitud con todos ustedes siempre.

RESUMEN

El propósito del siguiente trabajo de investigación fue determinar la vulnerabilidad sísmica por el método de Benedetti y Petrini de las viviendas del Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca de la provincia y región Pasco, para el cual se aplicó el tipo de investigación de descriptivo simple, el método aplicado fue cuantitativo y el diseño empleado fue no experimental descriptiva, la población de estudio fue de 335 viviendas, de las cuales 39 viviendas son de concreto armado, 253 de albañilería confinada y 43 de adobe o tapial, de las cuales para la muestra se tomaron 175 según la formula estadística con un error de muestra del 5%. Se utilizó como instrumento de recolección de datos para evaluar las condiciones y características de las viviendas en estudio. Los resultados muestran que de un total de 175 viviendas se encontraron que el 7% (12) de las viviendas se encuentran en vulnerabilidad baja, el 65% (113) en vulnerabilidad media, el 27% (47) en vulnerabilidad alta y el 2% (3) en vulnerabilidad muy alta. Por lo tanto se concluye que ante un acontecimiento de sismo severo 50 viviendas (29%) sufrirían colapso total y 113 viviendas (65 %) seguirían en pie con algún daño estructural.

Palabras claves: sismo, vulnerabilidad sísmica, índice de vulnerabilidad.

ABSTRACT

The purpose of the following research work was to determine the seismic vulnerability by the Benedetti and Petrini method of the houses of the Tupac Amaru Human Settlement, Sector 4 of the district of Chaupimarca in the province and region of Pasco, for which the type of research was applied was simple descriptive, The study population consisted of 335 houses, of which 39 were made of reinforced concrete, 253 of confined masonry and 43 of adobe or rammed earth, of which 175 were taken for the sample according to the statistical formula with a sample error of 5%. This was used as a data collection instrument to evaluate the conditions and characteristics of the houses under study. The results show that out of a total of 175 houses, 7% (12) were found to be in low vulnerability, 65% (113) in medium vulnerability, 27% (47) in high vulnerability and 2% (3) in very high vulnerability. Therefore, it is concluded that in the event of a severe earthquake 50 houses (29%) would suffer total collapse and 113 houses (65%) would remain standing with some structural damage.

Keywords: earthquake, seismic vulnerability, vulnerability index.

INTRODUCCIÓN

A consecuencia de los grandes sismos históricos registrados en el mundo y los desastres producidos se ha planteado numerables métodos, normativas y propuestas para disminuir los altos índices de muerte y pérdidas económicas.

Nuestro país no es ajeno a ello, por encontrarse en el cinturón de fuego del Pacífico y en la confluencia de la placa de Nazca y la placa Sudamérica.

El lugar de estudio es el Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca, de la provincia y región Pasco que según la norma E-030, Mapa de Zonificación Sísmica lo cataloga como Zona 3, zona de alta sismicidad.

A consecuencia de ello lo que se quiere llegar con este trabajo de investigación es determinar la vulnerabilidad sísmica en el Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca con la finalidad de evaluar que parte de la población de estudio se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad sísmica y con respecto a ello proponer técnicas y métodos de reforzamiento en las áreas afectadas.

El trabajo está compuesto por la siguiente temática:

Capítulo I, Problemas de investigación. En este capítulo se planteará cual será el problema de investigación mayor como su justificación de este, con acorde a ello se propone el método a utilizar y la efectividad del método empleado.

Capítulo II, Marco teórico. En este capítulo se plantea las bases teóricas y los antecedentes encontrados en relación el tema de investigación, con la finalidad de enfocarnos en nuestro propósito y no descarrilarnos.

Capítulo III, Metodologías y técnicas de investigación. Aquí lo que se plantea como se estudiara el fenómeno en si para posteriormente dar solución a nuestro problema de investigación, donde se define el tipo, método y diseño de la investigación como la determinación de la población, muestra y muestreo y la técnica

de recolección de datos.

Capítulo IV, Resultados y discusión. Finalmente se evalúa los resultados obtenidos de la recolección de datos del lugar en estudio de las cuales a través de la estadística se analiza e interpreta los resultados obtenidos y finalmente se reflexiona sobre ellos.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema.	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.	4
1.5. Justificación de la investigación.	5
1.5.1. Justificación teórica.....	5
1.5.2. Justificación practica	5
1.5.3. Justificación metodológica.....	5
1.5.4. Justificación social	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6
1.6.1. Limitaciones del estudio	6
1.6.2. Limitación de recursos	6
1.6.3. Limitación social	6
1.6.4. Limitación temporal	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	13
2.2. Bases teóricas - científicas.	24
2.2.1. Sismo	24
2.2.2. Riesgo Sísmico y Peligrosidad Sísmica	24
2.2.3. Vulnerabilidad Sísmica	26
2.2.4. Tipos de vulnerabilidad.....	26
2.2.5. Las edificaciones según su comportamiento Sísmico.....	27
2.2.6. Criterios que perjudican la vulnerabilidad sísmica	28
2.2.7. Adaptación del método de Índice de Vulnerabilidad.....	29
2.2.8. Evaluación de Parámetros	30
2.2.9. Cálculo del índice de daños (Id).....	31
2.3. Definición de términos básicos.	32
2.4. Formulación de hipótesis	34
2.5. Identificación de Variables.	34
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	34
2.6.1. Características geométricas	34
2.6.2. Consideraciones constructivas	34
2.6.3. Tipo de estructura.....	34
2.6.4. Propiedades mecánicas de los materiales.....	34
2.6.5. Aspectos estructurales	34
2.6.6. Calidad de los materiales	34
2.6.7. Características del lugar de estudio.....	35
2.6.8. Según Tipología de daño.....	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	36
3.2. Nivel de investigación.....	36
3.3. Métodos de investigación.....	36
3.4. Diseño de investigación.	37
3.5. Población y muestra.	37
3.5.1. Población.....	37
3.5.2. Muestra.....	39
3.5.3. Muestreo.....	40
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	40
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.9. Tratamiento Estadístico.....	41
3.9.1. Tabulación de datos.....	42
3.9.2. Frecuencia absoluta y relativas	45
3.9.3. Tablas de frecuencias	45
3.9.4. Estadísticos.....	45
3.9.5. Estadístico descriptivo	46
3.9.6. Grafica de frecuencias.....	46
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	48

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	49
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	50
4.2.1. Evaluación de parámetros	50
4.2.2. Determinación del índice de vulnerabilidad (Iv)	67

4.3. Prueba de hipótesis.....	69
4.4. Discusión de resultados.....	69
4.4.1. Índice de vulnerabilidad sísmica.....	73

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación del proyecto en estudio	2
Tabla 2: Identificación del número de viviendas del Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4.....	38
Tabla 3: Parámetros establecidos en método de vulnerabilidad sísmico (Benedetti y Petrini).....	41
Tabla 4: Tabulación de los datos encontrados de las viviendas en estudio.....	42
Tabla 5: Tabla de frecuencias relativas y absolutas	45
Tabla 6: Tabla de frecuencia, resumen.....	45
Tabla 7: Medidas de tendencia central	45
Tabla 8: Medidas de variación	46
Tabla 9: Evaluación del parámetro 1	51
Tabla 10: Evaluación del parámetro 2.....	53
Tabla 11: Evaluación del parámetro 3.....	55
Tabla 12: Evaluación del parámetro 4.....	57
Tabla 13: Evaluación del parámetro 5.....	59
Tabla 14: Evaluación del parámetro 6.....	60
Tabla 15: Evaluación del parámetro 7.....	63
Tabla 16: Evaluación del parámetro 8.....	64
Tabla 17: Evaluación del parámetro 9.....	65
Tabla 18: Evaluación del parámetro 10.....	66
Tabla 19: Evaluación del parámetro 11	67
Tabla 20: Número de viviendas por parámetro y clases	68
Tabla 21: Índice de Vulnerabilidad	68
Tabla 22: Recopilación de muestras estudiadas por otros trabajos de investigación...85	

Tabla 23: Recopilación de muestras estudiadas por otros trabajos de investigación...	86
Tabla 24: Resistencia de la albañilería (numeral 13.9 RNE E.070	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de viviendas según el tipo de diseño y función que cumple.....	38
Figura 2: Frecuencia acumulada de las viviendas en estudio	46
Figura 3: Frecuencia absoluta del índice de vulnerabilidad de las viviendas	47
Figura 4: Desviación estándar del índice de vulnerabilidad	47
Figura 5: Levantamiento de información (ficha de vulnerabilidad)	50
Figura 6: Parámetro 1	51
Figura 7: Vivienda de tapial que no presenta vigas y columnas	52
Figura 8: Vivienda de material noble con vigas y columnas de amarre	52
Figura 9: Parámetro 2.....	53
Figura 10: Mampostería de ladrillo de buena calidad	54
Figura 11: Vivienda de tapia	54
Figura 12: Parámetro 3	56
Figura 13: Vivienda de material noble con planos de construcción	56
Figura 14: Vivienda de adobe sin planos de construcción	57
Figura 15: Parámetro 4	58
Figura 16: Vivienda de tapial construido en un terreno inclinado	58
Figura 17: Parámetro 5	59
Figura 18: Vivienda de material noble con diafragmas rígidos y horizontales.....	60
Figura 19: Parámetro 6.....	61
Figura 20: Viviendas con forma regular en planta.....	61
Figura 21: Viviendas con forma irregular en planta	62
Figura 22: Parámetro 7	63
Figura 23: Parámetro 8.....	64
Figura 24: Parámetro 9.....	65

Figura 25: Parámetro 10.....	66
Figura 26: Parámetro 11.....	67
Figura 27: Índice de vulnerabilidad	69
Figura 28: Configuración en planta.....	79
Figura 29: Configuración de elevación	80
Figura 30: Diagrama del número de muestras mayor a 500	85
Figura 31: Diagrama del número de muestras menores a 500 recopiladas.....	87
Figura 32: Esquema para reducir el riesgo sísmico	98

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Ante la ocurrencia de eventos sísmicos a lo largo de la evolución del planeta, nace la necesidad de implantar una cultura sismo resistente que sea capaz de mitigar los efectos producidos por este fenómeno natural, como todos ya sabemos que un evento sísmico es un acontecimiento impredecible y su génesis pese de contar con una tecnología muy avanzada y estudios muy vastos del tema.

Según (Oviedo Sarmiento, 1999), es muy difícil augurar la ocurrencia de un evento sísmico, aunque si es posible determinar el periodo de ocurrencia, pero no cuando sucederá en concreto. Debido a ello es muy difícil o hasta imposible determinar donde, cuando y como ocurrirá este fenómeno, pero en algún punto del tiempo se dará y ante ese problema lo mejor que podemos hacer es mitigar sus efectos de daños en las construcciones habitada por personas y de una u otra forma impedir su colapso que muy posiblemente puedan ocasionar pérdida de vidas, pérdidas económicas y sociales. Ante ese problema lo que

pretendemos hacer en este trabajo de investigación es elaborar un estudio por vulnerabilidad sísmica de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco, donde a simple inspección la gran mayoría de las viviendas parecen ser vulnerables ante un evento sísmico significativos y a los sismos sucesivos “replicas” las cuales suelen ser muy frecuentes en el área de estudio. Nuestro enfoque no solo será identificar el índice de vulnerabilidad sísmico sino también proponer aportes de reforzamiento con la finalidad de mermar la vulnerabilidad sísmica, de esta forma esperamos contribuir con el desarrollo sismorresistente en las viviendas en estudio.

Según la (Norma Técnica E.030 Diseño sismo resistente, 2020), el distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco, se encuentra en una Zona Sísmica de nivel 3, siendo 1 de menor riesgo y 4 de muy alto riesgo.

Tabla 1:

Ubicación del proyecto en estudio

REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA
PASCO	PASCO	CHAUPIMARCA	3

NOTA. Fuente. RNE E-030 Diseño sismo resistente, Anexo II Zonificación Sísmica.

Según (Villarreal Castro, 2017), el Perú es considerado a nivel mundial un país altamente sísmico, la cual se cree que alcanza los 9 grados en la escala Mercalli Modificada. La cual aproximadamente 31 millones de peruanos se encuentran viviendo en zonas considerados de alta sismicidad y en consecuencia la exposición a daños sísmicos es muy latente. Es preciso mencionar que estamos expuesto a un peligro sísmico cotidianamente.

También otro de los problemas más frecuentes al momento de construir los elementos estructurales de las edificaciones es que los propietarios opten por una construcción informal y anti técnica resultando un factor que multiplica el problema de vulnerabilidad sísmica, lo cual ponen en riesgo severamente la calidad de vida y la calidad de la estructura.

Por otra parte, las autoridades locales exigen a los propietarios de estas viviendas en cumplir con ciertas normas, por tanto, el no seguimiento de los gobiernos locales en el proceso constructivo también resulta ser un factor adicional a que las viviendas en esta área sean informales.

1.2. Delimitación de la investigación

Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca, región Pasco.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica con el método del índice de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?
- b. ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?
- c. ¿Cómo influye la densidad de muros en la determinación del índice

de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?

- d. ¿Cómo influye la vulnerabilidad sísmica en los diferentes tipos de configuración estructural de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?

1.4. Formulación de Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad sísmica con el método del índice de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.

1.4.2. Objetivos específicos.

- a. Analizar la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.
- b. Evaluar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.
- c. Especificar la densidad de los muros en las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.
- d. Delimitar la influencia de la vulnerabilidad sísmica en los diferentes tipos de configuración estructural de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.

1.5. Justificación de la investigación.

1.5.1. Justificación teórica

Esta investigación tiene el propósito de identificar viviendas vulnerables ante un evento sísmico significativo y generar así un aporte de propuestas de reforzamiento a elementos de estructurales dañadas y sensibles que presentan alto riesgo de daño y falla ante el efecto de una actividad sísmica, de esta forma también se pretende generar una cultura sismorresistente a la población.

1.5.2. Justificación practica

Este proyecto de investigación beneficiará de manera informativa a la población de Chaupimarca y a las autoridades, puesto a que se determinara el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, Sector 4 del distrito de Chaupimarca con la finalidad de tener una base de investigación y a partir de ello nuestras autoridades puedan gestionar proyecto de reforzamiento y rehabilitación que pueda disminuir en gran medida los colapsos de las viviendas y así evitar pérdidas humanas, económicas y sociales.

1.5.3. Justificación metodológica

El presente trabajo se realizó en el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4, del distrito de Chaupimarca teniendo como objeto de estudio o análisis las edificaciones existentes que permitió determinar la vulnerabilidad sísmica, empleando el método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y V. Petrini.

1.5.4. Justificación social

Debido a que el área de estudio se encuentra en una zona eminentemente sísmica y que hasta la actualidad no se ha registrado eventos sísmicos de gran magnitud, el presente trabajo permitió establecer los niveles de vulnerabilidad

sísmica en el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4, del distrito de Chaupimarca, así mismo calcular el índice de daños.

1.6. Limitaciones de la investigación.

1.6.1. Limitaciones del estudio

El siguiente trabajo de investigación se limita en evaluar la vulnerabilidad sísmica de instituciones públicas y privadas, como es el caso de hospitales, postas, centros de salud, centros educativos, hoteles y entre otros de igual o mayor complejidad, debido a que el siguiente trabajo solo está enfocado a las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4, las cuales posiblemente no cuenten con las posibilidades económicas de solventar este tipo de estudio.

1.6.2. Limitación de recursos

Siendo un trabajo de tesis de investigación de pregrado y tomando referencias del tema los recursos financieros básicos para el proyecto de investigación se cubrirán con financiamiento propio, por lo que no existe limitación de recursos.

1.6.3. Limitación social

En las viviendas del asentamiento humano del sector 4 del distrito de Chaupimarca, puede que exista pobladores que no puedan dar su consentimiento para la recolección de datos necesarios para la investigación, pero no será el caso de la población total a investigar.

1.6.4. Limitación temporal

Las limitaciones temporales se están dando a causa de la pandemia del covid-19 y el aislamiento social, lo cual nos limita bastante al momento de realizar reuniones presenciales e investigación en campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

El siguiente trabajo de investigación presenta antecedentes en el ámbito internacional y nacional.

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) (Vargas Rosales, 2017) El objetivo primordial de su investigación fue el de realizar un diagnóstico en cuanto a vulnerabilidad sísmica para analizar si es necesario realizar una rehabilitación estructural. El modelo metodológico utilizado es de carácter cualitativo. La muestra de estudio comprende el edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Las recolecciones de datos dieron a conocer que algunos de los elementos estructurales ven superadas su capacidad ante las demandas de cargas que existen.
- b) (Martinez Martinez, 2019) En su investigación sostuvo como objetivo primordial realizar la identificación de las patologías que

tuvieron más influencias en el daño observado del sismo del 19 de septiembre del 2017. El diseño de investigación adoptado es el descriptivo correlacional. La muestra de estudio comprende las edificaciones que sufrieron daños durante el sismo 19S-2017. La recolección de datos se realizó mediante el análisis de los proyectos de cada edificación. Los resultados de su edificación dan a conocer que las patologías en las edificaciones tienen mayor repercusión en el daño sísmico causadas por defectos estructurales.

- c) (Sáenz Muñoz, 2018) El principal aporte de su investigación es implementar un nuevo método para obtener automáticamente las curvas de fragilidad a partir de un modelamiento de elementos finitos en el software SAP2000. El diseño de su investigación fue una evaluación descriptiva no experimental. La muestra a ser estudiada comprende las estructuras de albañilería confinada. La recolección de los datos fueron las bases de registros sísmicos chilenos. Los resultados de la investigación dan a conocer que el PGA del sismo indica que el suelo al tener una menor variabilidad en comparación con otros parámetros que se proponen en la investigación.
- d) (Martínez-Monroy & Ledesma-Bastidas, 2018) El objetivo primordial de su investigación es realizar la evaluación por desempeño de viviendas en zonas de alta vulnerabilidad. El diseño de su investigación fue descriptiva no experimental. La muestra de estudio está conformada por 83 viviendas. La recolección de datos fue mediante planos arquitectónicos, planos estructurales, memorias

de cálculo, estudio de suelos y fotos obtenidas durante las visitas a la zona de estudio. Los resultados de su investigación dan a conocer que una vez se sobrepasa el rango elástico, la estructura empieza a degradarse.

- e) (Horta Muñoz, 2019) En su investigación tuvo como objetivo principal analizar la vulnerabilidad sísmica de estructuras que superen los 13 niveles, mediante el uso de la metodología de identificar estructuras y de inspección del suelo circundante. El diseño de su investigación es Descriptivo no experimental. La muestra de su investigación comprende edificaciones altas en tres sectores de la ciudad de Santiago, Chile. La recolección de los datos se realizó mediante el análisis del suelo circundante y las estructuras identificadas para ser estudiadas. Los resultados de su investigación dan a conocer que es importante estudiar el fenómeno de doble resonancia en estructuras conformadas encima de suelos blandos, esto da validación a la teoría del efecto suelo-estructura.
- f) (Ródenas Quiñonero, 2017) La aspiración universal de la siguiente tesis es la ampliación y mejora de la metodología usada en el proyecto RISK-UE para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de concreto armado en lugares de zonas urbanas, todo basado y fundamentado en procedimientos empíricos de métodos disponibles y usados con frecuencia, con la finalidad de obtener los valores más reales y lo más certeros posibles en el desempeño sísmico y explicar con pruebas contundentes sus consecuencias y sus impactos, sus dimensiones y

soluciones coherentes para minimizar las pérdidas socioeconómicas relacionados a las consecuencias de eventos sísmicos. El diseño de investigación es correlacional no experimental. La muestra de estudio fue conformada por las edificaciones dañadas a causa de los sismos de Lorca 2011, Chile 2014, Nepal 2015, Italia 2016. A pesar del gran avance en el campo de la ingeniería aún sigue diseñando y construyendo estructuras deficientes frente a la acción sísmicas, sigue habiendo sectores urbanos que aún tienen factores muy altos de riesgo sísmico, esto es debido a la alta vulnerabilidad de las viviendas. Y evidencia de ello son las estructuras que colapsaron en los últimos sismos ya mencionados, tanto aquellas que fueron construidas con las normas vigentes y aquellas sin normas.

- g) (Gulfo Mendoza & Serna Hernández, 2020) El objetivo primordial en esta investigación es evaluar el comportamiento de un posible sismo severo y proponer un modelo con una calificación de la vulnerabilidad ante un acontecimiento de un sismo. El diseño utilizado fue una evaluación cualitativa de las estructuras. La muestra de estudio fue de 36 instituciones educativas públicas del sector urbano en riesgo de sufrir daños ante la acción de un sismo significativo. La recolección de los datos que sirvieron como el fundamento de este trabajo fueron la recolección de información de los sismos más recientes que han ocurrido en dicho país y otros países que tuvieron grandes impactos. El fin mayor de dicha investigación fue la evaluación las estructuras seleccionadas que

son sensibles ante un evento sísmico, de las cuales dio como resultado que varias de las estructuras de las instituciones presentan una vulnerabilidad insignificante, que lo que se dedujo que casi todas las edificaciones presentan una corta altura, el suelo es estable, a lo que se determinó que la estructuras permanecerán estables y funcionales ante un sismo.

- h) (López P., y otros, 2020) lo que se pretende realizar con la siguiente investigación es impedir el colapso inmediato y minimizar la vulnerabilidad de este tipo de estructuras con el uso de un diafragma rígido y el implemento de reforzamiento de los muros, que consiste en entramados de maderas, siendo capa de brindar confinamiento y rigidez, manteniendo intacto el acabado final de la estructura. Su diseño es descriptivo. La muestra de estudio no se especifica. El instrumento de recolección de datos fue tomados los sismos recientes ocurridos en el mundo y en dicho país. De los resultados obtenidos se identificaron que las edificaciones mejoran considerablemente al ser reforzadas, y todo esto se logró solamente con entramados de madera, la propuesta de evitar el colapso se logró, aunque los muros sufrieron un agrietamiento importante. En simples palabras se alcanzó la solución del problema.
- i) (Catalán Pérez, 2020) Del artículo la idea más rescatable es verificar cómo se comportaron los sismos ocurridos en los años de 1985 y 2017 y el tipo de influencias de daños a las estructuras que indujeron estos, así como el por qué la vivienda resulta muy

vulnerable a este fenómeno. Su diseño es descriptivo. La muestra de estudio fue la ciudad de México. Del tema se concluye que la mayoría de los edificios de viviendas dañadas durante el evento sísmico de 2017 se construyeron antes de 1985, lo que podría implicar que tales viviendas tuvieron daño acumulado por sismos pasados y pueden haber tenido también asentamientos diferenciales u otros problemas (por ejemplo, falta de mantenimiento, asentamientos diferenciales, agrietamiento del suelo, entre otros), lo que lleva a un aumento de su vulnerabilidad sísmica.

- j) (CARRILLO, 2017). El propósito de esta investigación fue el de ilustrar las ventajas de plantear un diseño por desempeño. La muestra de estudio comprende una edificación de concreto reforzado de 6 niveles es cual está ubicada en la ciudad de Acapulco. Para esta investigación se usó el concepto de diseño por desempeño ya que con dicho diseño es posible determinar de manera más confiable la vulnerabilidad de una edificación frente a un grado de sismo determinado. Para la recolección de datos se basó en las acciones que están consideradas en el Reglamento de Acapulco (RCA, 2002) y otras normas técnicas complementarias. Los resultados de su investigación dieron a conocer que debido a cambios en las normas técnicas de dicho lugar de estudio gran parte de las estructuras necesariamente tienen que ser revisadas con demandas sísmicas de mayor magnitud a lo utilizado en su diseño original.
- k) (Manitio & Vasconez, 2017). En su investigación presenta como

objetivo principal mejorar las condiciones de las viviendas ante un sismo a través de reforzamiento de estructuras según las normas vigentes. Su diseño de investigación fue correlacional. La muestra de estudio fue todo el distrito metropolitano de Quito. La recolección de datos fue determinado a través de la recolección de datos. De las conclusiones más importantes de trabajo de investigación fue que las construcciones de adobe son muy susceptibles a los eventos sismos significativos.

- 1) (Catalán, 2020). El siguiente artículo tuvo como objetivo principal encontrar las diferencias entre los sismos de 1985 y el 2017 y los principales daños provocados en las estructuras más vulnerables de las viviendas de la Ciudad de México. La muestra de investigación fueron la Ciudad de México. La recolección de datos fue obtenidos a través estudios realizados sobre los análisis de los sismos del 2017. De las conclusiones se rescata que las edificaciones dañadas que reciben otros daños de sismos son más vulnerables.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) (Cajan Hernandez & Falla Lecca, 2020) En esta investigación se tuvo como objetivo primordial aplicar el método de Benedetti-Petrini con la finalidad de analizar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones que cuentan con la categoría C previamente definidas por la norma E. 030. Se basó en un diseño descriptivo no experimental. En su estudio tomó como muestra las 2362 edificaciones dentro de la población. El análisis y la recopilación de datos se realizó mediante fichas de recolección de datos de

Benedetti-Petrini. Los resultados apuntan que al evaluar los aspectos estructurales y constructivos el grado de vulnerabilidad predominante es media o alta a diferencia de evaluar los aspectos geométricos en donde se determinó que el grado de vulnerabilidad predominante es baja.

- b) (Tucto Asencio, 2018) En su investigación tuvo como objetivo principal utilizar el método de Benedetti-Petrini para hallar la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe. El diseño de su investigación es descriptivo comparativo no experimental. La muestra de su investigación comprende 56 viviendas de adobe. Para la recolección de datos se realizó visitas a la zona de estudio para el reconocimiento y la selección de viviendas para luego realizar las encuestas respectivas al propietario de la vivienda. Los resultados de su investigación dan a conocer que el total de las viviendas evaluadas presentan un grado de vulnerabilidad medio.
- c) (Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2019) La pesquisa primordial de esta investigación es caracterizar e identificar las zonas que representan baja, media y alta vulnerabilidad sísmica, para el alcance de dicho objetivo se utilizó el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, la cual el autor plantea once parámetros que son factores fundamentales al momento de identificar los daños en las edificaciones después de un acontecimiento sísmico. Su diseño es descriptivo, mixto y no experimental. La muestra de estudio fue todas las edificaciones que se encuentren dentro de la ciudad de Monsefú y que son habitadas,

recolectando un total de 3667 viviendas. La recolección de datos se dio a través de un test sugerido por el método de Benedetti y Petrini. Del trabajo de estudio se realizaron el estudio de vulnerabilidad para viviendas de adobe, albañilería y hormigón armado. De las cuales el 40.33% de las viviendas son de adobe, 56.12% de albañilería y 56.12% de hormigón armado. De los de adobe el 14.67% son de vulnerabilidad media y baja, y el resto es de vulnerabilidad alta (85.26%). Mientras los de albañilería el 38.19% son de vulnerabilidad baja, 55.39% son de vulnerabilidad media y 6.41% de vulnerabilidad alta. Los de hormigón armado el 46.92% son de vulnerabilidad baja, 43.08% media y 10.00% alta.

- d) (Cajachagua Huerta, 2019) El objetivo primordial de su investigación fue determinar el grado de vulnerabilidad de viviendas de adobe utilizando el método de Benedetti-Petrini. El diseño de su investigación es explicativa-correlacional. La muestra de estudio fue de 30 viviendas seleccionadas a criterio de observación. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se basaron en la ficha de recolección de datos basada en la propuesta de Benedetti-Petrini con algunas modificaciones hechas por el investigador. Los resultados de su investigación dan a conocer el 33% de la muestra analizada presenta un grado de vulnerabilidad medio y el 67% presenta un grado de vulnerabilidad alto.
- e) (López Ramírez, 2019) Este trabajo de investigación tuvo como finalidad poder determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de los domicilios autoconstruidos en el Asentamiento Humano San Carlos

de Murcia. Para alcanzar dicho propósito se realizaron tomas de datos a través de encuestas minuciosas y detalladas para obtener la mayor cantidad de datos posibles y certeros, que posteriormente utilizando el Método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la (AIS), de las cuales se evaluaron características susceptibles a efectos sísmicos según como indica el método. El diseño de investigación es descriptivo no experimental. La muestra de estudio fue de 30 viviendas. La recolección de los datos fue a través de un test propuesto por el método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica. De la evaluación se obtuvo como resultados que el 60% de las viviendas en estudio son de alta vulnerabilidad, el 3.33% son de vulnerabilidad media y el 36.67% son de vulnerabilidad baja dando veracidad a la hipótesis planteada. De las viviendas estudiadas fueron seleccionadas teniendo en cuenta sus relieves la cual presenta un riesgo mayor.

- f) (Criollo Paucar & Santisteban Jacinto, 2019) El fundamento principal de este trabajo es evaluar y determinar el grado de vulnerabilidad sísmica según sea el nivel de baja, media y alta, sobre el método a utilizar será el índice de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) que se evaluara en el distrito de San José, provincia y departamento Lambayeque, una vez alcanzado dicho objetivo es alarmar a la población sobre los efectos negativos que pueden ocasionar un evento sísmico en dicha ciudad. Su diseño es descriptivo. La muestra de estudio fue la ciudad de San José (159 viviendas). La recolección se realizó a través de encuestas

propuestas por el método índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) adaptándolo a las características de lugar de estudio. De trabajo elaborado se presentaron viviendas de adobe, confinados y de concreto armado. De las cuales las viviendas de adobe el 90.86% (159 viviendas) son de vulnerabilidad alta, de las viviendas confinadas el 50.17% (1979 viviendas) son de vulnerabilidad media y de las viviendas de concreto armado el 75 % (12 viviendas) son de vulnerabilidad baja.

- g) (Tinoco Meyhuay, 2019) El ideal mayor de la presente investigación es el modelamiento geoespacial de la vulnerabilidad sísmica en relación a la naturaleza de las construcciones en el sector urbano del distrito de Chiquián. Cuyo propósito es calcular del índice de vulnerabilidad sísmica a través de sistemas de información geográfica, la cual de los datos obtenidos se llevarán al programa de model builder del ArcGIS. Su diseño es no experimental. La muestra de estudio está conformada de 1417 viviendas del distrito de Chiquián. Sobre la recolección de datos se obtuvo a través de encuestas diseñadas por el autor según las variables que se desea medir. En cuanto a los resultados obtenidos del total de viviendas el 14.7% presenta una baja vulnerabilidad, el 21.2% media vulnerabilidad y el 15.2% una vulnerabilidad muy alta, otros datos importantes también obtenidos es la aceleración horizontal del terreno de 0.32g y si ocurriera un sismo, 1209 (85.32%) de las viviendas llegarían al colapso, mientras el resto permanecería estable, pero con daños.

- h) (Obregon Ruiz & Pablo Asencios, 2021) El deseo de este trabajo de investigación es calcular el tipo de correlación que podría haber entre la vulnerabilidad sísmica y la mitigación de desastres de edificaciones confinadas en el AA.HH. “El Carmen” Huaura, 2018. De lo cual se obtuvo que identificar los puntos vulnerables que están con riesgo de fallar ante el acontecimiento de un evento sísmico, para lo cual se propondrá identificar el índice de daño estructural y el riesgo sísmico que generará en la estructura de las viviendas en estudio. El diseño utilizado es el no experimental – no correlacional. La muestra de estudio es de 637 viviendas del AA.HH. El Carmen del distrito de Huara. La recolección de datos tomados será obtenida a través de Entrevistas y un análisis de documental según la argumentación de Sampieri. Los resultados obtenidos de la investigación nos arrojaron una correlación de 86.6%, siendo aceptable y alta según la escala.
- i) (Meregildo, 2018) En su trabajo de investigación tuvo como objetivo principal analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el distrito de Moche, provincia de Trujillo. Su diseño es Descriptivo no experimental. La muestra de estudio estuvo conformada por 50 viviendas informales. La recolección de datos se dio mediante un cuestionario. Los resultados de esta investigación dieron a conocer la densidad de los muros en dirección X y en dirección Y, con los cuales se dieron a conocer viviendas aceptables e inadecuadas.
- j) (Arevalo, 2020) En su investigación tuvo como objetivo principal

determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de manera informal. Su diseño se basa en dos metodologías la primera de óptica cualitativa y la otra de enfoque cualitativo. La muestra de estudio comprende 07 edificaciones construidas con el sistema de albañilería confinada. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario de recolección de datos. Los resultados de esta investigación permitieron determinar el nivel existente de vulnerabilidad sísmica en las estructuras de las viviendas autoconstruidas.

- k) (Mejia, 2019) En su investigación tuvo como objetivo principal determinar la vulnerabilidad sísmica y consecuentemente dar propuesta para el reforzamiento de la edificación. Su diseño es no experimental. La muestra de estudio comprende edificaciones de la zona con características similares al sector. La recolección de datos se realizó mediante la visualización y mediante formulario de recolección de datos. Los resultados de esta investigación reflejan que la edificación tendrá un óptimo desempeño ante un evento sísmico.
- l) (Timoteo, 2018) en su investigación tuvo como objetivo principal realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos niveles. Su diseño es descriptivo. La muestra de estudio comprende 30 viviendas ubicadas en zonas diferentes. La recolección de datos se realizó mediante entrevistas a funcionarios de diferentes instituciones. Los resultados de su investigación dan a conocer que las edificaciones de 2 niveles construidas con tapial presentan una

vulnerabilidad alta frente a un evento sísmico.

- m) (Alarcón Bernal & Malqui Mego, 2018) El objetivo principal de su investigación se basa en determinar el grado de vulnerabilidad sísmica mediante el método de índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini). Su diseño es descriptivo. La muestra de estudio comprende la ciudad de San Jose, ubicada en la provincia de Lambayeque. La recolección de datos se basó en los aspectos geométricos, constructivos, estructurales, suelos y entorno de las edificaciones analizadas. Los resultados de su investigación dan a conocer que las edificaciones de adobe se encuentran entre los rangos de vulnerabilidad media 9.14% y alta 90.86%, las edificaciones de albañilería en baja 46.92% media 50.17% y alta 2.91%, y en edificaciones de concreto armado los rangos son baja 75% y media 25%.
- n) (Lopez Otiniano & Rodriguez Reyna, 2018) En su investigación plantearon como objetivo principal el contribuir a la reducción de riesgo ante eventos sísmicos. Su diseño es descriptivo experimental. La muestra de estudio comprende las viviendas de muros de ductibilidad limitada ubicadas a lo largo y ancho de la ciudad de Lima. Se recolectaron los datos necesarios para el estudio con base a características arquitectónicas y estructurales. Los resultados de esta investigación dieron a conocer que la casa de 3 y 2 pisos presenta un grado de vulnerabilidad baja.
- o) (Quiroz, 2020) En su investigación sostuvo como objetivo principal el análisis de la vulnerabilidad sísmica en colegios públicos. Su

diseño es descriptivo. Su muestra de estudio comprende 15 instituciones educativas de nivel secundario. La recolección de datos se realizó mediante la investigación, observación directa y el análisis de contenido. Los resultados de su investigación dan a conocer que el 49% de instituciones analizadas por el método de Hirosawa son vulnerables ante un evento sísmico y los otros 51% teóricamente son seguros.

- p) (Pérez, 2021) En su investigación sostuvo como objetivo principal analizar cuanta influencia llega a tener la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas. Su diseño es descriptivo experimental. Su muestra de estudio comprende las viviendas autoconstruidas en el conjunto habitacional La Angostura. El análisis y la recolección de datos fue la observación directa la cual fue a observación propia del investigador. Los resultados de su de investigación dieron a conocer que la vulnerabilidad sísmica si influye en estas viviendas analizadas.
- q) (Chuquicahua, 2020) Sostuvo como objetivo general conocer y comparar cómo se comporta un edificio de concreto armado con disipadores. Su diseño es descriptivo. Su muestra de estudio comprende una edificación de concreto armado con disipadores sísmicos en la ciudad de Chiclayo. La recolección de datos se obtuvo de la observación directa y el análisis de contenido. Los resultados de la investigación dan a conocer que los desplazamientos encontrados mediante el método de análisis dinámico no lineal fueron a ser casi la mitad de los encontrados

mediante el método de análisis estático no lineal.

- r) (Candebat Sánchez, Leyva Chang, & Centray Sánchez, 2020) En dicho artículo tuvo como objetivo principal en proponer un nuevo enfoque que va de acuerdo a la seguridad integral ante fenómenos sísmicos moderadas y fuertes en las estructuras de las edificaciones de los centros educativos de dicha región. El diseño utilizado es descriptivo. La muestra de estudio que se obtuvo de las edificaciones destinadas al servicio de educación de Cuba. La recolección de datos fue tomada de los acontecimientos de grandes sismos ocurridos en el mundo y en dicho país en relación a los conflictos de fallas de las estructuras de los centros educativos. Se determinó una metodología con acorde a las características de Cuba que permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educativas tanto estructurales y no estructurales utilizando como punto de partida el método de Delphi.
- s) (Alonso, y otros, 2020), Del dicho artículo el objetivo mayor fue en abordar una metodología para la determinar la vulnerabilidad urbana en lugares sísmicos. El diseño de la investigación descriptivo correlacional. La recolección de datos fue tomada de las metodologías más usadas en la actualidad. La conclusión que llega el autor que el suelo es un indicador fundamental las cuales le reacción de la estructura depende en gran medida de la sostenibilidad y estabilidad del suelo, de las cuales propone una herramienta metodológica que permite determinar un índice integral de vulnerabilidad sísmica urbana. Para determinar el índice

se evalúa multicriterios e índices numéricos de ponderación que permitan medir la susceptibilidad de cada variable y según sea el resultado que arroje se le asigna una medida de bueno, regular o malo.

- t) (Bernardo, 2020). En su investigación planteo como objetivo primordial reconocer el grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada. Se basó en un diseño de investigación descriptiva-no experimental. La muestra de su investigación de 30 viviendas de albañilería confinada. Para la recolección de datos se utilizaron fichas de recolección de datos considerando la observación estructurada o sistemática. Los resultados de su investigación dan a conocer que el 47% de las viviendas analizadas cuentan con un grado de vulnerabilidad alta, mientras que el 30% tienen un grado de vulnerabilidad media y el 23% un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo
- u) (SALAZAR, 2018). El propósito de esta investigación fue el de ilustrar las ventajas de plantear un diseño por desempeño. La muestra de estudio comprende una edificación de concreto reforzado de 6 niveles es cual está ubicada en la ciudad de Acapulco. Para esta investigación se usó el concepto de diseño por desempeño ya que con dicho diseño es posible determinar de manera más confiable la vulnerabilidad de una edificación frente a un grado de sismo determinado. Para le recolección de datos se basó en las acciones que están consideradas en el Reglamento de Acapulco (RCA, 2002) y otras normas técnicas

complementarias. Los resultados de su investigación dieron a conocer que debido a cambios en las normas técnicas de dicho lugar de estudio gran parte de las estructuras necesariamente tienen que ser revisadas con demandas sísmicas de mayor magnitud a lo utilizado en su diseño original.

- v) (Alva, 2017). En su investigación tuvo como objetivo principal determinar la correlación entre los componentes estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica. El diseño de investigación fue cuantitativo correlacional. La muestra estuvo conformada por 40 viviendas del distrito de Independencia. La recolección de datos se realizó a través de encuestas revisadas y aceptadas por expertos. De trabajo realizado pudo demostrarse la hipótesis principal como también determinar el nivel de vulnerabilidad.

2.2. Bases teóricas - científicas.

2.2.1. Sismo

Según la (INDECI, 2006) y (Alcahuamán, 2013), un sismo es la liberación súbita de la energía mecánica producida por el roce de las placas tectónicas al interior de la corteza terrestre, la cual se propagan en forma de ondas hasta lograr disiparse por completo. Por el grado de su intensidad pueden ser de baja, moderada y alta intensidad, y se mide a través de la escala Mercalli Modificada.

2.2.2. Riesgo Sísmico y Peligrosidad Sísmica

(Giner, 1993) el autor menciona que según la UNESCO (1980) el riesgo sísmico estará definido según la ecuación (9):

$$\text{Riesgo Sísmico} = \text{Peligrosidad} \times \text{vulnerabilidad} \times \text{coste} \quad (1)$$

2.2.2.1. Peligrosidad sísmica (seismic Hazard).

Según (Giner, 1993) está definida como la probabilidad que un parámetro en específico que mide el movimiento del suelo, llega a ser superado en un cierto periodo de tiempo, llamado también periodo de exposición.

2.2.2.2. Coste.

Según (Giner, 1993), Se refiere al gasto económico que será destinado a la restauración de los elementos que sufrieron daños a consecuencia del sismo.

2.2.2.3. Vulnerabilidad

Según la (INDECI, 2006), la vulnerabilidad, es el nivel de fragilidad de un elemento o conjunto de elementos frente al acontecimiento de un fenómeno natural o antrópico de cierta intensidad. En otras palabras, es la simplicidad como un elemento, pudiendo ser este de una infraestructura, vivienda u otro, pueda llegar a sufrir daños humanos y materiales la cual esto es expresado en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100.

En otras palabras, más simples, “vulnerabilidad es una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto” (INDECI, 2006)

2.2.3. Vulnerabilidad Sísmica

Según (Barbat, 2011) y (Kuroiwa, 2002), una definición apropiada sería la predisposición intrínseca a sufrir algún tipo de daño de una edificación ante la ocurrencia de un evento sísmico de determinada agresividad. Por la cual esta propiedad está relacionada directamente con las características constructivas y de diseño de la edificación.

Los estudios sobre la vulnerabilidad sísmica se suelen aplicarse a cualquier tipo de obra de ingeniería como edificaciones, presas, carreteras, puertos, puentes, entre otros, cuya actividad sísmica requiera ser evaluada.

La vulnerabilidad sísmica puede plantearse según dos enfoques, **la vulnerabilidad observada y la vulnerabilidad calculada** (Lang, 2002).

- **La vulnerabilidad observada**, se determina en base a la cuantificación de la capacidad sísmica de una edificación cualquiera a través de un análisis de eventos sísmicos pasados. Este método de evaluación proporciona información muy valiosa del comportamiento de efecto sísmico de las edificaciones al basarse en pruebas sólidas y reales. (Bermúdez, 2010)
- **La vulnerabilidad calculada**, es determinada a través de las características de la edificación y el suelo sobre el cual se asienta mediante modelaciones de su estructura y el comportamiento de este ante un efecto sísmico. Este tipo de evaluaciones permite dar una comprensión minuciosa de los niveles de daño obtenidos

2.2.4. Tipos de vulnerabilidad

(Safina Melone, 2002), describe 3 tipos de vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad estructural
- Vulnerabilidad no estructural

➤ Vulnerabilidad funcional

2.2.4.1. Vulnerabilidad estructural

Según (Martínez-Cuevas & Gaspar-Escribano, 2016), Se relaciona con el comportamiento de los elementos estructurales que forman parte de un sistema resistente vertical y horizontal de la estructura

2.2.4.2. Vulnerabilidad no estructural

Según (Martínez-Cuevas & Gaspar-Escribano, 2016), con referencia a los daños arquitectónicos y sistema de instalaciones de una edificación.

Está asociada a los elementos no estructurales tales como componentes arquitectónicos, así como los diferentes equipos eléctricos y mecánicos que contiene la edificación.

2.2.4.3. Vulnerabilidad funcional

Según (Aguilar & Rosales , 2019), la vulnerabilidad funcional de una edificación significa que ante la ocurrencia de un sismo la edificación siga operando eficientemente, la cual consiste en evaluar las principales instalaciones de servicios de agua, desagüe, eléctrico, gas, comunicaciones y entre otros.

2.2.5. Las edificaciones según su comportamiento Sísmico

Según (Kuroiwa, 2002), clasifica en 4 tipos las edificaciones según sea su comportamiento sísmico:

- Edificaciones de adobe o tapial, son muy comunes en países de la Latinoamérica debido que su construcción es muy económica. Las cuales son altamente vulnerables ente eventos sísmicos.

- Edificaciones de madera y caña, son muy flexibles y de ligero peso, y el resisten muy bien ante los efectos de los sismos
- Edificaciones de albañilería o mampostería, son edificaciones hechos a través de muros estructurales de ladrillo o bloques de concreto, con interacción de arena fina y cemento, con techos tipo aligerados que cumplen la función de diafragmas las cuales distribuyen las cargas sísmicas por los muros estructurales.
- Edificaciones de concreto armado, este tipo de edificaciones se componen de viguetas, vigas, columnas, zapatas y entre otros las transmiten las cargas sísmicas a través de estos elementos estructurales, suelen senes más resistentes ante un evento sísmico.

2.2.6. Criterios que perjudican la vulnerabilidad sísmica

Según (Farfán & Díaz, 2009), la vulnerabilidad sísmica de una edificación está relacionada directamente a sus características más importantes que se tiene que tener en cuenta a realizar la evaluación.

- Geometría: Asimetrías y anomalías en el plano planta de las viviendas, muros en dos sentidos, anomalías en las alturas de muro, calidad de materiales empleados en su construcción y entre otros relacionados con la geometría.
- Estructura: Muros armados, peculiaridades de los elementos estructurales como columnas, vigas, placas, escaleras y entre otros relacionados con la es estructura de la edificación.
- Suelos: geomorfología, geología del suelo
- Entorno: Topografía y/o geodesia de ser necesario.

2.2.6.1. Método de Índice de Vulnerabilidad (Iv)

Según (Marín, 2012), para calcular el índice de vulnerabilidad de las viviendas, primero se deben recolectar información de las características de estas, que tengan relación con los 11 parámetros propuesta por Benedetti – Petrini, finalmente estos parámetros se multiplican según la clase que pertenecen, estos pueden ser de 4 clases; A, B, C y D. Cada clase se le atribuye un valor numérico (Ki), las cuales se encuentran en este rango de 0 a 45, también a cada parámetro se le asigna un coeficiente (Wi) las cuales varían de 0.25 a 1.5, para contextualizar más este método (*Ver Anexo 4*)

Algebraicamente el índice de vulnerabilidad (Iv) está determinado por siguiente ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i \quad (2)$$

El intervalo de valores que toma del índice de vulnerabilidad (Iv), propuesta por Benedetti – Petrini, es de 0 a 382.5.

2.2.7. Adaptación del método de Índice de Vulnerabilidad

Según (Marín, 2012), a través de los estudios que ha realizado, identifico una comparación con los once parámetros del índice de vulnerabilidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) que se presentan en el *Anexo 5*. De dicho análisis de comparación, el autor demuestra que los 11 parámetros cumplen con el RNE.

2.2.8. Evaluación de Parámetros

Según (Navia & Barrera, 2007), menciona que la evaluación de la vulnerabilidad y determinación del índice de vulnerabilidad se realizará utilizando 11 parámetros propuestos por Benedetti – Petrini (Ver Anexo 6 : Evaluación de parámetros para el cálculo del I_v).

- 1) **En el parámetro 1**, se analiza a detalle el sistema de los elementos estructurales como es el caso de la distribución esquemática de las vigas, columnas, etc., dentro de una edificación.
- 2) **En el parámetro 2**, se evalúa la calidad y disposición de los elementos de mampostería “ladrillos” de los muros y la calidad de mortero empleado para amalgamar las piezas de ladrillo.
- 3) **El parámetro 3**, a través de este parámetro se calcula la resistencia de los muros ante los efectos de las cargas sísmicas. Para ello es importante contar con los planos estructurales y arquitectónico mínimamente de las edificaciones.
- 4) **En el parámetro 4**, se evalúa las características del suelo de fundación, la topografía del lugar, de la misma forma la pendiente del terreno, su composición de estratos y entre otras características relacionado a la fundación de suelo en estudio, las cuales se determina con estudios de campo, estudios de laboratorio, cálculos matemáticos y la generación de planos.
- 5) **En el parámetro 5**, se valora las condiciones de los diafragmas y su influencia de este en los elementos estructurales como vigas, columnas, placas, arriostres, etc.
- 6) **El parámetro 6**, se valora la predisposición de la planta de la edificación,

teniendo en cuenta el rigor de configuración de simetría debido a que una edificación con estas características presenta mejor comportamiento ante un evento sísmico.

- 7) **En el parámetro 7**, se valora los detalles constructivos en voladizo o salientes en las edificaciones que a simple inspección estén expuesto a una vulnerabilidad sísmica.
- 8) **En el parámetro 8**, se evalúa a detalle los muros estructurales, como su ubicación y desempeño que cumple este en la edificación.
- 9) **El parámetro 9**, se valora el tipo y la calidad de los espacios huecos “cobertura” de las edificaciones, las cuales pueden fallar por los esfuerzos sísmicos.
- 10) **En el parámetro 10**, se valoran los detalles constructivos como balcones, chimeneas y entre otros, básicamente aquellos que no tengan conexión estructural y por ende están más susceptibles a sufrir daños ante un evento sísmico.
- 11) **En el parámetro 11**, se valora la antigüedad de la construcción y el nivel de mantenimiento de las edificaciones.

2.2.9. Cálculo del índice de daños (Id)

Según (Marín, 2012), el índice de daño o el daño esperado es una expresión matemática que cuyo valor depende únicamente de las funciones del movimiento de suelo y el factor de vulnerabilidad de la edificación en estudio. El valor numérico del índice de vulnerabilidad varía de 0 a 100, mientras el valor numérico del daño calculado (d) varía dentro del rango de 0 a 1. Entonces dependiendo el valor que resulte el índice de daño se podrá inferir lo siguiente:

- Índice de daño ≈ 0 ; las edificaciones no sufren daños graves o

considerables

- Índice de daño > 0.8 ; las edificaciones presentan alto nivel de riesgo porque están propenso al colapso total

2.3. Definición de términos básicos.

- **Tipo de vivienda**

“Clasificación de la vivienda según el uso que se le da, ya sea para alojar personas o bien para convivientes que se rigen bajo normas. Según lo especificado se clasifican en: particular o colectiva” (Flores-Corona et al., 2006).

Tapial, Referido a grandes bloques de tierra en estado de humedad de aproximadamente 60 – 80 cm de espesor, compactada in situ de moldes de madera” (Medina & Pimichumo, 2018).

- **Índice de vulnerabilidad**

“Se entiende como un valor que ayuda a evaluar la deficiencia de edificaciones ante cargas por sismo” (Nuñez & Gastelo, 2015).

- **Peligrosidad sísmica**

“es la posibilidad de que ocurra un fenómeno físico como consecuencia de un evento sísmico” (Mena, 2002).

- **Altura efectiva**

Según la Normativa vigente E.070 (Norma Técnica de Edificaciones), es la “Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real” (p.15)

- **Arriostre**

Según la Normativa vigente E.070 (Norma Técnica de Edificaciones), viene

a ser “Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano” (p.15)

- **Borde libre**

Según la Normativa vigente E.070 (Norma Técnica de Edificaciones), “Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro” (p.15)

- **Columna**

Según la Normativa vigente E.070 (Norma Técnica de Edificaciones), “Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.” (p.15)

- **Confinamiento**

Según la Normativa vigente E.070 (Norma Técnica de Edificaciones), “Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante” (p.15)

- **Espesor efectivo**

“Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.” (Norma E.070, RNE, 2006) (p.15)

2.4. Formulación de hipótesis

No es necesario porque este trabajo de investigación se centra en describir fenómenos sin necesariamente probar relaciones entre variables.

2.5. Identificación de Variables.

Vulnerabilidad sísmica

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.

2.6.1. Características geométricas

Son las características de forma que presentan los elementos estructurales, la regularidad, las dimensiones de cada elemento, etc.

2.6.2. Consideraciones constructivas

Es la descripción y caracterización del tipo de material que se utilizaron para su construcción de las viviendas y el proceso de construcción que

2.6.3. Tipo de estructura

Según el tipo de materia y su función que cumple la estructura:

- Estructuras de Concreto armado
- Estructuras confinadas
- Estructuras de adobe o tapia

2.6.4. Propiedades mecánicas de los materiales

Propiedades del concreto, del acero, los materiales de mampostería

2.6.5. Aspectos estructurales

Condiciones actuales de los elementos estructurales d las viviendas.

2.6.6. Calidad de los materiales

Estados actuales de los materiales utilizados en la construcción de las viviendas.

2.6.7. Características del lugar de estudio

- Geología y morfología del lugar de cimentación
- Topografía del lugar
- Indagación de problemas del suelo

2.6.8. Según Tipología de daño

- Cubierta rígida y falta de elementos de refuerzo miento: columnas y vigas de hormigón armado (PNUD, 2009).
- Viviendas de albañilería que no cuenten con columnas y vigas de amarre y además tengan una cubierta liviana y flexible (PNUD, 2009).
- Falta de vigas de amarre, cuentan con columnas de reforzamiento, en viviendas de albañilería con cubiertas livianas y en paredes sin cubierta.
- Fallas por impacto o empuje en viviendas, comúnmente sucede por la deflexión lateral de una edificación vecina de mayor nivel (PNUD, 2009).
- Construcciones que presenten daños y cuenten con reparaciones arquitectónicas (PNUD, 2009).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación seleccionada para la presente investigación es descriptivo ya que se tiene el propósito de definir un fenómeno dando a conocer las propiedades más importantes de este, a partir de variables con sus respectivas dimensiones, además no se llega a definir como estos se relacionan (Ramirez Gonzales, s.f).

3.2. Nivel de investigación

Descriptiva - correlacional

3.3. Métodos de investigación

El método a usar es el método cuantitativo por que se utilizarán fichas de recolección de datos que serán tratados de forma estadística (Ramirez Gonzales, s.f).

3.4. Diseño de investigación.

Para la presente investigación el diseño será de No Experimental Descriptiva ya que no se manipularán las variables seleccionadas (Ramirez Gonzales, s.f).

3.5. Población y muestra.

La población identificada en esta investigación es finita, ya que el estudio está enfocado a las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, “Sector 4”, del Distrito de Chaupimarca - Pasco.

3.5.1. Población

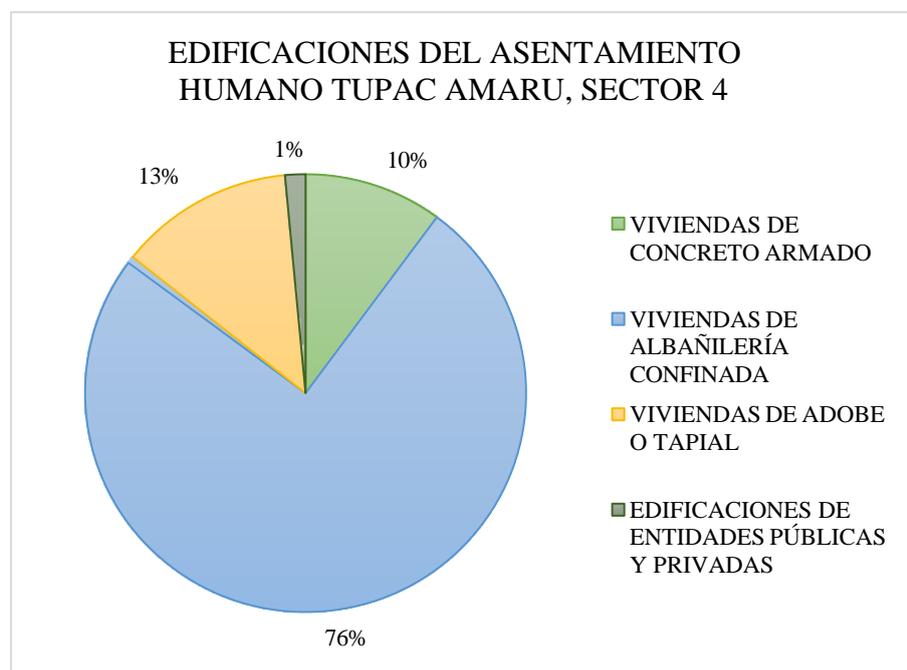
La población identificada para estudio y evaluación, fueron las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, “Sector 4”, del Distrito de Chaupimarca – Pasco, en donde la población posee muchas viviendas a simple inspección con una vulnerabilidad sísmica bien alta, (Ver Anexo 9). Además, se eligió dicho lugar por la facilidad de accesibilidad. Las edificaciones identificadas en total fueron de 335 las cuales se subdividieron según el tipo de estructuras (Ver Tabla 2) y el porcentaje de cada uno en relación al total (Ver Figura 1).

Tabla 2:
Identificación del número de viviendas del Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4

Edificaciones del Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4	N° Viviendas
Viviendas de concreto armado	34
Viviendas de albañilería confinada	253
Viviendas de adobe o tapial	43
Edificaciones de entidades públicas y privadas	5
TOTAL	335

NOTA: Elaboración propia

Figura 1:
Porcentaje de viviendas según el tipo de diseño y función que cumple



Nota. Elaboración propia

A. Criterios de inclusión

Las viviendas con las que se van a trabajar serán las pertenecientes al asentamiento humano Tupac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca, de las cuales para su evaluación deberán ser netamente viviendas unifamiliares o multifamiliares.

B. Criterios de exclusión

Las edificaciones que funcionan como entidades públicas o privadas no se evaluarán en este trabajo de investigación, debido a que este trabajo está orientado a apoyar a la población.

3.5.2. Muestra

La muestra de la investigación se obtuvo a través de la fórmula estadística para población finita utilizando un margen de error del 5%.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N - 1) E^2 + Z^2 P Q} \quad (3)$$

En donde:

n = Tamaño de muestra

Z = Valor Z curva normal (1.96) (ver anexo 8)

P = Probabilidad a favor (0.50)

Q = Probabilidad en contra (0.50)

N = Población (330)

E = Error muestral (0.05) Reemplazando valores en la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 330}{(330 - 1)0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 175$$

El número total de muestras a investigar fue 175 viviendas.

3.5.3. Muestreo

El muestreo utilizado para la investigación es el muestreo probabilístico simple, debido a que el trabajo se realizara más rápido, los costos de inversión serán accesibles y facilidad de disponibilidad de la muestra ya que se priorizaran las viviendas más vulnerables.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se empleo la encuesta como método principal de toma de datos de las cualidades de las viviendas del asentamiento humano Tupac Amaru, para este caso se acondiciono la ficha de encuesta que establece el Formulario del Vulnerabilidad (Ver *Anexo 3*). Este instrumento de investigación fue superpuesto a todas las viviendas en estudio.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para la recolección de información se optó por las técnicas de toma de encuesta, para el cual se adato según los parámetros establecidos en el método de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini según las siguientes características de la tabla.

Tabla 3:
Parámetros establecidos en método de vulnerabilidad sísmico (Benedetti y Petrini)

i	PARÁMETROS
1	Organización del sistema resistente
2	Calidad del sistema resistente
3	Resistencia convencional
4	Posición del edificio y cimentación
5	Diafragma horizontal
6	Configuración en planta
7	Configuración en elevación
8	Distancia máxima entre los muros
9	Tipo de cubierta
10	Elementos no estructurales
11	Estado de conservación

Nota: adaptación del método de la vulnerabilidad sísmica

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El Formulario de Vulnerabilidad, fue elaborado en Italia y ha sido evaluado y utilizado en diferentes países de América Latina en la cual tomamos como ejemplo al trabajo de investigación de (Chavarría & Gómez, 2001) y en Perú de los muchos trabajos que se han utilizado, tomamos como a (Marín, 2012).

3.9. Tratamiento Estadístico.

Para el análisis de los datos del presente trabajo se utilizarán los siguientes procedimientos estadísticos:

Estadística descriptiva:

- La cual nos va a permitir describir los datos, valores o puntuaciones obtenidos para cada variable

- Distribución de frecuencias
- Media, moda, mediana.
- Desviación estándar
- Covarianza Estadística inferencial:
- Para generalizar los resultados se la muestra a la población
- Distribución muestral
- Coeficiente de correlación de Pearson

3.9.1. Tabulación de datos

Tabla 4:

Tabulación de los datos encontrados de las viviendas en estudio

Índice de Vulnerabilidad				
Índice de Vulnerabilidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
48,75	1	0.6	0.6	0.6
50,00	1	0.6	0.6	1.1
58,75	1	0.6	0.6	1.7
67,50	1	0.6	0.6	2.3
68,75	1	0.6	0.6	2.9
76,25	2	1.1	1.1	4.0
81,25	1	0.6	0.6	4.6
85,00	1	0.6	0.6	5.1
86,25	2	1.1	1.1	6.3
90,00	1	0.6	0.6	6.9
91,25	1	0.6	0.6	7.4
92,50	1	0.6	0.6	8.0
93,75	2	1.1	1.1	9.1
95,00	5	2.9	2.9	12.0
96,25	2	1.1	1.1	13.1
97,50	1	0.6	0.6	13.7
98,75	1	0.6	0.6	14.3
100,00	2	1.1	1.1	15.4
101,25	1	0.6	0.6	16.0
103,75	1	0.6	0.6	16.6
105,00	1	0.6	0.6	17.1
106,25	1	0.6	0.6	17.7
108,75	1	0.6	0.6	18.3
110,00	3	1.7	1.7	20.0

111,25	2	1.1	1.1	21.1
112,50	1	0.6	0.6	21.7
113,75	3	1.7	1.7	23.4
116,25	2	1.1	1.1	24.6
117,50	1	0.6	0.6	25.1
118,75	1	0.6	0.6	25.7
120,00	2	1.1	1.1	26.9
122,50	2	1.1	1.1	28.0
123,75	4	2.3	2.3	30.3
125,00	2	1.1	1.1	31.4
126,25	1	0.6	0.6	32.0
127,50	2	1.1	1.1	33.1
128,75	1	0.6	0.6	33.7
130,00	2	1.1	1.1	34.9
131,25	2	1.1	1.1	36.0
132,50	1	0.6	0.6	36.6
133,75	2	1.1	1.1	37.7
135,00	2	1.1	1.1	38.9
136,25	4	2.3	2.3	41.1
137,50	3	1.7	1.7	42.9
140,00	1	0.6	0.6	43.4
141,25	4	2.3	2.3	45.7
142,50	4	2.3	2.3	48.0
143,75	1	0.6	0.6	48.6
145,00	1	0.6	0.6	49.1
147,50	1	0.6	0.6	49.7
148,75	2	1.1	1.1	50.9
151,25	1	0.6	0.6	51.4
152,50	2	1.1	1.1	52.6
153,75	2	1.1	1.1	53.7
155,00	2	1.1	1.1	54.9
156,25	1	0.6	0.6	55.4
158,75	1	0.6	0.6	56.0
160,00	3	1.7	1.7	57.7
161,25	2	1.1	1.1	58.9
162,50	1	0.6	0.6	59.4
163,75	1	0.6	0.6	60.0
165,00	1	0.6	0.6	60.6
166,25	6	3.4	3.4	64.0
167,50	1	0.6	0.6	64.6
168,75	1	0.6	0.6	65.1
171,25	1	0.6	0.6	65.7
172,50	3	1.7	1.7	67.4
175,00	1	0.6	0.6	68.0
176,25	1	0.6	0.6	68.6

178,75	1	0.6	0.6	69.1
180,00	4	2.3	2.3	71.4
181,25	1	0.6	0.6	72.0
182,50	2	1.1	1.1	73.1
186,25	1	0.6	0.6	73.7
188,75	1	0.6	0.6	74.3
190,00	4	2.3	2.3	76.6
192,50	1	0.6	0.6	77.1
193,75	1	0.6	0.6	77.7
197,50	1	0.6	0.6	78.3
200,00	2	1.1	1.1	79.4
201,25	2	1.1	1.1	80.6
202,50	3	1.7	1.7	82.3
203,75	1	0.6	0.6	82.9
206,25	1	0.6	0.6	83.4
207,50	2	1.1	1.1	84.6
210,00	1	0.6	0.6	85.1
211,25	2	1.1	1.1	86.3
213,75	1	0.6	0.6	86.9
216,25	1	0.6	0.6	87.4
217,50	2	1.1	1.1	88.6
218,75	1	0.6	0.6	89.1
220,00	1	0.6	0.6	89.7
221,25	2	1.1	1.1	90.9
222,50	1	0.6	0.6	91.4
225,00	1	0.6	0.6	92.0
227,50	1	0.6	0.6	92.6
237,50	1	0.6	0.6	93.1
242,50	1	0.6	0.6	93.7
243,75	1	0.6	0.6	94.3
245,00	1	0.6	0.6	94.9
255,00	1	0.6	0.6	95.4
262,50	2	1.1	1.1	96.6
265,00	1	0.6	0.6	97.1
266,25	1	0.6	0.6	97.7
267,50	1	0.6	0.6	98.3
286,25	2	1.1	1.1	99.4
301,25	1	0.6	0.6	100.0
Total	175	100.0	100.0	

Nota: Elaboración propia

3.9.2. Frecuencia absoluta y relativas

Tabla 5:

Tabla de frecuencias relativas y absolutas

IV	Xi	ni	fi	%	Ni	Fi	%A
8 - 38	23	4	0.02	2.3%	4	0.02	2.3%
38 - 68	53	20	0.11	11.4%	24	0.14	13.7%
68 - 98	83	34	0.19	19.4%	58	0.33	33.1%
98 - 128	113	39	0.22	22.3%	97	0.55	55.4%
128 - 158	143	32	0.18	18.3%	129	0.74	73.7%
158 - 188	173	26	0.15	14.9%	155	0.89	88.6%
188 - 218	203	11	0.06	6.3%	166	0.95	94.9%
218 - 248	233	6	0.03	3.4%	172	0.98	98.3%
248 - 278	263	3	0.02	1.7%	175	1.00	100.0%
TOTAL		175	1.00	100%			

Nota: Elaboración propia

3.9.3. Tablas de frecuencias

Tabla 6:

Tabla de frecuencia, resumen

Tipo de estructura empleada			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
A. confinada	111	63.4	63.4
adobe / tapial	8	4.6	68.0
C ^a A ^a	56	32.0	100.0
Total	175	100.0	

Nota: Elaboración propia

3.9.4. Estadísticos

Tabla 7:

Medidas de tendencia central

Estadísticos	
Índice de Vulnerabilidad	
Media	155.0786
Mediana	148.7500
Moda	166.25

Nota: Elaboración propia

3.9.5. Estadístico descriptivo

Tabla 8:

Medidas de variación

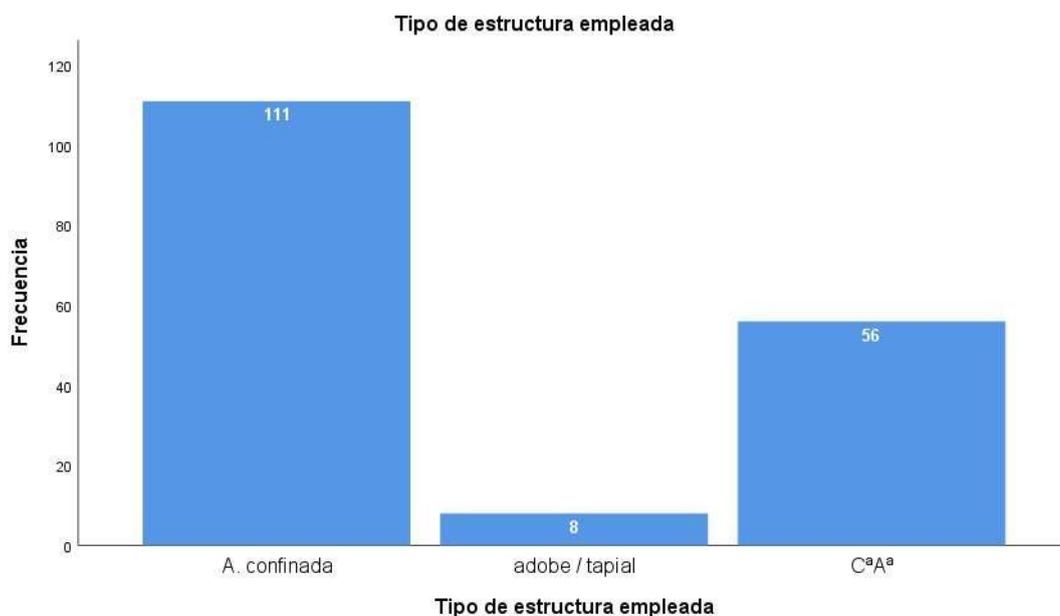
Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación	Varianza
Índice de Vulnerabilidad		175	48.75	301.25		27138.75	155.0786
		50.97261				2598.207	

Nota: Elaboración propia, n: número total de viviendas en estudio

3.9.6. Grafica de frecuencias

Figura 2:

Frecuencia acumulada de las viviendas en estudio

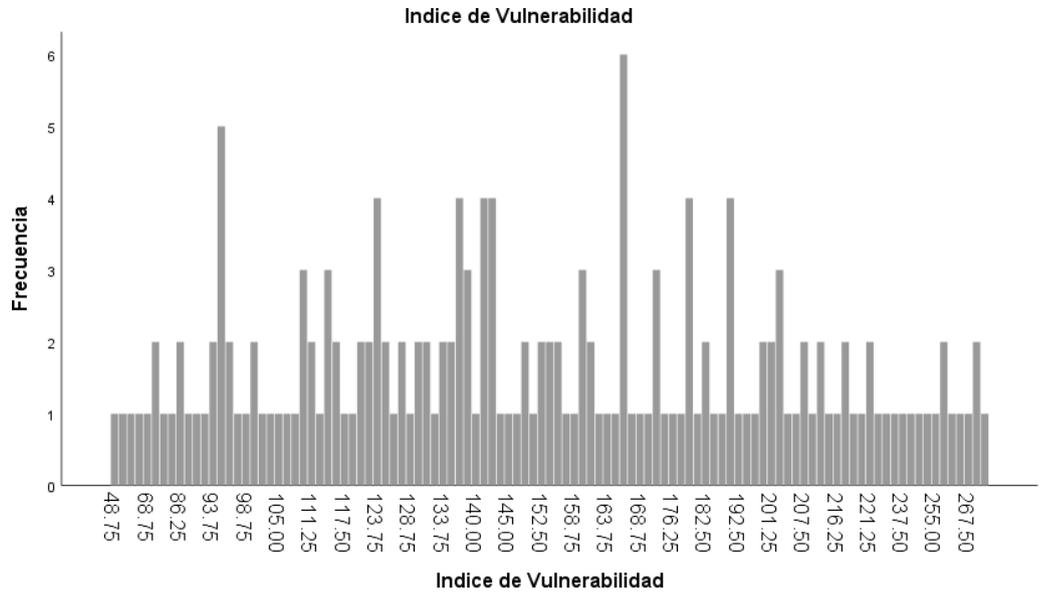


Nota: elaboración propia

A. confinada : viviendas de albañilería confinada Adobe/tapial : viviendas de adobe o tapial CªAª: viviendas de concreto armado

Figura 3:

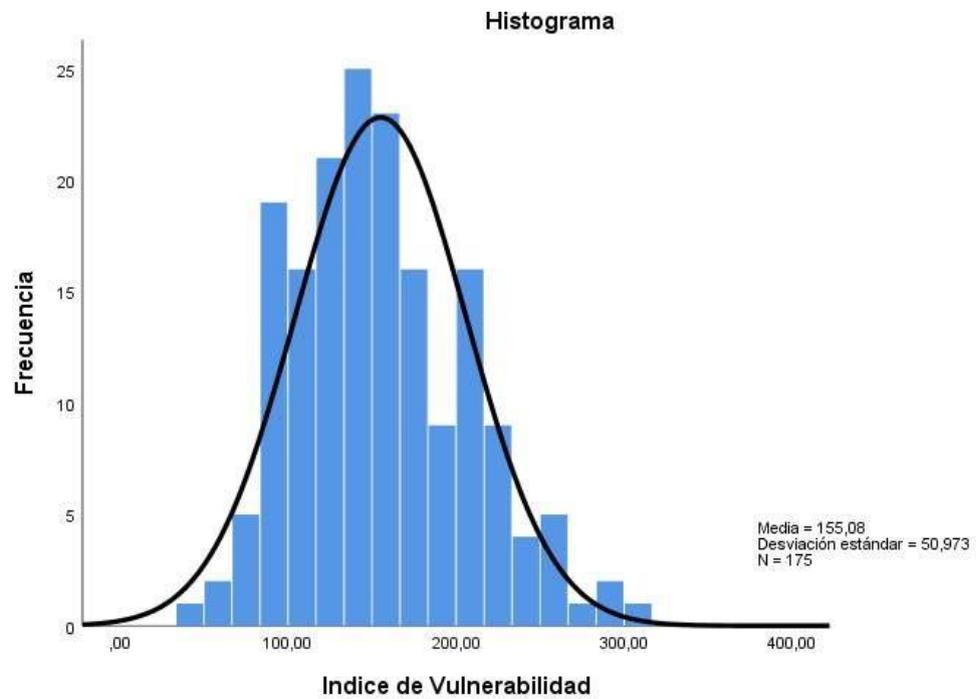
Frecuencia absoluta del índice de vulnerabilidad de las viviendas



Nota: Elaboración propia

Figura 4:

Desviación estándar del índice de vulnerabilidad



Nota: Elaboración propia

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En general el proyecto de investigación en ejecución está basado en el principio ético respetando los conceptos de autores y la autonomía.

El presente trabajo de investigación se realizará de manera transparente al momento de la recolección de datos de la muestra en estudio, respetando los criterios indicados en los anexos del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la UNDAC.

La confiabilidad de los resultados de las encuestas realizadas será de estricto carácter y honestidad al momento de analizarlas y procesarlas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para la recolección de datos se fue a inspeccionar el lugar en estudio (Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca, región Pasco) de lo cual a través de la ficha de encuesta (formulario de vulnerabilidad) planteada se extrajeron características esenciales de las viviendas del lugar para procesarlos en gabinete y determinar el índice de vulnerabilidad según los parámetros de Benedetti y Petrini.

Figura 5:
Levantamiento de información (ficha de vulnerabilidad)



Fuente: propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. Evaluación de parámetros

Para la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca se realizó la evaluación de los once parámetros por cada vivienda (175 viviendas).

4.2.1.1. Parámetro 1: Organización de la estructura

Teniendo en cuenta que frente a la ocurrencia de un sismo se debe asegurar el comportamiento en cajón de una estructura, se evaluó la presencia de vigas y columnas de amarres presentes en todos los pisos, sin tener en cuenta el tipo de material de construcción

La asignación de las categorías se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 1 Anexo 6*. El resultado de la evaluación del Parámetro 1 se observa en la **Tabla 3** y en la **Figura 6**

Parámetro 1.

Tabla 9:

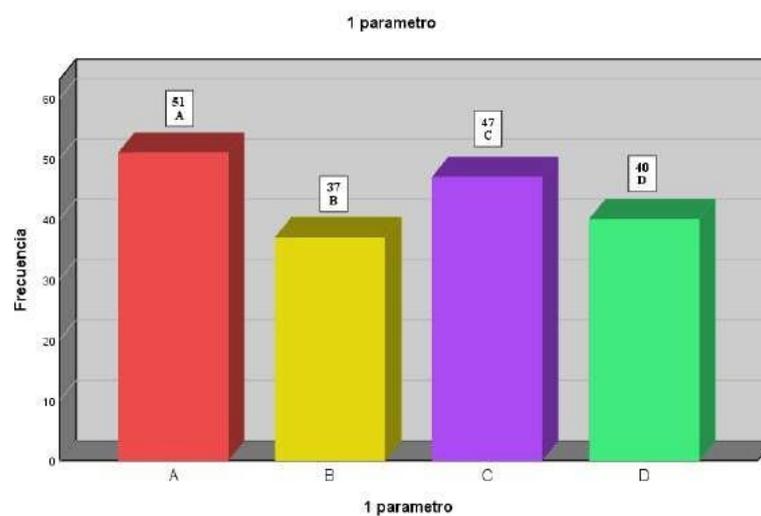
Evaluación del parámetro 1

Clase	Nº viviendas	Porcentaje
A	51	29.14%
B	37	21.14%
C	47	26.86%
D	40	22.86%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6:

Parámetro 1



Fuente: *Elaboración propia*

En la **Figura 7** y **Figura 8** se pueden observar las características de este parámetro en las viviendas de tapial y material noble

Figura 7:

Vivienda de tapial que no presenta vigas y columnas



Fuente. Propia

Figura 8:

Vivienda de material noble con vigas y columnas de amarre



Fuente. propia

4.2.1.2. Parámetro 2: Calidad de la estructura

Este parámetro evalúa la mampostería más frecuente, piezas de buenos acabados, uniformes y de longitudes constantes en todo el muro de las viviendas.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*. El resultado de la evaluación del Parámetro 2 se observa en la **Tabla 10** y en la **Figura 9**.

Tabla 10:

Evaluación del parámetro 2

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	45	25.71%
B	48	27.43%
C	45	25.71%
D	37	21.14%
Total	175	100.00%

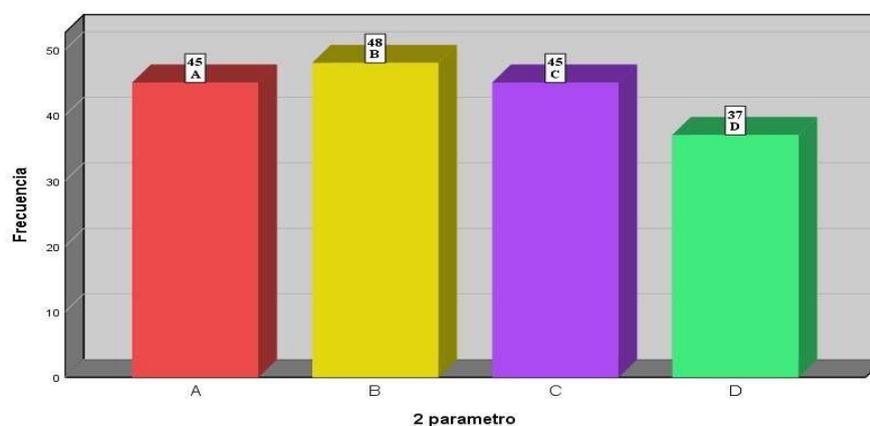
Fuente: Elaboración propia

También, en la **Figura 10** y **Figura 11** se pueden observar las características de este parámetro.

Figura 9:

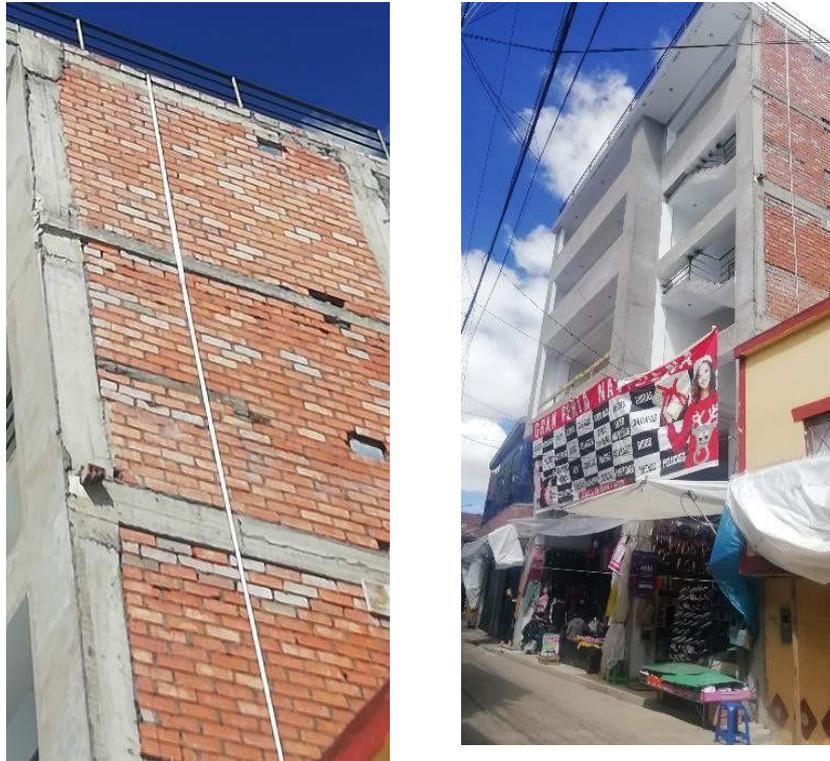
Parámetro 2

2 parametro



Fuente: Elaboración propia

Figura 10:
Mampostería de ladrillo de buena calidad



Fuente: propia

Figura 11:
Vivienda de tapia



Fuente: propia

4.2.1.3. Parámetro 3: Densidad de muros

Dentro del Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca se observan viviendas de material noble (ladrillo) y viviendas de tapial, por tanto, los cálculos se realizaron por separado para cada tipo de material.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*. El resultado de la evaluación del Parámetro 3 se observa en **Tabla 11** y en la **Tabla 12**

Fuente: *Elaboración propia*

La **Figura 13** y **Figura 14** muestran viviendas de albañilería con planos de construcción y viviendas de adobe construidos sin dirección técnica.

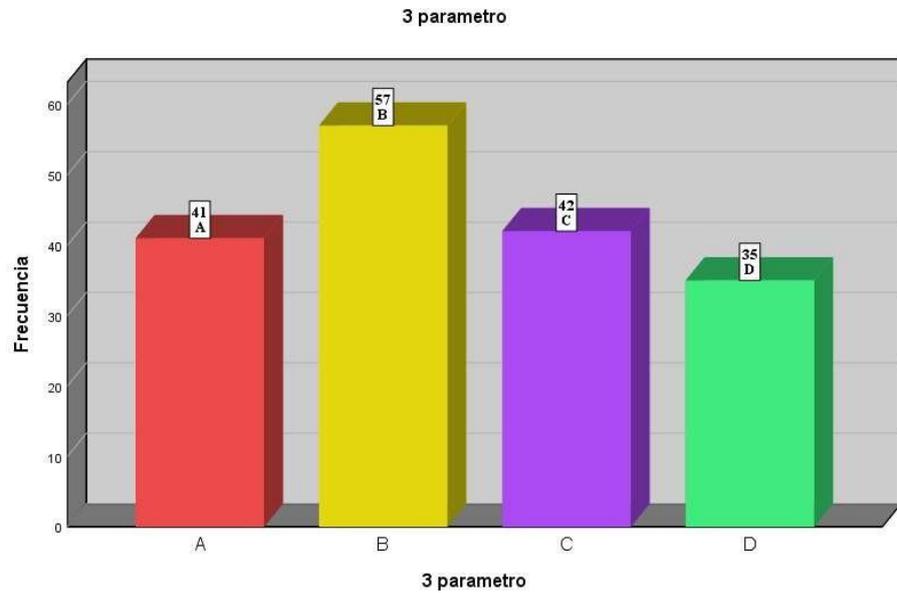
Tabla 11:

Evaluación del parámetro 3

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	41	23.43%
B	57	32.57%
C	42	24.00%
D	35	20.00%
Total	175	100.00%

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 12:
Parámetro 3



Fuente: propia

En la **Figura 13** y **Figura 14** se muestran algunas características de este parámetro.

Figura 13:
Vivienda de material noble con planos de construcción



Fuente: propia

Figura 14:

Vivienda de adobe sin planos de construcción



Fuente: propia

4.2.1.5. Parámetro 4: Pendiente y cimentación

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*. El resultado de la evaluación del Parámetro 4 se muestra en la Tabla 12 y en la Figura 15.

Tabla 12:

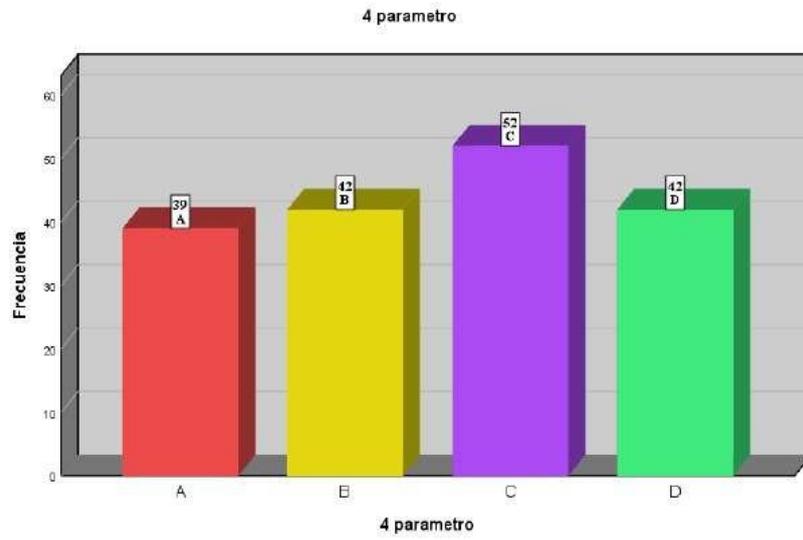
Evaluación del parámetro 4

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	39	22.29%
B	42	24.00%
C	52	29.71%
D	42	24.00%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 16** se muestran la posición de las viviendas en terrenos planos e inclinados.

Figura 15:
Parámetro 4



Fuente: propia

Figura 16:
Vivienda de tapial construido en un terreno inclinado



Fuente: propia

4.2.1.6. Parámetro 5: Diafragmas Horizontales

Teniendo en cuenta que las losas aligeradas influyen en el comportamiento de la estructura frente a un evento sísmico, se realizó la evaluación de cada una de las viviendas.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación *Anexo 6*. El resultado de la evaluación del Parámetro 5 se observa en la **Tabla 13** y en la **Figura 17**.

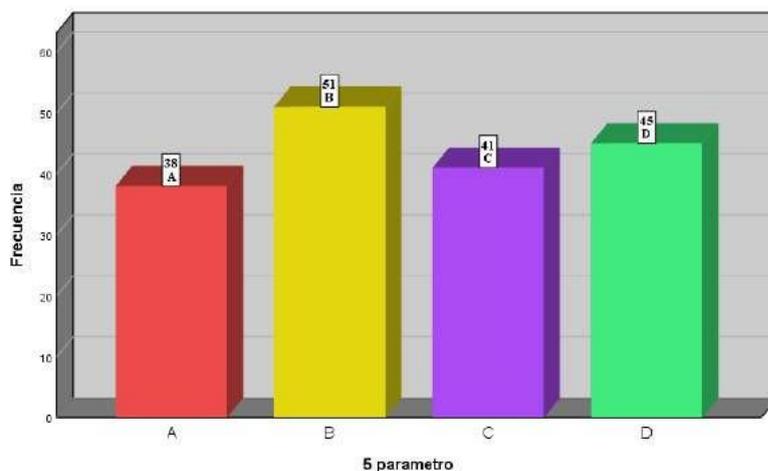
En la **Figura 18** se muestran la posición de las viviendas en terrenos planos e inclinados.

Tabla 13:
Evaluación del parámetro 5

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	38	21.71%
B	51	29.14%
C	41	23.43%
D	45	25.71%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 17:
Parámetro 5
5 parametro



Fuente: propia

Figura 18:

Vivienda de material noble con diafragmas rígidos y horizontales



Fuente: propia

4.2.1.7. Parámetro 6: Simetría en Planta

El diseño arquitectónico de la vivienda (plano de planta) influye notablemente en la resistencia frente a un evento sísmico, y de acuerdo a la metodología empleada se calcula con la siguiente relación: $\beta_1 = a/L$.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*.

El resultado de la evaluación del Parámetro 6 se observa en la **Tabla 14** Figura 19 y en la figura 12.

Tabla 14:

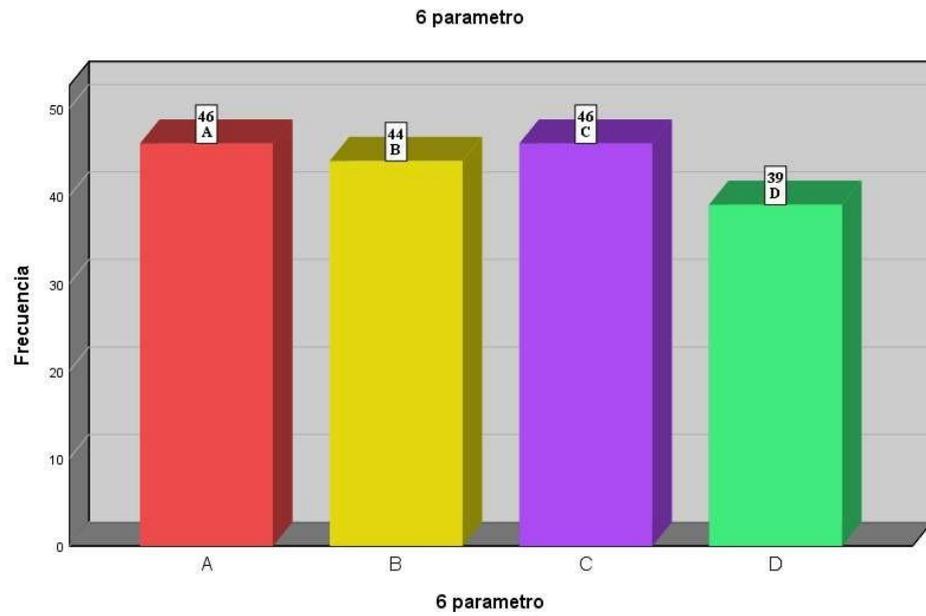
Evaluación del parámetro 6

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	46	26.29%
B	44	25.14%
C	46	26.29%
D	39	22.29%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 20** y **Figura 21** muestran la irregularidad en planta de las viviendas del Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca.

Figura 19:
Parámetro 6



Fuente: propia

Figura 20:
Viviendas con forma regular en planta



Fuente: propia

Figura 21:

Viviendas con forma irregular en planta



Fuente: propia

4.2.1.7. Parámetro 7: Simetría en elevación

La asignación de las clases de este parámetro se realizó de acuerdo a la clasificación del **Anexo 6**.

El resultado de la evaluación del Parámetro 7 se observa en **Tabla 15** y en la **Figura 22**.

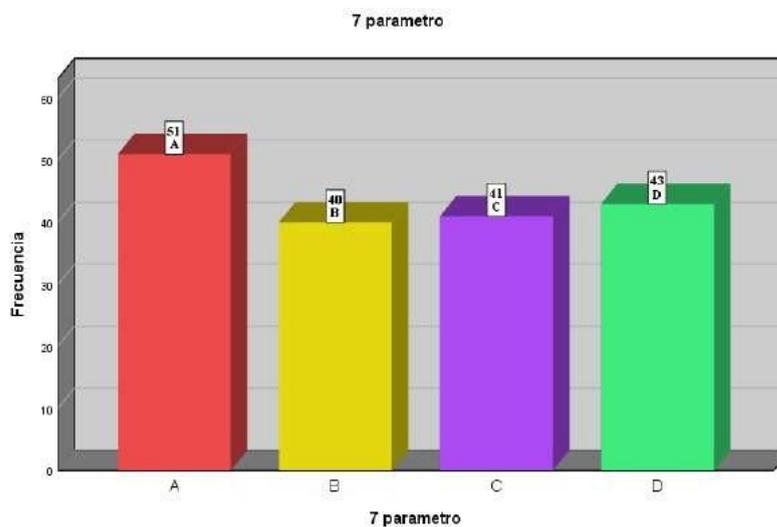
Así mismo, en el mapa temático 11 se muestra la distribución espacial del parámetro 7.

Tabla 15:
Evaluación del parámetro 7

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	51	29.14%
B	40	22.86%
C	41	23.43%
D	43	24.57%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 22:
Parámetro 7



Fuente: propia

4.2.1.8. Parámetro 8: Separación entre muros

Teniendo en cuenta que una buena distribución de los muros maestros en los planos en planta influirá notablemente en la resistencia ante un evento sísmico.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*.

El resultado de la evaluación del Parámetro 8 se observa en la Tabla 16 y en la **Figura 23**.

Tabla 16:

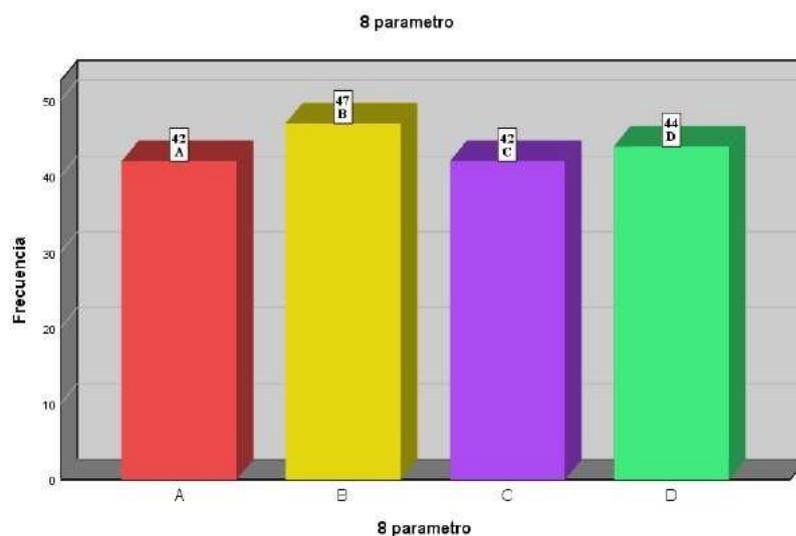
Evaluación del parámetro 8

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	42	24.00%
B	47	26.86%
C	42	24.00%
D	44	25.14%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23:

Parámetro 8



Fuente: propia

4.2.1.9. Parámetro 9: Tipo de Cubierta

En este parámetro se evalúa la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*.

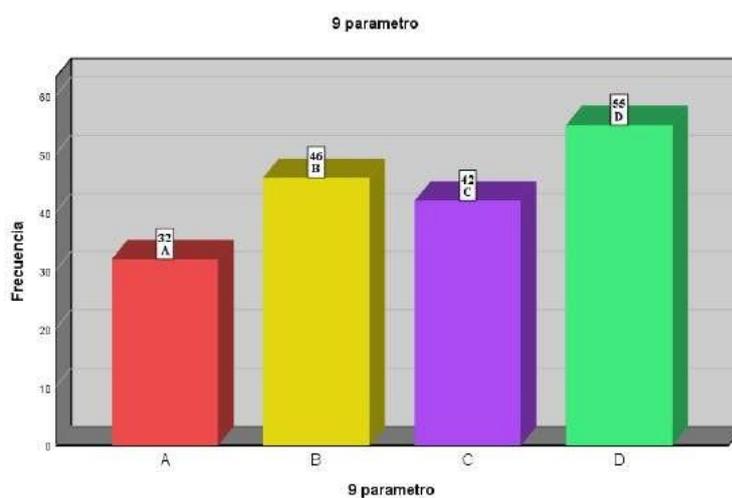
El **resultado** de la evaluación del Parámetro 9 se observa en la **Tabla 17** y en la **Figura24**.

Tabla 17:
Evaluación del parámetro 9

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	32	18.29%
B	46	26.29%
C	42	24.00%
D	55	31.43%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24:
Parámetro 9



Fuente: propia

4.2.1.10. Parámetro 10: Componentes no estructurales

La asignación de las clases de este parámetro se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*.

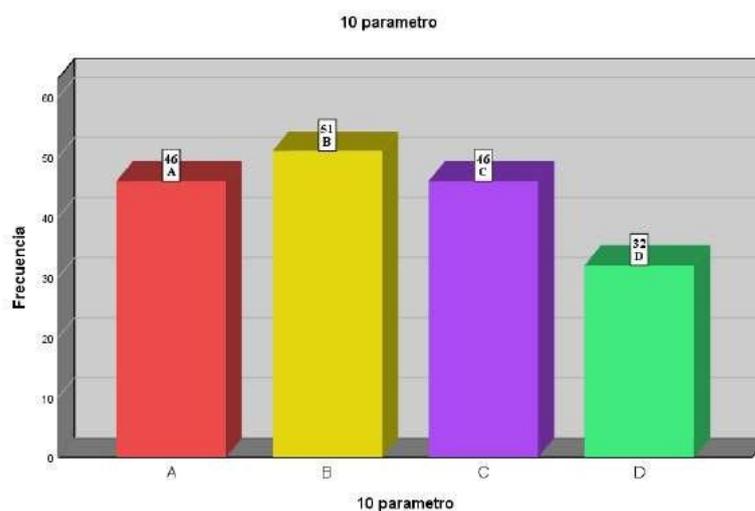
El resultado de la evaluación del Parámetro 10 se observa en la Tabla 18y en la Figura 25.

Tabla 18:
Evaluación del parámetro 10

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	46	26.29%
B	51	29.14%
C	46	26.29%
D	32	18.29%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 25:
Parámetro 10



Fuente: propia

4.2.1.11. Parámetro 11: Antigüedad y conservación

Este parámetro fue evaluado con la finalidad de verificar el estado de los muros, las lesiones visibles y muros que presentan fuerte deterioro.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a la clasificación del *Anexo 6*.

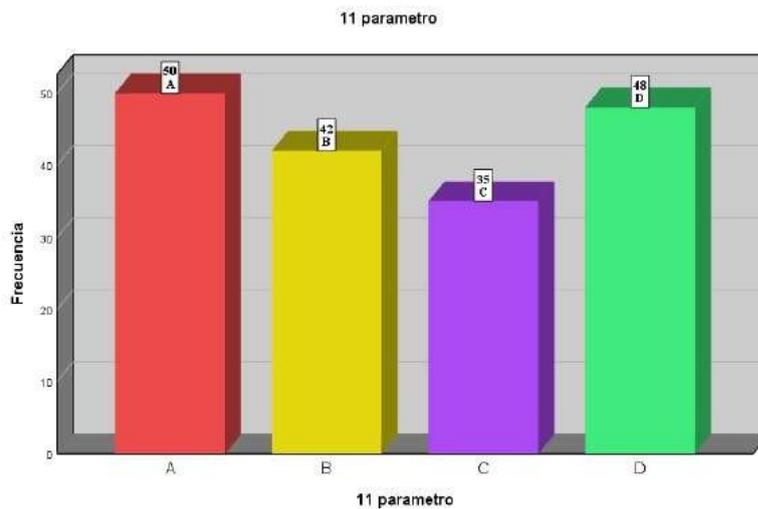
El resultado de la evaluación del Parámetro 11 se observa en la **Tabla 19** y en la Figura 26.

Tabla 19:
Evaluación del parámetro 11

Clase	N° viviendas	Porcentaje
A	50	28.57%
B	42	24.00%
C	35	20.00%
D	48	27.43%
Total	175	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 26:
Parámetro 11



Fuente: propia

4.2.2. Determinación del índice de vulnerabilidad (Iv)

Una vez elaborados los once mapas temáticos que corresponde a cada uno de los parámetros evaluados, se procedió al análisis final y la aplicación del modelo de vulnerabilidad sísmica, teniendo en cuenta la metodología del índice de vulnerabilidad.

En la **Tabla 2** se muestra la cantidad de viviendas en cada parámetro evaluado y su asignación en las respectivas clases, así mismo se ha calculado los porcentajes que representan con respecto al total de viviendas evaluadas.

Tabla 20:*Número de viviendas por parámetro y clases*

P	Descripción	Viviendas por Clase							
		A	%	B	%	C	%	D	%
1	Organización de la estructura	51	29%	37	21%	47	27%	40	23%
2	Calidad del sistema resistente	45	26%	48	27%	45	26%	37	21%
3	Resistencia convencional	41	23%	57	33%	42	24%	35	20%
4	Pendiente y cimentación	39	22%	42	24%	52	30%	42	24%
5	Diafragmas horizontales	38	22%	51	29%	41	23%	45	26%
6	Configuración de planta	46	26%	44	25%	46	26%	39	22%
7	Configuración en elevación	51	29%	40	23%	41	23%	43	25%
8	Distancia máxima entre muros	42	24%	47	27%	42	24%	44	25%
9	Tipo de cubierta	32	18%	46	26%	42	24%	55	31%
10	Elementos no estructurales	46	26%	51	29%	46	26%	32	18%
11	Estado de conservación	50	29%	42	24%	35	20%	48	27%

Fuente: *Elaboración propia*

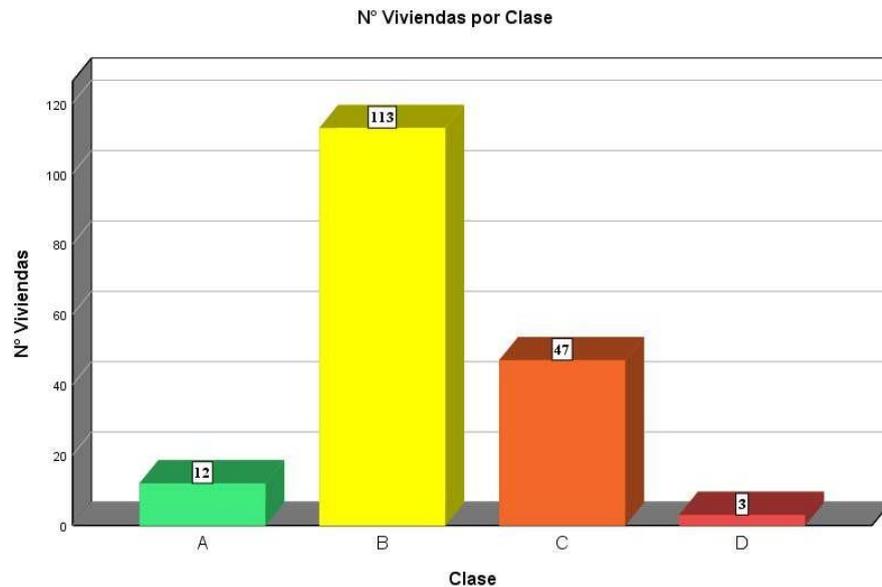
Los índices de vulnerabilidad obtenidos han sido agrupados en los siguientes rangos de clasificación, tal como se observan en la **Tabla 20** y en la **Tabla 21**.

Tabla 21:*Índice de Vulnerabilidad*

Clase	Rango Iv	Vulnerabilidad	Nº Viviendas	%
A	< 90	Baja	12	7%
B	91 - 180	Media	113	65%
C	181 - 270	Alta	47	27%
D	>271	Muy Alta	3	2%
	Total		175	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 27:
Índice de vulnerabilidad



Fuente: propia

4.3. Prueba de hipótesis

No es necesario porque este trabajo de investigación se centra en describir fenómenos sin necesariamente probar relaciones entre variables.

4.4. Discusión de resultados

Según la **Tabla 9:** Parámetro 1, el 29 % de viviendas se encuentran en la clase A (vulnerabilidad baja), es decir cumplen con el Reglamento Nacional de Construcciones, son construcciones de albañilería y presentan vigas y columnas de amarre en la construcción de la vivienda y la mayoría ha sido construido con dirección técnica. Entre estas tenemos construcciones de viviendas particulares y construcciones de servicio social como el local de la Municipalidad, instituciones educativas, etc.

El 21% de viviendas presentan una vulnerabilidad media (clase B), presentan vigas y columnas de amarre con ciertas deficiencias, son de material noble y han sido construidas sin dirección técnica. El 27% de viviendas

presentan una vulnerabilidad Alta (clase C), son de tapia y no presentan vigas y columnas de amarre y se encuentran distribuidos a lo largo del asentamiento Humano Tupac Amaru. El 23% de viviendas presentan una vulnerabilidad muy alta (clase D), son de tapia y no presentan vigas y columnas de amarre, con una antigüedad de más de 30 años, están en desuso, pero aún se encuentran habitadas.

En la **Tabla 10**: Parámetro 2, se muestra que el 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja, siendo éstas de material noble y construido con ladrillos procedentes de fábricas que cumplen con la Norma E.070. El 27% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media, los cuales fueron construidos con ladrillos que no cumplen con la Norma E.070, son ladrillos artesanales y de baja calidad. El 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta, son de adobe y no cumplen las condiciones anteriores. El 21% de viviendas, están en mal estado, muchas de ellas inhabitables.

En **Tabla 11**: Parámetro 3, se observa que el 23% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja, siendo éstas distribuidas regularmente y cumplen con la norma E.070. El 33% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media, cumplen parcialmente con la Norma E.070. El 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta, son de adobe y no cumplen las condiciones anteriores. El 20% de viviendas, están en mal estado, muchas de ellas inhabitables.

En la **Tabla 12**: Parámetro 4, se observa que el 22% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja, debido a que se encuentran en suelos de buena calidad y pendiente baja. El 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media, construidos en suelos de calidad media y pendiente

media. El 30% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta, están ubicados en suelos de baja calidad y pendiente alta. El 24% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta, ubicados en suelos de baja calidad y pendiente muy alta.

En la **Tabla 13:** Parámetro 5, se observa que el 22% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja, siendo estas en su mayoría viviendas de material noble y presentan diafragmas horizontales. El 29% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media, presentan alguna irregularidad en los diafragmas horizontales. El 23% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta, son viviendas de adobe, con deformaciones en sus diafragmas horizontales. El 26% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y se encuentran en mal estado.

En la **Tabla 14:** Parámetro 6, se observa que el 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja y presentan una forma adecuada en planta. El 25% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan una forma regular en planta. El 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y presentan formas no adecuadas en planta. El 22% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y presentan diversas irregularidades en planta.

En la **Tabla 15:** Parámetro 7, se observa que el 29% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja y presentan una buena configuración en elevación. El 23% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan una forma regular en elevación. El 23% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y presentan formas no adecuadas en elevación. El 25%

de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y presentan diversas irregularidades en elevación.

En la **Tabla 16**: Parámetro 8, se observa que el 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja y presentan muros maestros adecuadamente distribuidos. El 27% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan muros maestros medianamente distribuidos. El 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y presentan muros maestros débilmente definidos. El 25% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y no presentan muros maestros.

En la **Tabla 17**: Parámetro 9, se observa que el 18% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja y presentan techos adecuados para resistir fuerzas sísmicas. El 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan techos con mala conexión con los muros. El 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y presentan techos desvinculados de los muros. El 31% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y presentan techos desvinculados con los muros e inclinados.

En la **Tabla 18**: Parámetro 10, se observa que el 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja y no presentan cornisas, parapetos y elementos estructurales que pueda causar daño. El 29% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan balcones que es parte integrante de los diafragmas. El 26% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y presentan elementos mal vinculados a la pared. El 18% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta y son construcciones en desuso.

En la **Tabla 19**: Parámetro 11, se observa que el 29% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad baja con muros en buenas condiciones y sin lesiones visibles. El 24% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad media y presentan lesiones capilares no extendidas. El 20% de viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta y son de adobe en regulares condiciones de conservación. El 27% de viviendas, se encuentran en una vulnerabilidad muy alta, con lesiones muy graves están en desuso.

4.4.1. Índice de vulnerabilidad sísmica

En la **Tabla 21** se observa los rangos de índice de vulnerabilidad para el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca. El 6.85% de las viviendas se clasifican como vulnerabilidad baja, son viviendas de material noble con vigas y columnas de amarre en toda la construcción de la vivienda y son de material noble, con ladrillos procedentes de las fábricas de la ciudad de Lima, cumplen con las normas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), Norma E070 y han sido construidas bajo dirección técnica, presentan planos de construcción, distribución regular en planta y elevación, se encuentran construidos en terrenos con pendiente baja, presentan diafragmas horizontales. En este rango de vulnerabilidad se encuentran la mayoría de las nuevas construcciones de material noble, con una antigüedad de 0 a 5 años y las infraestructuras de servicio público como el local de la municipalidad, puesto de salud, instituciones educativas, entre otros.

El 64.57% de las viviendas se encuentran clasificadas en vulnerabilidad Media, cumplen con algunas características del Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), son

viviendas de material noble y en su mayoría de adobe con vigas y columnas de amarre con ciertas deficiencias, son de material noble y han sido construidas sin dirección técnica, con ladrillos artesanales que no cumplen con la resistencia técnica establecida, presentan alguna irregularidades en planta y elevación, presentan diafragmas horizontales y son viviendas con un antigüedad mayor a 10 años.

El 26.86% de las viviendas presentan una vulnerabilidad Alta, es decir presentan algunas características mencionadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, son viviendas de tapia que no presentan vigas y columnas de amarre que se encuentran distribuidos a lo largo de la zona urbana, son de tapia, no son de buena calidad y su construcción se ha realizado sin la presencia de mano de obra calificada, presentan irregularidades en planta y elevación y no poseen planos de construcción.

El 1.17% de las viviendas presentan una vulnerabilidad Muy Alta, debido a que no cumplen con el Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), es decir no presentan vigas y columnas de amarre, son viviendas de tapial o adobe con una antigüedad mayor a 30 años, que se encuentran en desuso, pero continúan siendo habitadas. Por otro lado, presentan irregularidades en planta y elevación, no presentan planos de construcción y fueron ejecutados por personas empíricas, sin dirección técnica.

CONCLUSIONES

Los materiales de construcción que fueron construido las viviendas del Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca son de tipo tapial/adobe, ladrillos, concreto armado y madera.

De acuerdo al índice de vulnerabilidad sísmica, el 6.86% de las viviendas se hallan en vulnerabilidad baja (clase A), el 64.57% en vulnerabilidad media (clase B), el 26.86% en vulnerabilidad alta (clase C) y el 1.71% se encuentran en vulnerabilidad muy alta (clase D).

RECOMENDACIONES

Debido al boom de la construcción en estos últimos años se habido incrementado las construcciones de tipo estructural aporticado y albañilería confinada, siendo este ultimo de más incidencia en la construcción en el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Sector 4 del Distrito de Chaupimarca, se recomienda a municipalidad del Distrito de Chaupimarca realice las verificaciones respectivas antes de emitir las licencias de construcción y que los planos correspondientes sean firmados por un profesional colegiado.

Del trabajo realizado se percató que las viviendas de tapial presentan una vulnerabilidad muy alta, debido a que ellas no presentas elementos estructurales es a ello que se recomienda un reforzamiento con la implementación de elementos estructurales con la finalidad de disminuir su vulnerabilidad sísmica y riesgo de colapso ante un evento sísmico de gran magnitud.

También se identificaron un porcentaje muy elevado en el índice de vulnerabilidad para alto y muy alto, por lo que se recomienda también un reforzamiento de sus elementos estructurales y buena adecuación para sus elementos no estructurales ya que ante un evento sísmico estos no podrían dar funcionalidad y generar riesgos negativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar , E., & Rosales , B. (DICIEMBRE de 2019). Índice de Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional de las Edificaciones de Uso Turístico ante Sismos y Tsunamis. *arquitectura+*, 4(8), págs. 19-36 . doi:<https://doi.org/10.5377/arquitectura.v4i8.8857>
- Alarcón Bernal, J., & Malqui Mego, J. (2018). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE, 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6292>
- Alcahuamán, R. (2013). *Análisis de riesgo sísmico del centro poblado "San Isidro" usando sistemas de información geográfica (SIG) (Informe de suficiencia)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Alonso, A., Galdeano, M., Sales, R., Soria, M., Caamaño, G., & Scognamillo, A. (Abril de 2020). Propuesta metodológica para la evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica en áreas periurbanas. *Proyección. Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*, XIV(27), 6-25. Obtenido de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/proyeccion/article/view/3756>
- Alva, j. (2017). EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS FACTORES ESTRUCTURALES EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS EN LADERAS DE LA URBANIZACIÓN TAHUANTINSUYO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA.
- Arevalo, A. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el*

- A.H. San José, distrito de San Martín de Porres [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicada]. San Martín de Porres.
- Barbat, A. (2011). *Lorca, el terremoto improbable*. Zúchico.
- Bermúdez, C. (2010). Vulnerabilidad sísmica de edificios de acero. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña].
- Bernardo, Y. (2020). Vulnerabilidad Sísmica De Viviendas Unifamiliares Mediante Los Índices De Benedetti – Petrini En La Asociación Los Libertadores – Huancayo – Junín, 2019, Junín.
- Cajachagua Huerta, G. L. (2019). *Evaluación del riesgo sísmico de las viviendas existentes de adobe mediante el índice de Benedetti – Petrini de la zona urbana del distrito de Huariaca, Provincia y Región de Pasco 2019*. Cerro de Pasco.
- Cajan Hernández, N. A., & Falla Lecca, X. D. (2020). *Vulnerabilidad Sísmica Aplicando El Método De Benedetti - Petrini De Las Edificaciones Categoría C Descritas En La Norma E.030 De Nueve Sectores De La Ciudad De Requena, Provincia De Chiclayo, Departamento De Lambayeque*. Lima.
- Candebat Sánchez, D., Leyva Chang, K. M., & Centray Sánchez, J. L. (2020). Un nuevo enfoque para la estimación preliminar de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educativas. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 5-8. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7635750>
- CARRILLO, J. (2017). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS UTILIZANDO UN DISEÑO POR DESEMPEÑO*.
- Catalán Pérez, V. I. (2020). ¿Cómo se comportaron los multifamiliares que tenían daño previo después del sismo del 19 de septiembre de 2017? *Academia XXII: revista*

Catalán, V. (2020). ¿Cómo se comportaron los multifamiliares que tenían daño previo después del sismo del 19 de septiembre de 2017? doi:DOI: 10.22201/fa.2007252Xp.2020.21.76660

Chavarría, L., & Gómez, P. (2001). *Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de 1 y 2 pisos del barrio Cuarto de Legua en el cono Cañaveralejo [Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Santiago de Cali]*. Colombia.

Chuquicahua, D. (2020). *ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO CON DISIPADORES DE ENERGÍA SLB EN LA CIUDAD DE CHICLAYO [Tesis de pregrado, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU]*. Chiclayo.

Criollo Paucar, J. A., & Santisteban Jacinto, A. G. (2019). *Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) en la ciudad de San José, distrito de San José, provincia Lambayeque, departamento Lambayeque [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/3153>

Farfán, J., & Díaz, E. (2009). *Estudio de Vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]*.

Giner, J. M. (1993). *Sismicidad y Riesgo Sismico en la C. A. V. Alicante*. España: Club Universitario.

Gulfo Mendoza, A., & Serna Hernández, L. F. (2020). *Vulnerabilidad sísmica de la*

infraestructura del sector urbano en Girardot-Cundinamarca. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, 18(68), 23-31. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5247959>

Horta Muñoz, I. (2019). Estudio de vulnerabilidad sísmica de estructuras altas en el sector norponiente de Santiago empleando métodos de identificación de estructuras. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Santiago, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170977>

INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Obtenido de http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf

Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima, Perú.

Lang, K. (2002). Seismic vulnerability of existing buildings. Tesis Doctoral. Institute of Structural Engineering. *Swiss Federal Institute of Technology*.

Loa, G. (2017). *Evaluación del Desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997*. [Tesis de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Lima, Perú.

Lopez Otiniano, S., & Rodriguez Reyna, C. (2018). Construcción de curvas de fragilidad para viviendas unifamiliares de muros de ductilidad limitada. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Lima, Perú.

López P., C., Ruiz, D., Jerez, S., Jerez, S., Aguilar, S., Torres, J. F., & Alvarado, Y. A. (2020). Comportamiento sísmico de edificaciones de tapia pisada reforzadas con marcos de madera y viga de coronación en concreto. *Informes de la Construcción*, 72(559). doi:DOI: <https://doi.org/10.3989/ic.70914>

- López Ramírez, R. E. (2019). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas, 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1798>
- Manitio, G., & Vasconez, S. (2017). *Estudio de vulnerabilidad y reforzamiento estructural de un inmueble patrimonial del distrito metropolitana de Quito.*
- Marín, G. (2012). *Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la ciudad de Huánuco [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería].* Lima, Perú. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/marin_gf%20(1).pdf
- Martínez Martínez, J. Z. (2019). *Estudio Estadístico de Patologías en Edificaciones y su Influencia en la Vulnerabilidad Sísmica durante el sismo 19S-2017.* Ciudad de México.
- Martínez-Cuevas, S., & Gaspar-Escribano, J. (2016). Reassessment of intensity estimates from vulnerability and damage distributions: the 2011 Lorca earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering.*
- Martínez-Monroy, L., & Ledesma-Bastidas, L. (2018). Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—Caso de estudio localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristobal y Usme [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Bolívar, Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/22821>
- Medina Cruzado, J., & Piminchumo Albites, C. A. (2019). *Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Monsefú aplicando los Índices de Benedetti – Petrini [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].* Repositorio institucional,

Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3143>

Mejia, J. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas -UNDAC - Pasco 2019 [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN]*. Cerro de Pasco.

Meregildo, N. (2018). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE 50 VIVIENDAS INFORMALES DEL DISTRITO DE MOCHE, TRUJILLO, 2018 [Tesis de Pregrado, UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO]*. Trujillo.

Navia, J., & Barrera, E. (2007). Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá. [Proyecto de grado, Universidad de la Salle].

Norma Técnica E.030 Diseño sismo resistente. (Diciembre de 2020). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.

Obregon Ruiz, K. P., & Pablo Asencios, J. R. (2021). *Estudio de vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en las viviendas construidas mediante albañilería confinada en el AA.HH. "El Carmen" Huaura, 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]*. Repositorio institucional. Obtenido de Repositorio institucional: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4321>

Oviedo Sarmiento, R. (1999). *Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos de la ciudad de ICA, X CONIC*. Lima, Perú. Obtenido de <https://oviedos.tripod.com/riesgo-ica.html>

- Pérez, E. (2021). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Autoconstruidas en el Conjunto Habitacional La Angostura III Etapa, Subtanjalla, Ica, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Lima.
- PNUD. (2009). Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Quiroz, J. (2020). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BASADO EN EL MÉTODO HIROSAWA PARA LOS COLEGIOS PÚBLICOS SECUNDARIOS DEL DISTRITO DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO]*. Chiclayo.
- Ramirez Gonzales, A. (s.f). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*.
- Ródenas Quiñonero, J. L. (2017). *Avances metodológicos en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la trama urbana [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=202901>
- Sáenz Muñoz, S. (2018). *Curvas de fragilidad de estructuras de albañilería confinada empleando la base de registros [Tesis de pregrado, Universidad de Chile. Santiago, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159573>*
- Safina Melone, S. (2002). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales - Analisis de su Contribucion al Riesgo Sísmico [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]*. Barcelona, España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/6226>
- SALAZAR, E. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús, 2018*.

- Timoteo, H. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma – Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Junín.
- Tinoco Meyhuay, T. (2019). *Aplicación del modelo geoespacial de vulnerabilidad sísmica en función de la calidad de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián – Bolognesi – 2016* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2779>
- Tucto Asencio, J. D. (2018). *Evaluación Del Riesgo Sísmico Utilizando El Índice De Vulnerabilidad De Benedetti - Petrini En Las Viviendas De Adobe Existentes En La Zona Urbana Del Distrito De Llacanora, Cajamarca*. Cajamarca.
- Vargas Rosales, J. D. (2017). *Vulnerabilidad Sísmica del Edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica en la sede Rodrigo Facio*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Villarreal Castro, G. (2017). *NO-LINEALIDAD FÍSICA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO*. Lima, Perú: Imprenta Gráfica Norte S.R.L.

ANEXOS

Anexo 1 Instrumento de recolección de datos

VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS

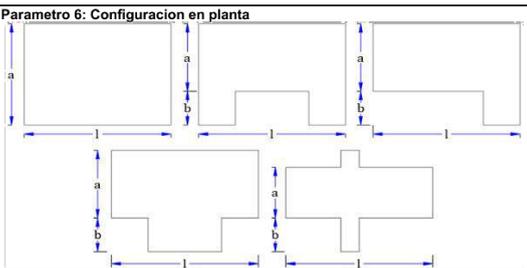
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 FORMULARIO DE VULNERABILIDAD



N° de Vivienda: _____
 Fecha: _____
 Tipo de vivienda: APORTICADO ALBAÑILERIA TAPIAL/ADOBE

REGIÓN :PASCO
 PROVINCIA :CERRO DE PASCO

PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION	DATOS ADICIONALES
1	<input type="checkbox"/>	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	A
		Edificio con vigas en todos los pisos	B
		Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C
		Edificio con muros no ligados	D
UBICACIÓN			Propietario: _____
2	<input type="checkbox"/>	Ladrillo de buena calidad	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Presencia de trabazon	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Mortero de buena calidad (1")	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
DESCRIPCIÓN			Vivienda: _____
3	<input type="checkbox"/>	Numero de pisos (N)	_____
		Área en planta At	_____
		Área de muros "X" Ax	_____
		Área de muros "Y" Ay	_____
		Tk (ton/m²)	_____
		Altura promedio h (m)	_____
DESCRIPCIÓN			Año de construccion: _____
USO ACTUAL			Uso Actual: _____
4	<input type="checkbox"/>	Pendiente	_____
		Roca	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Terreno Suelto	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Diferencia de cotas de fundación	_____
5	<input type="checkbox"/>	Ausencia de planos a desnivel	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Deformabilidad despreciable	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Conexión diafragma-muro eficaz	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
6	<input type="checkbox"/>	Relación $\beta_1 = a/l$	_____
		Relación $\beta_2 = b/l$	_____
7	<input type="checkbox"/>	Aumento (+) o Reduccion (-) de masa	_____
		% T/H	_____
		Piso Blando	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
8	<input type="checkbox"/>	Irregularidad del sistema resistente	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		"L" espaciamento muros transversales	_____
		"S" espesor del muro maestro	_____
9	<input type="checkbox"/>	Factor L/S	_____
		Edificio con cubierta plana y estable	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Edificio con cubierta parcialmente estable	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
10	<input type="checkbox"/>	Edificio con cubierta inestable	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Edificio con cubierta inestable, sin viga	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
		Sin elementos vinculados	A, B
11	<input type="checkbox"/>	Con elementos bien vinculados	A, B
		Leves deficiencias en la conexión	C
		Elementos mal vinculados	D
		Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	A
12	<input type="checkbox"/>	Lesiones leves en muros	B
		Muros con fisuras	C
		Muros con fuerte deterioro	D



Croquis: _____

Nota. Adaptado de (Tinoco Meyhuay, 2019)

Anexo 2. Escala de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

i	PARÁMETROS	CLASE (K _i)				PESO (W _i)
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Nota. Fuente: Chavarría L. & Gómez P. (2001)

Anexo 3. Comparación entre el RNE y el método del Iv

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	PARÁMETRO ANÁLOGO DEL Iv
Aspectos geométricos:	
Irregularidades en planta de edificaciones	6 Configuración en planta
Densidad de muros	8 Distancia máxima entre los muros
Distancia entre columnas	8 Distancia máxima entre los muros
Irregularidad en altura	7 Configuración en elevación
Aspectos constructivos:	
Calidad de las juntas del mortero	2 Calidad del sistema resistente
Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2 Calidad del sistema resistente
Calidad de los materiales	2 Calidad del sistema resistente
Aspectos estructurales	
Muros confinados y reforzados	1 Organización del sistema resistente
Entrepiso	5 Diafragma horizontal
Vigas de amarre	9 Tipo de cubierta
Amarre de cubiertas	9 Tipo de cubierta
Cimentación	4 Posición del edificio y cimentación
Suelos	3 Resistencia convencional

Fuente: Marín G. (2012)

Anexo 4: Evaluación de parámetros para el cálculo del Iv

Parámetro 1: Organización del Sistema resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en “cajón” de la estructura. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas o pisos vigas y columnas de amarre.
- B) Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas conexiones mediante vigas de amarre.
- C) Edificio o vivienda que no presenta vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por muros.
- D) Edificio o vivienda con muros o paredes ortogonales no ligadas.

Parámetro 2: Calidad del Sistema resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en “cajón” de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: por un lado, del tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Por otro lado, de la homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

- A) El sistema resistente del edificio presenta las tres características siguientes:
 - Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro
 - Presencia de trabazón o amarre entre las unidades de mampostería.
 - Mortero de buena calidad con espesor en la mayoría de los casos de 1.0 a 1.5 cms.
- B) El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.
- C) El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.

- D) El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

Parámetro 3: Resistencia convencional

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en “cajón” de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad. Se requiere de los siguientes datos: Número de pisos, plano de planta por piso.

Parámetro 4: Posición del edificio y de la cimentación

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- B) Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- C) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- D) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

Parámetro 5: Diafragmas Horizontales

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Se reporta una de las

clases:

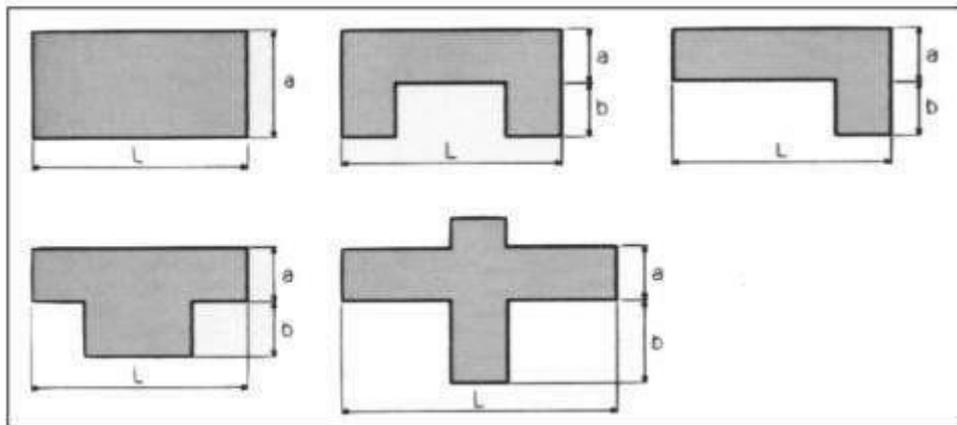
- A) Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:
- Ausencia de planos a desnivel.
 - La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- B) Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera condición.
- C) Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera y segunda condición.
- D) Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

Parámetro 6: Configuración en Planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación $\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b / L$. En la siguiente Figura se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.

Figura 28:

Configuración en planta



Fuente: Chavarría L. & Gómez P. (2001)

Parámetro 7: Configuración en Elevación

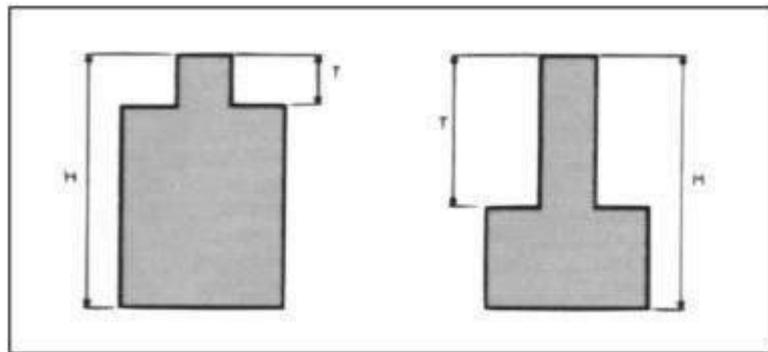
En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del

mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H , tal como se indica en la siguiente. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

También se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm \Delta M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm \Delta A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

Figura 29:

Configuración de elevación



Fuente: Chavarría L. & Gómez P. (2001)

Parámetro 8: Distancia Máxima entre Muros:

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Parámetro 9: Tipo de Cubierta

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.
- B) Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.
- C) Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.

D) Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

Parámetro 10: Elementos no Estructurales:

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se trata de un parámetro secundario, para fines de la evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
- B) Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
- C) Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D) Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a las estructuras principales y conectadas a ésta de modo deficiente.

Parámetro 11: Estado de Conservación:

Se reporta una de las clases:

- A) Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B) Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C) Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D) Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa Resistencia Convencional:

$$\tau_k = \frac{\sum \tau_i A}{\sum A_i} \quad (4)$$

N: Número de pisos.

At: Área total cubierta en (m²).

A_{x,y}: Área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m²). El área resistente de los muros inclinados un ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \alpha^2)$

τ_k : Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_k se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_i , utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en área A_i de cada uno de ellos.

h: Altura media de los pisos en (m).

P_m: Peso específico de la mampostería en (Ton/m³).

P_s: Peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²).

El coeficiente sísmico C, se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

$$C = \frac{a_0 \tau_k}{qN} \sqrt{1 + \frac{qN}{1.5 a_0 \tau_k (1 + \gamma)}} \quad (5)$$

Donde:

$$A = \min\{A_x; A_y\}$$

$$B = \max\{A_x; A_y\}$$

$$a_0 = A/A_t$$

$$\gamma = B/A$$

$$q = \frac{(A + B)h}{A_t} P_m + P_s$$

El valor de “q” representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\hat{C}$, en donde \hat{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

- A) Edificio con $\alpha \geq 1$.
- B) Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.
- C) Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.
- D) Edificio con $\alpha < 0.4$.

Configuración en planta

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$.
- B) Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.
- C) Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D) Edificio con $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$.

Configuración en elevación

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $-\Delta M/M < 10\%$.
- B) Superficie porche $< 10\%$ o $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
- C) Superficie porche $= 10\% \approx 20\%$ o $-\Delta M/M > 20\%$ o $T/H < 2/3$.
- D) Superficie porche $> 20\%$ o $\Delta M/M > 0$ o $T/H > 2/3$.

Distancia máxima entre los muros

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $L/S < 15$.
- B) Edificio con $15 \leq L/S < 18$.
- C) Edificio con $18 \leq L/S < 25$.
- D) Edificio con $L/S \geq 25$.

Anexo 5. Recolección de muestras con las que trabajaron otros trabajos de investigación en relación al tema en estudio

Tabla 22:

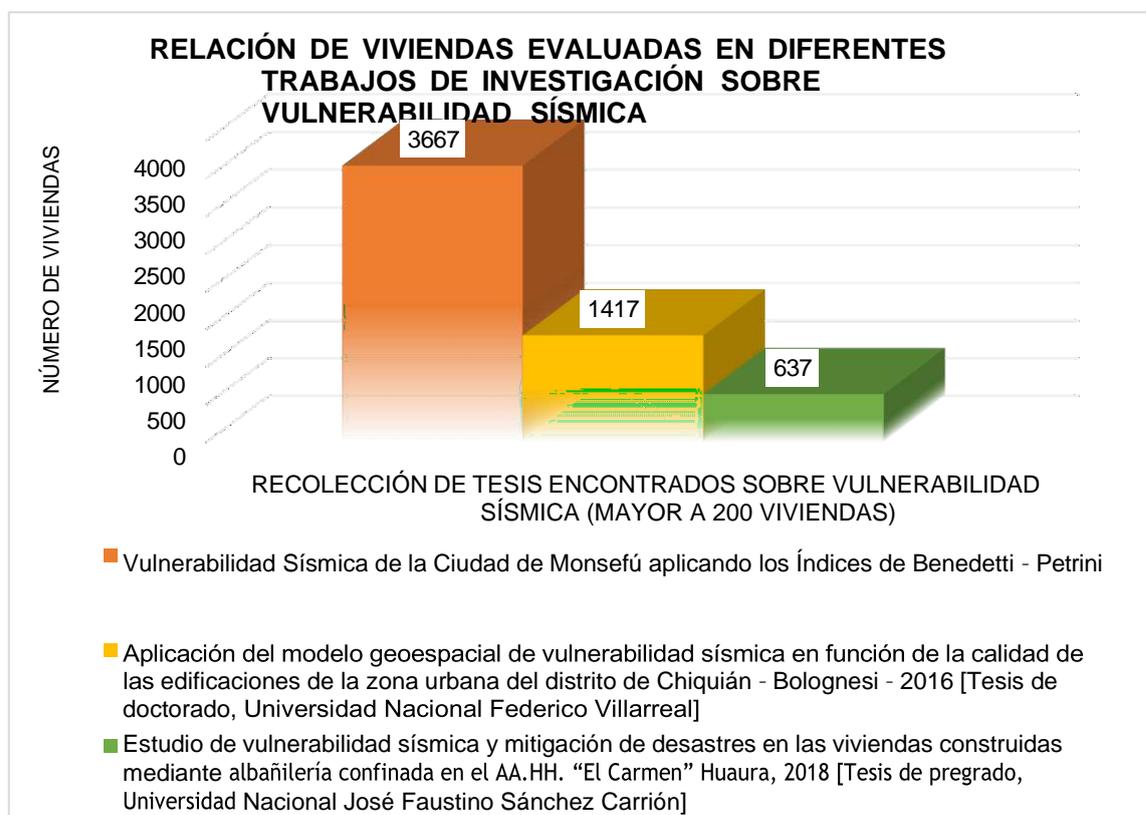
Recopilación de muestras estudiadas por otros trabajos de investigación

RECOLECCIÓN DE TESIS ENCONTRADOS SOBRE VULNERABILIDAD SÍSMICA (MAYOR A 200 VIVIENDAS)	Año	n^o de muestras
Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Monsefú aplicando los Índices de Benedetti – Petrini	2019	3667
Aplicación del modelo geoespacial de vulnerabilidad sísmica en función de la calidad de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián – Bolognesi – 2016 [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]	2019	1417
Estudio de vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en las viviendas construidas mediante albañilería confinada en el AA.HH. “El Carmen” Huaura, 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]	2021	637

Nota. Elaboración propia

Figura 30:

Diagrama del número de muestras mayor a 500



Nota. Elaboración propia

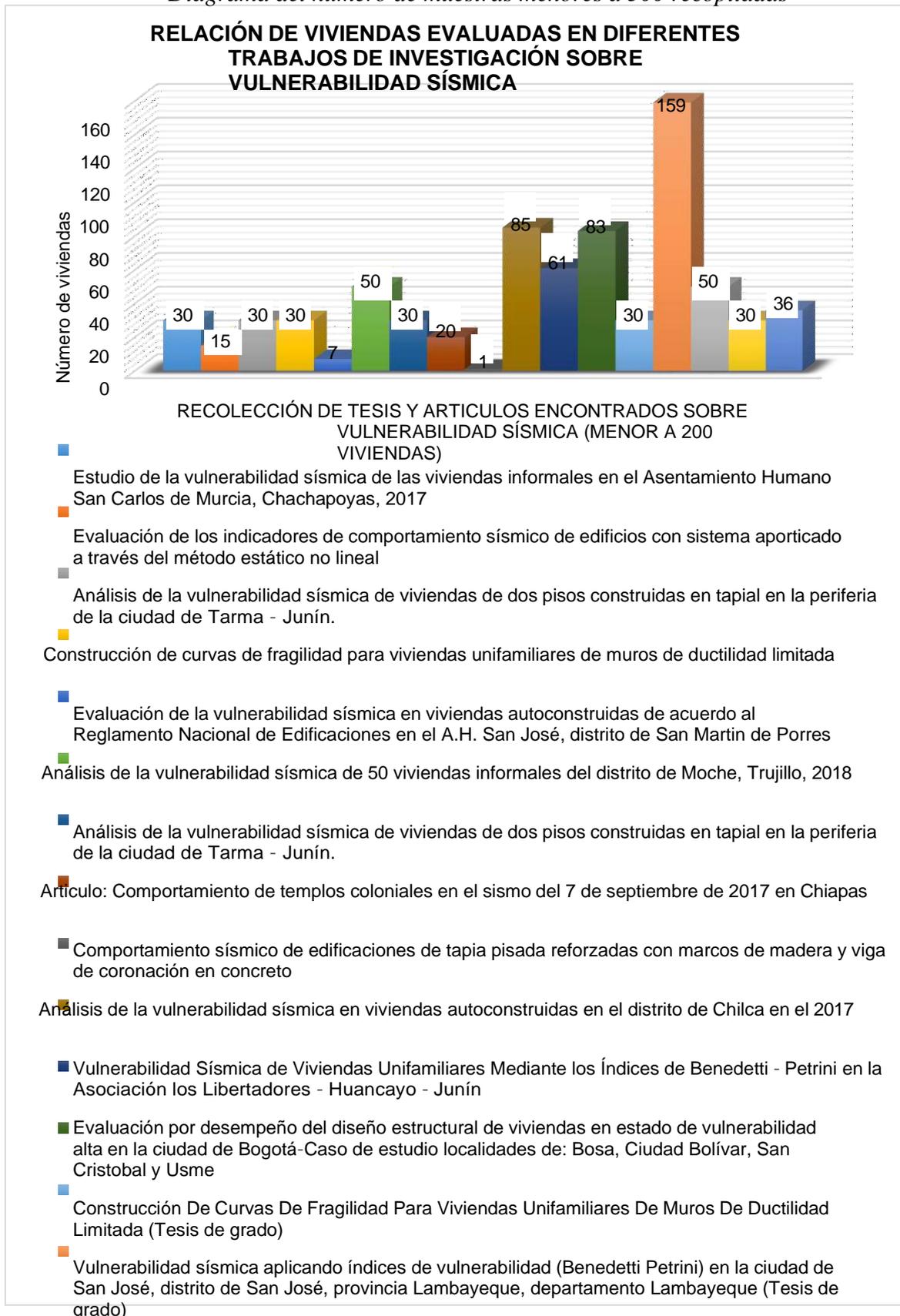
Tabla 23:*Recopilación de muestras estudiadas por otros trabajos de investigación*

N.º	RECOLECCIÓN DE TESIS Y ARTÍCULOS ENCONTRADOS SOBRE VULNERABILIDAD SÍSMICA (MENOR A 200 VIVIENDAS)	Nº de muestra
1	Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas, 2017	30
2	Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal	15
3	Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma – Junín.	30
4	Construcción de curvas de fragilidad para viviendas unifamiliares de muros de ductilidad limitada	30
5	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres	7
6	Análisis de la vulnerabilidad sísmica de 50 viviendas informales del distrito de Moche, Trujillo, 2018	50
7	Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma – Junín.	30
8	Artículo: Comportamiento de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas	20
9	Comportamiento sísmico de edificaciones de tapia pisada reforzadas con marcos de madera y viga de coronación en concreto	1
10	Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017	85
11	Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Unifamiliares Mediante los Índices de Benedetti – Petrini en la Asociación los Libertadores – Huancayo – Junín	61
12	Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá–Caso de estudio localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme	83
13	Construcción De Curvas De Fragilidad Para Viviendas Unifamiliares De Muros De Ductilidad Limitada (Tesis de grado)	30
14	Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti Petrini) en la ciudad de San José, distrito de San José, provincia Lambayeque, departamento Lambayeque (Tesis de grado)	159
15	Análisis De La Vulnerabilidad Sísmica De 50 Viviendas Informales Del Distrito De Moche, Trujillo, 2018 (Tesis de grado)	50
16	Aplicación del modelo geoespacial de vulnerabilidad sísmica en función de la calidad de las edificaciones de la zona urbana del distrito de Chiquián – Bolognesi – 2016 [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]	30
17	Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del sector urbano en Girardot-Cundinamarca	36

Nota. Elaboración propia

Figura 31:

Diagrama del número de muestras menores a 500 recopiladas



Nota. Elaboración propia

Anexo 6 Ubicación del trabajo de investigación



Nota. Se muestra el lugar donde se realizar el trabajo de investigación ubicada en el Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4, Chaupimarca, Pasco – 2021. (Fuente, Google Earth Pro)

ANEXOS

Anexo 7 Matriz de operacionalización de variables

VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4, CHAUPIMARCA, PASCO - 2023					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Vulnerabilidad sísmica	Según (Barbat, 2011), es la predisposición intrínseca a sufrir algún tipo de daño de una edificación ante la ocurrencia de un evento sísmico de determinada agresividad. Por la cual esta propiedad está relacionada directamente con las características constructivas y de diseño de la edificación.	Para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda, se determinará con el cálculo del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti-PetrinI en la cual se recolecta información de las características de la vivienda, específicamente 11 parámetros que describen un punto de vulnerabilidad en específico	Índice de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad de la edificación	Razon
			Geomorfología	Talud (H:V)	Razón
				Análisis Granulométrico (MF)	Razón
			Estructurales	Daños en elementos estructurales (Índice de daño)	Razón
			No estructurales (nivel de funcionalidad)	Nivel de funcionalidad de las instalaciones (%)	Razón

Nota. Elaboración propia

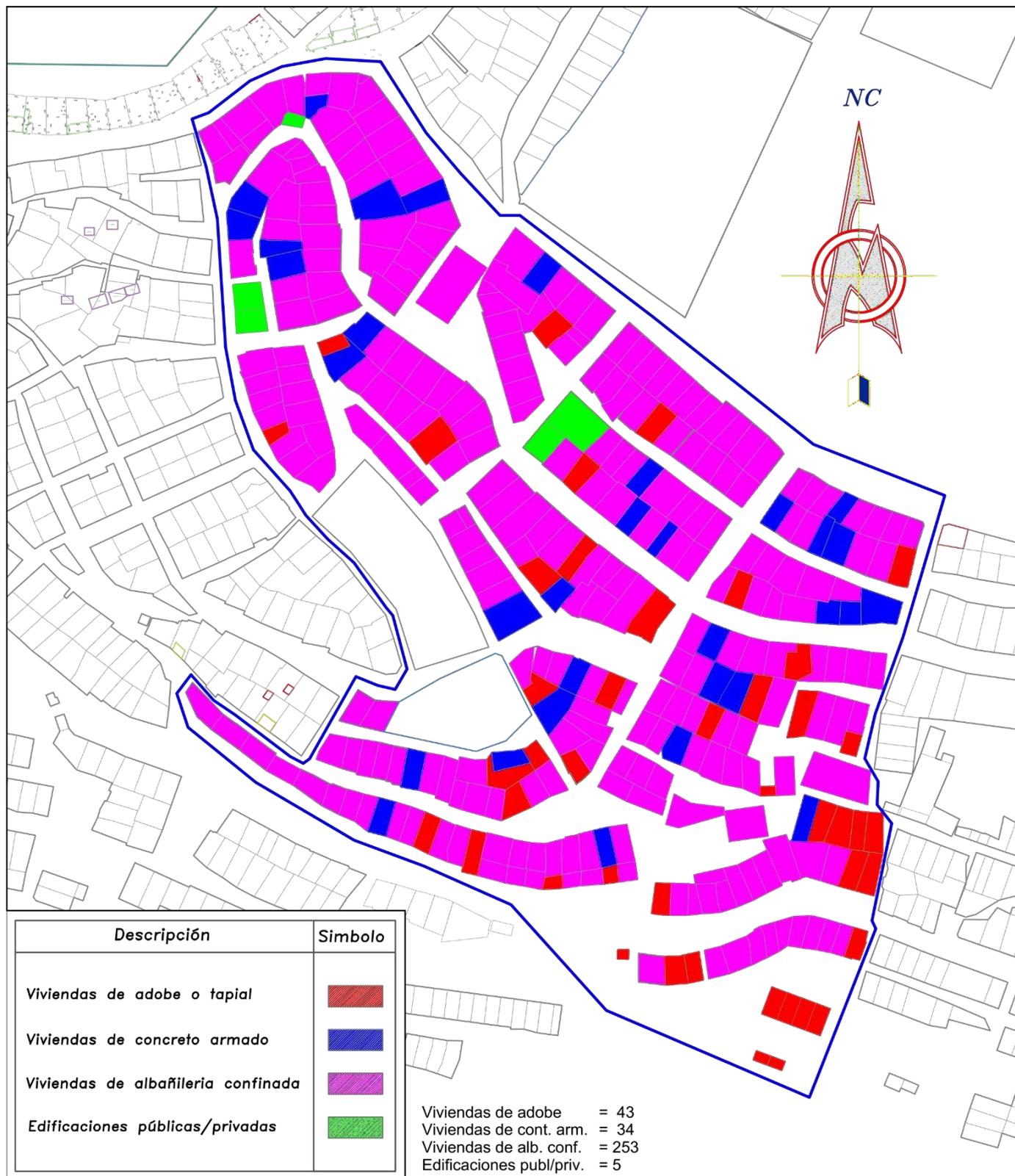
Anexo 8 Matriz de consistencia

“VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS DEL ASENTAMIENTO HUMANO TÚPAC AMARU, SECTOR 4, CHAUPIMARCA, PASCO–2023”					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA	
			DIMENSIONE	INDICADORE	
Problema general	Objetivo general	Variable			Tipo de estudio
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica con el método del índice de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?	Determinar la vulnerabilidad sísmica con el método del índice de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca	VARIABLE: Vulnerabilidad sísmica	Índice de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad de la edificación	Aplicada
Problema Especifico	Objetivo Especifico				Diseño de investigación
1) ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?	1) Analizar la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.		Geomorfología	Talud (H:V)	No experimental descriptiva
2) ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?	2) Evaluar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.				Análisis Granulométrico (MF)
3) ¿Cómo influye la densidad de muros en la determinación del índice de vulnerabilidad de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?	3) Especificar la densidad de los muros en las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.		Estructurales	Daños en Elementos estructurales (Índice de daño)	método inductivo
4) ¿Cómo influye la vulnerabilidad sísmica en los diferentes tipos de configuración estructural de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca?	4) Delimitar la influencia de la vulnerabilidad sísmica en los diferentes tipos de configuración estructural de las viviendas del asentamiento humano Túpac Amaru, sector 4 del distrito de Chaupimarca.				(nivel de funcionalidad)
				Asentamiento humano Túpac Amaru Sector 4 - Distrito de Chaupimarca - Pasco. (335 viviendas)	
				Muestra	
				175 viviendas	
				Muestreo	
				Muestreo probabilístico aleatorio simple. La muestra se obtuvo a través de la forma estadística para población finita con un margen de	

Nota. Elaboración propia

*Anexo 9 Plano de ubicación e identificación del total de viviendas del
Asentamiento Humano Tupac Amaru, Sector 4*

ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4, CHAUPIMARCA, PASCO – 2021



Nota. Elaboración Propia

Anexo 10 Determinación del tamaño de la muestra

Determinación del tamaño de la muestra

La muestra de la investigación se obtuvo a través de la fórmula estadística para población finita utilizando un margen de error del 5%.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N - 1) E^2 + Z^2 P Q} \quad (6)$$

En donde:

n = Tamaño de muestra

Z = Valor Z curva normal (1.96) (ver anexo 8)

P = Probabilidad a favor (0.50)

Q = Probabilidad en contra (0.50)

N = Población (330)

E = Error muestral (0.05)

Remplazando valores en la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 330}{(330 - 1) 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 175$$

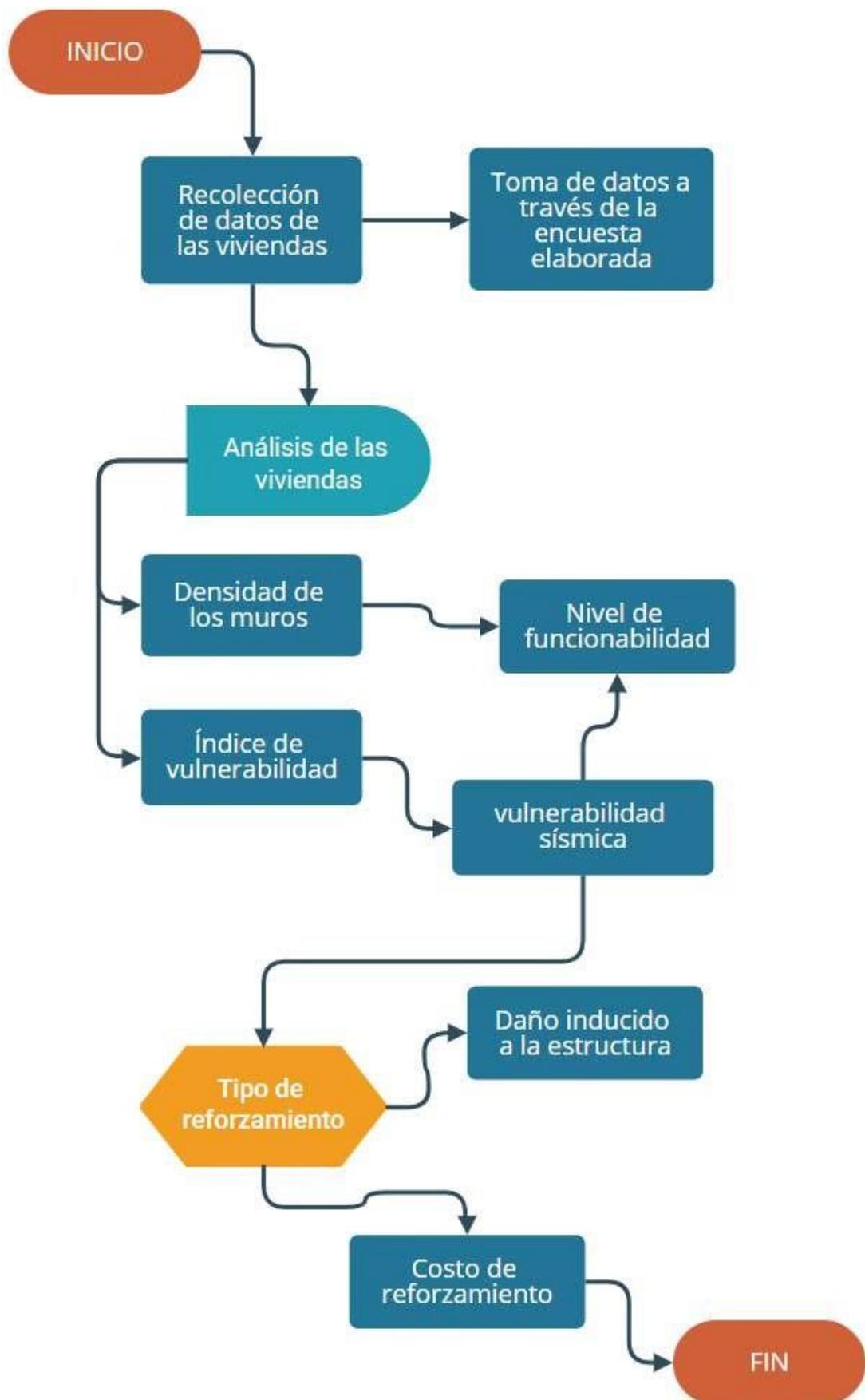
El número total de muestras a investigar fue 175 viviendas.

Anexo 11 Métodos más utilizados para determinar la vulnerabilidad sísmica

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	CONFIABILIDAD
Hirosawa	Este método analiza el comportamiento sísmico de cada piso del edificio y puede aplicarse a edificios mixtos de hormigón armado y albañilería	Permite evaluar edificios de altura media, entre seis y ocho pisos.	Media
Método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1982)	identifica los parámetros más relevantes que controlan el daño estructural	El método se describe en 1982, año a partir del cual empieza su utilización en numerosas ocasiones.	Alto
Método del índice de vulnerabilidad RISK UE y el código FEMA 178	Procedimiento preparado por el Building Seismic Safety Council de EE.UU. fue tomado de la referencia [34] y puede también ser utilizado para llevar a cabo la evaluación y diagnóstico sísmico de cualquier edificación existente.	Bastante sencilla y muy indicativa de las zonas vulnerables de las edificaciones existentes. Luego de realizar esta evaluación a cualquier edificación, se deben encontrar deficiencias estructurales que nos determinan dónde quedan localizadas las zonas débiles y vulnerables de la estructura y nos sirve para determinar las recomendaciones de reforzamiento.	Alto
Dolce, M. (1994)	<i>Propone un nuevo criterio de clasificación producto de examinar separadamente las etapas fundamentales que comprende un análisis de vulnerabilidad.</i>	<i>Basados en un análisis estadístico de las construcciones, caracterizadas por los datos de entrada.</i>	Media
Kappos (Dolce, 1994)	<i>Están basados en la experiencia sobre el comportamiento de tipos de edificaciones durante sismo y la caracterización de deficiencias sísmicas potenciales</i>	<i>Se usan cuando se dispone de limitada información, cuando se admite un resultado menos ambicioso y/o para evaluaciones preliminares.</i>	Baja

Nota. Elaboración propia

Anexo 12 Flujograma a seguir de trabajo de investigación



Nota: Elaboración propia

Anexo 13 Materiales y características para elementos de albañilería

Según la norma de Albañilería E.070 se obtienen algunos valores para las unidades de albañilería. (Ver **Tabla 24**)

Tabla 24:

Resistencia de la albañilería (numeral 13.9 RNE E.070)

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f_c = 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²). El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerarán como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f_m$
- Unidades Sílico-calcáreas: $E_m = 600 f_m$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f_m$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4 E_m$

Opcionalmente, los valores de E_m y G_m podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de RNE E.070.

Requisitos estructurales mínimos

Según el capítulo 7 de RNE E.070.

- 1) **Requisitos generales.** Esta Sección será aplicada tanto a los edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada.

2) Muro portante

a) Espesor Efectivo “t”

El espesor efectivo mínimo esta dado según la siguiente fórmula:

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ Para zonas sísmicas 2 y 3} \quad (7)$$

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo.

3) Estructuración en planta

a) Muros a Reforzar

En las Zonas Sísmicas 2 y 3 (ver el reglamento nacional de edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente (RNE E.030)) se reforzará cualquier muro portante (ver art. 17 RNE E.070) que lleve el 10% o más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.

b) Densidad Mínima de Muros Reforzados

La densidad mínima de muros portantes (ver art. 17 RNE E.070) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{ZUSN} \geq \frac{1}{56} \quad (8)$$

Donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la RNE E.030.

- “N” es el número de pisos del edificio,
- “L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen) y “t” es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la ecuación (8), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer

uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación E_c/E_m , donde E_c y E_m son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

Albañilería confinada

Adicionalmente a los requisitos especificados, se deberá cumplirse lo siguiente:

- a) Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:
 - Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
 - Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento
 - sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en la ecuación (8), la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10 RNE E.070).
 - Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en artículo 5 (5.3) de RNE E.070.
 - Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. (Ver el reglamento nacional de edificaciones E.060 Concreto Armado (RNE E.060) y artículo 11 (11.5) RNE E.070).
 - Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver artículo 11 (11.2 y 11.7) RNE E.070.
 - Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con:

$$f'_c \geq 171.5MPa(175kg/cm^2) \quad (9)$$

- b) Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. RNE E.070

- c) El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.
- d) El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- e) El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver artículo 11.10 RNE E.070).
- f) Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50 cm. y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10cm de longitud.

Anexo 14 Aporte de reforzamiento para viviendas con alto nivel de vulnerabilidad

- **Reforzamiento estructural**

Según (Loa, 2017), la finalidad de calcular el reforzamiento de estructuras de las edificaciones es mermar en gran medida el riesgo sísmico, de esa manera evitando llegar al colapso inmediato de la estructura y de esa manera disminuir en gran medida los accidentes o en su defecto pérdidas de vidas y como también las pérdidas económicas y sociales.

- **Metodología del reforzamiento estructural incremental**

Según (Loa, 2017), el Banco mundial junto con otras instituciones del estado peruano propusieron un plan de infraestructuras, las cuales exponen tres técnicas de reforzamiento siendo determinadas estratégicamente bajo el enfoque de facilidad constructiva, coste de reforzamiento y acabado final arquitectónico según las normas de reforzamiento incremental propuestas por FEMA 395.

- **Técnicas de reforzamiento tradicionales**

Según (Loa, 2017), en el Perú hay técnicas de reforzamiento para las estructuras de las ubicaciones de concreto armado.

Estas técnicas de reforzamiento mencionan que todo elemento estructural, específicamente las columnas estructurales y las tabiquerías estarán separadas con juntas sísmicas, también adicional a ello la aplicación de elementos estructurales que rigidicen el sistema sismorresistente las cuales se detallan a continuación.

- Adaptación de muros y vigas acopladas; este método consiste en reforzar las columnas adaptándolas como muros y la implementación de vigas de acoplamiento.
- Inclusión de un pórtico longitudinal; se adiciona un pórtico longitudinal a la edificación.
- Encamisado de elementos estructurales e inclusión de concreto armado; esta técnica permite incrementar la rigidez de los elementos estructurales más tenues, su utilización es más utilizado en columnas.
- Eliminación de paños libres con muros de confinamiento: este desarrollo consiste en eliminar 3 paños libres con muros de confinamiento.
- De las técnicas mencionadas, se agregaron otras muy innovadoras que se vienen utilizando a muy poca escala debido a su desconocimiento, un

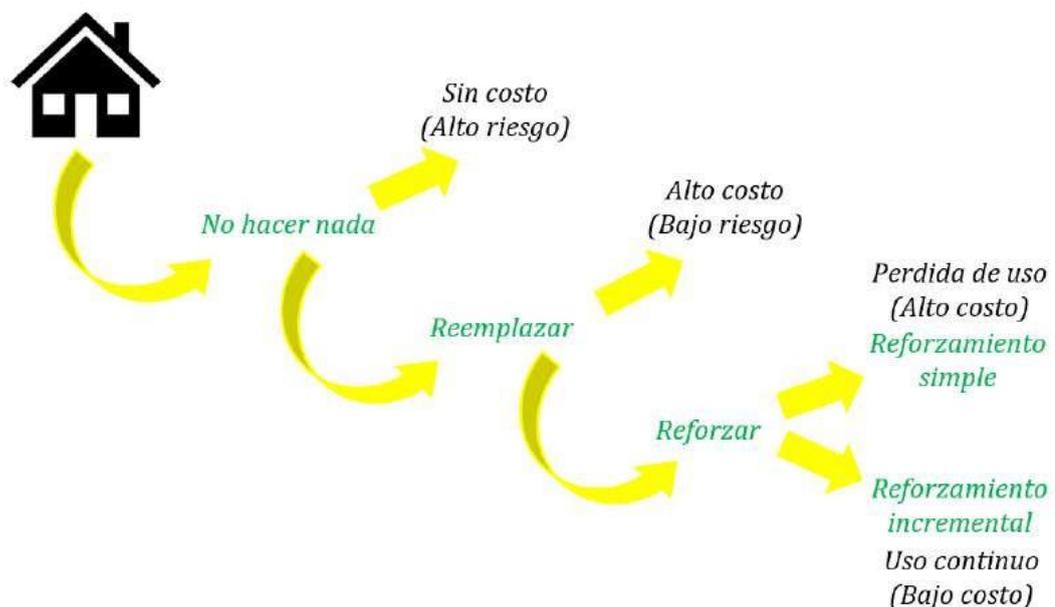
ejemplo de ello son la aplicación de los pórticos metálicos, arriostres diagonales y entre otros.

- **Reforzamiento incremental**

- Según (Loa, 2017), el reforzamiento incremental de una estructural con altos índices de vulnerabilidad se implementará a través de procesos ordenados y sistemáticos en un lapso de tiempo determinado.
- Esta iniciativa nace con la necesidad de reparar edificaciones con un alto nivel de riesgo sísmico y los gastos por reparación sean por etapas debido a que serán muy altos y el tiempo que dure el trabajo también serán muy largos.
- El propósito de esta técnica es remplazar los elementos dañados por otros más resistentes a los efectos de un sismo conocidos como elementos sismorresistentes.
- En la figura **Error! Reference source not found.**, se exhibe el sistema de reducción de riesgo sísmico de una edificación propuesto por (FEMA 395, 2003)

Figura 32:

Esquema para reducir el riesgo sísmico



Nota. Adaptado de las normas FEMA 395

- **Normas de reforzamiento**

Las normas FEMA 420 nos servirán como guía para aplicación del reforzamiento sísmico incremental.

El reglamento nacional de edificaciones, en; diseño sismorresistente E030-2018 menciona la viabilidad de la aplicación de reforzamiento de edificaciones susceptibles aplicando intervenciones graduales, pero no menciona como será su aplicación.

Anexo 15 Validación de expertos

Observaciones (precisar si hay suficiencia): El contenido actual es aceptable.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Cotrina Hernández, Edison Marzolini

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 85183

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma y Sello

Nota. Cotrina Hernández, Edison Marzolini

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Aprobado

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: DUEÑAS PALOMINO, Ciprian

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 112269

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Nota. DUEÑAS PALOMINO, Ciprian (14/14)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Aprobado

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: PACO RODRIGUEZ, Johnny Toekin

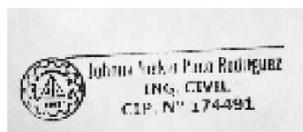
Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 174491

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

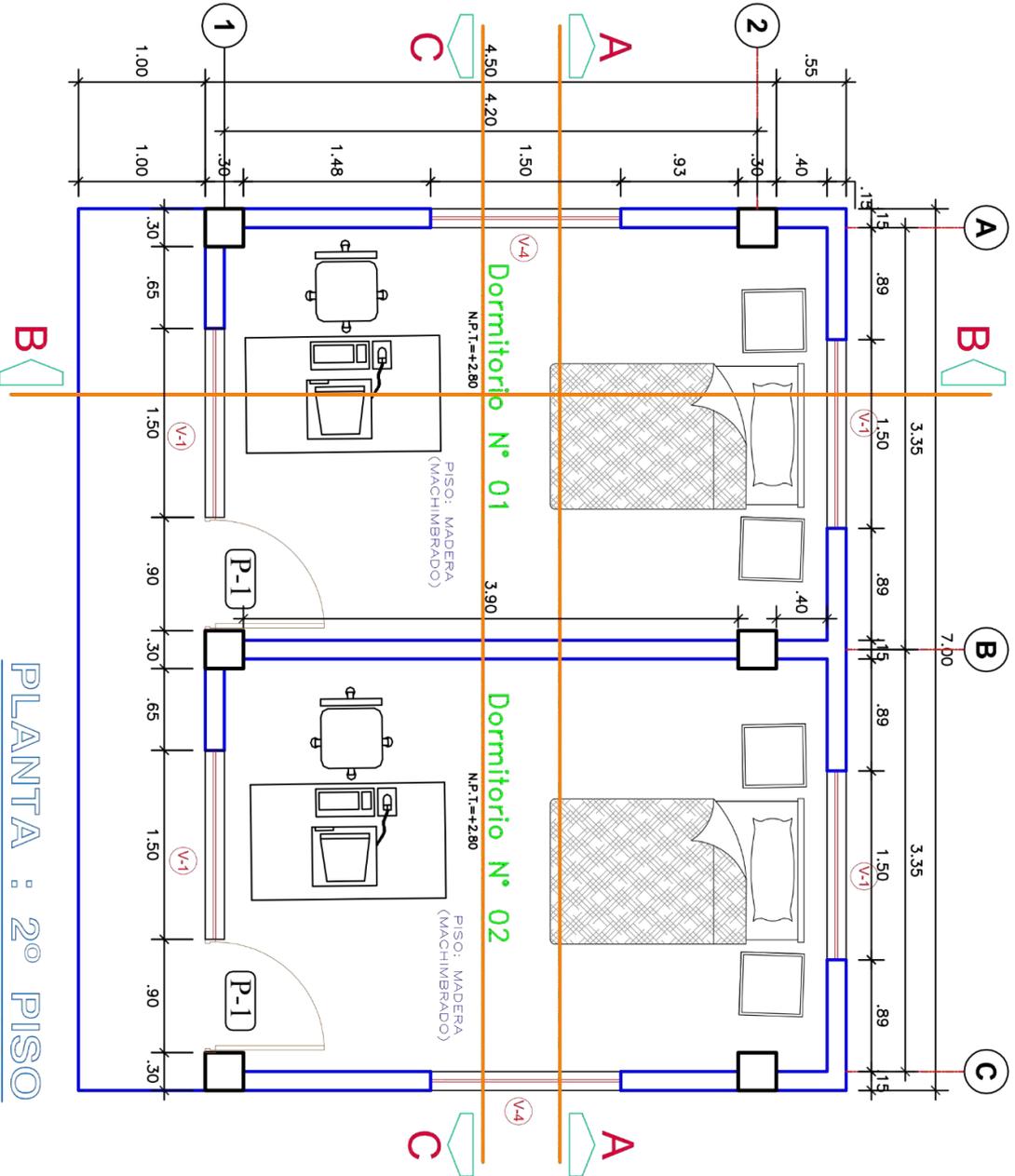


Nota. PACO RODRIGUEZ, Johnny Toekin (14/14)

PLANO DE VIVIENDA EN ESTUDIO

PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



PLANTA : 2º PISO

CUADRO DE VANOS

VENTANAS	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	1.00	1.50	1.50	CUARTO / SALA
V2	2.20	3.50	0.30	SALA
V3	2.10	3.90	0.30	SALA
V4	0.90	1.50	1.50	CUARTO

CUADRO DE PUERTAS

PUERTAS	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	-	0.90	2.50	CUARTO / SALA

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
ERRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION
COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR
4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:50

PLANO

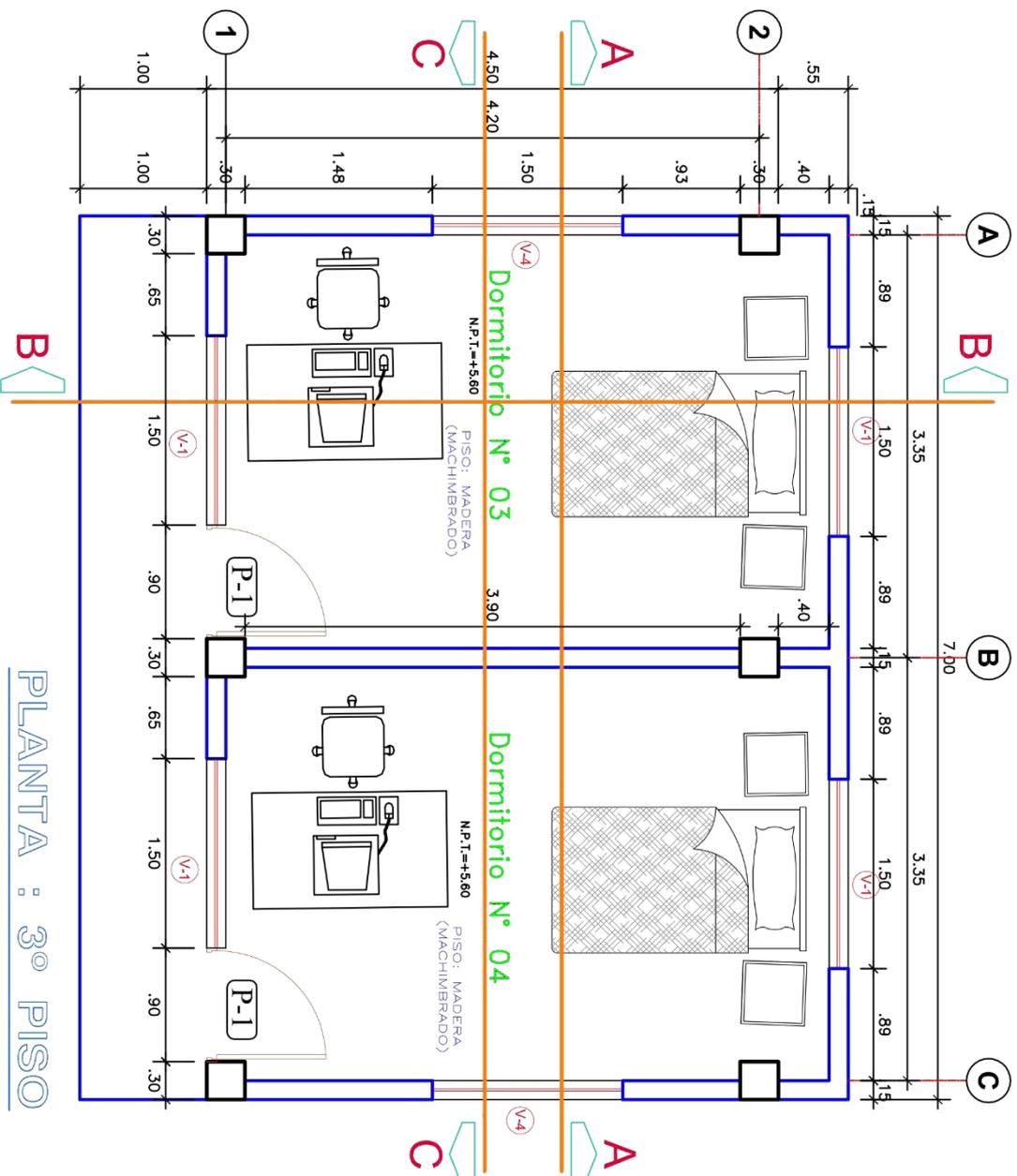
PLANTA



LAMINA
ARQ. - PL 02

PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



PLANTA : 3º PISO

CUADRO DE VANOS

VENTANAS	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	1.00	1.50	1.50	CUARTO / SALA
V2	2.20	3.50	0.30	SALA
V3	2.10	3.90	0.30	SALA
V4	0.90	1.50	1.50	CUARTO

CUADRO DE PUERTAS

PUERTAS	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	-	0.90	2.50	CUARTO / SALA

PROYECTO:
VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR
4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

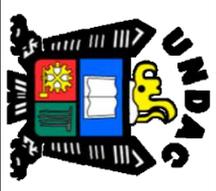
A4

ESCALA

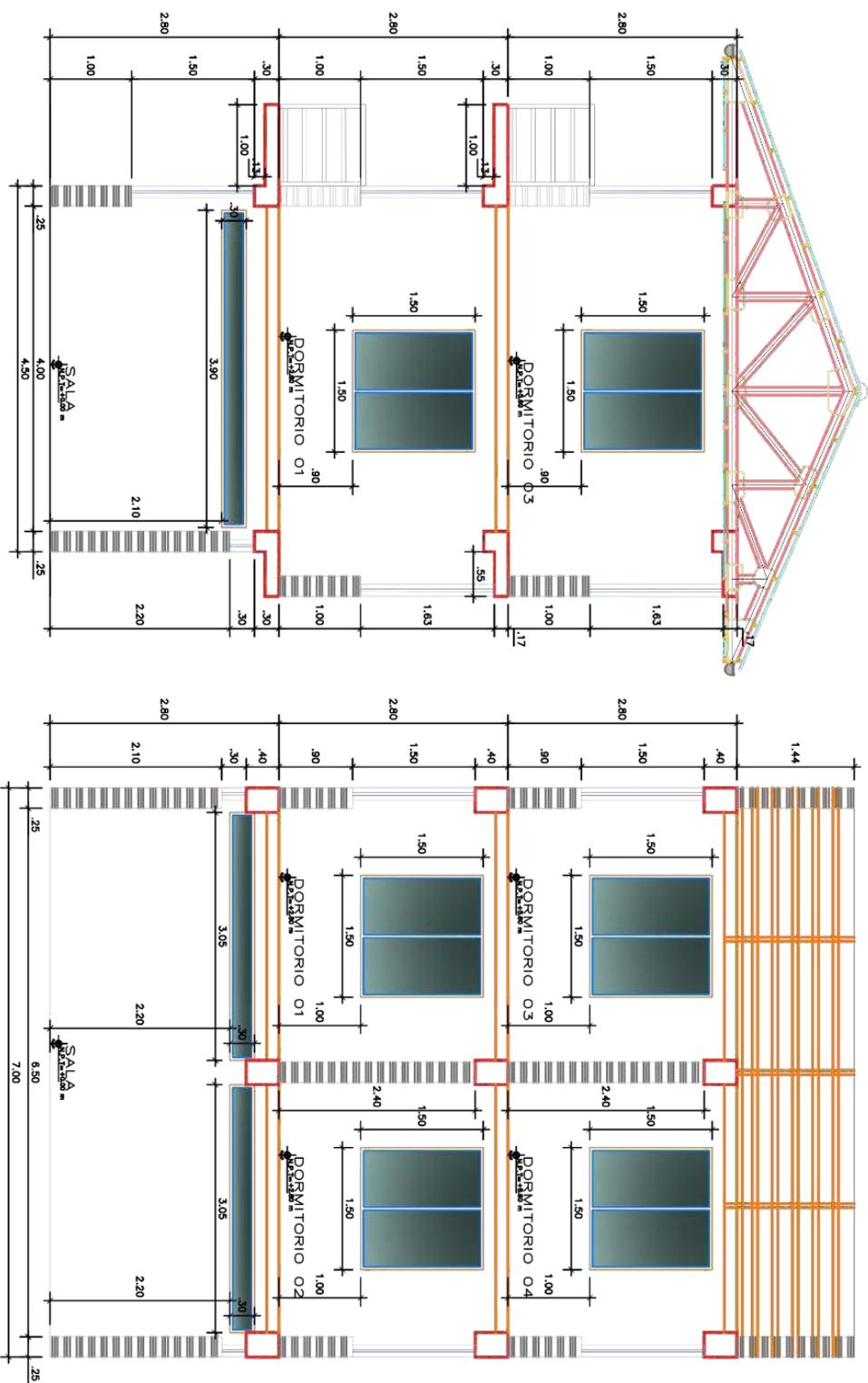
1:50

PLANO

PLANTA



PROYECTO
VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



PROYECTO:
 VULNERABILIDAD SISMICA Y
 PROPUESTAS DE
 REFORZAMIENTO DE LAS
 VIVIENDAS DEL
 ASENTAMIENTO HUMANO
 TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
 DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
 PASCO

INTEGRANTES:
 ULISES MARCELO ARROYO
 GALVEZ
 EFRAIN GASTON MALPARTIDA
 RICARDI

SISTEMA PROYECCION
 COORDENADAS UTM

UBICACION
 ASENTAMIENTO HUMANO
 TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA
 SECTOR
 4

DIBUJO
 ULISES ARROYO GALVEZ
DISTRITO
 CHAUPIMARCA

FECHA
 21/05/2023

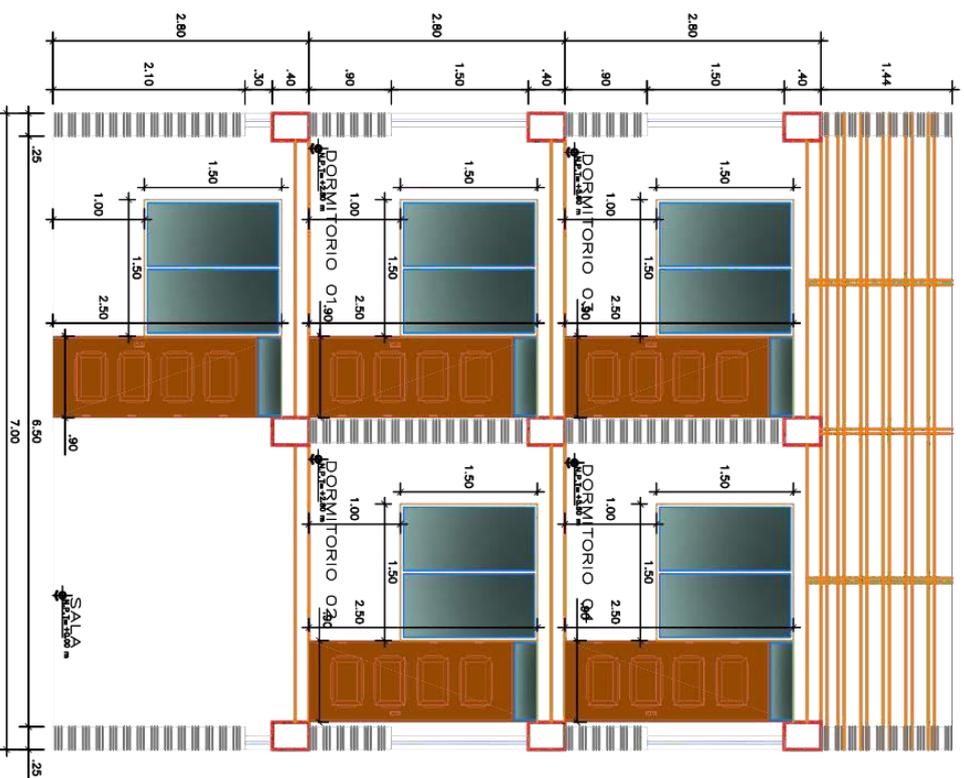
FORMATO
 A4

ESCALA
 1:75

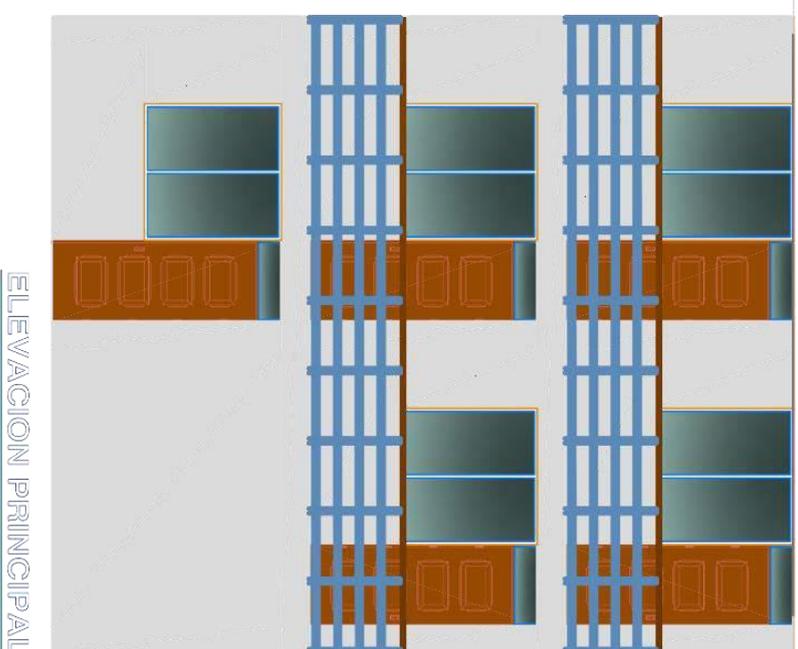
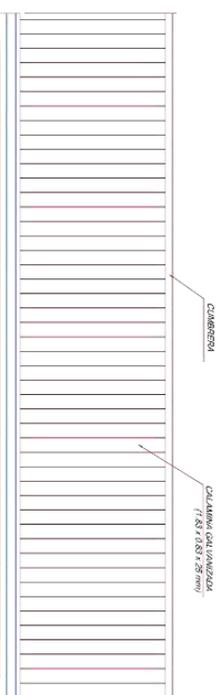
PLANO
 CORTE



PROYECTO:
**VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
 ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO**



CORTE C - C



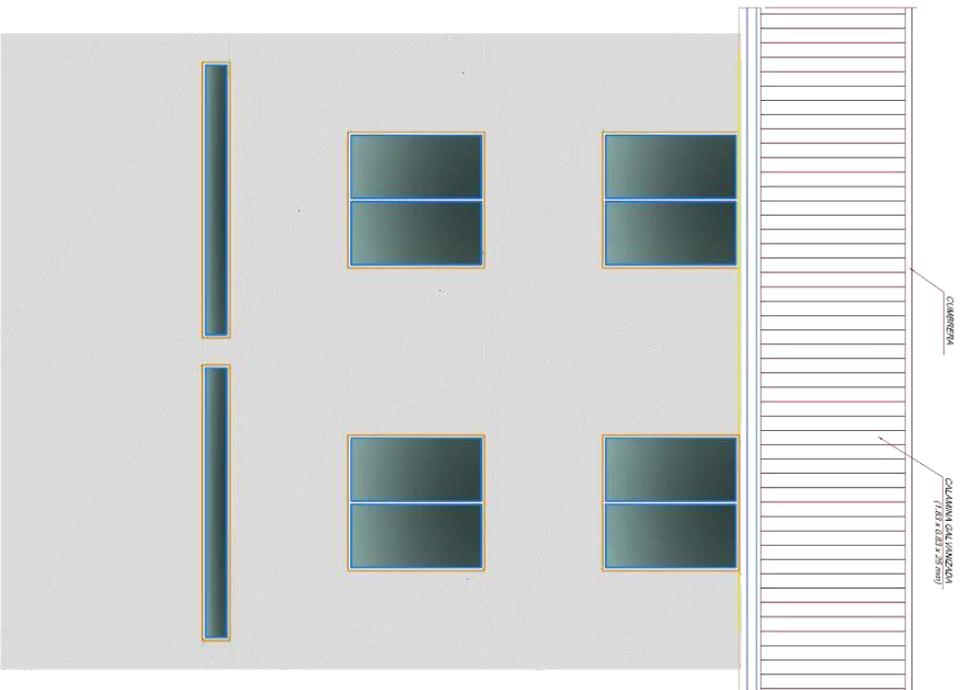
ELEVACION PRINCIPAL

PROYECTO:	VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO
INTEGRANTES:	ULISES MARCELO ARROYO GALVEZ ERRAIN GASTON MALPARTIDA RICALLI
SISTEMA PROYECCION	COORDENADAS UTM
UBICACION	ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4
ESQUEMA	4
SECTOR	4
DIBUJO	ULISES ARROYO GALVEZ
DISTRITO	CHAUPIMARCA
FECHA	21/05/2023
FORMATO	A4
ESCALA	1:75
PLANO	CORTE - ELEVACION

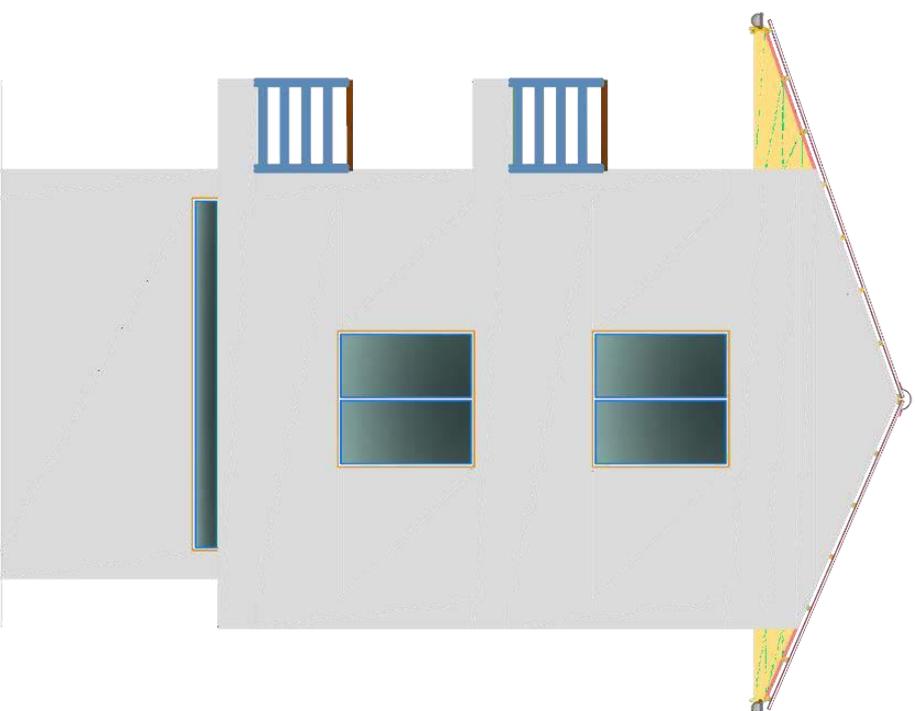


PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



ELEVACION POSTERIOR



ELEVACION LATERAL

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR
4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:75

PLANO

ELEVACION

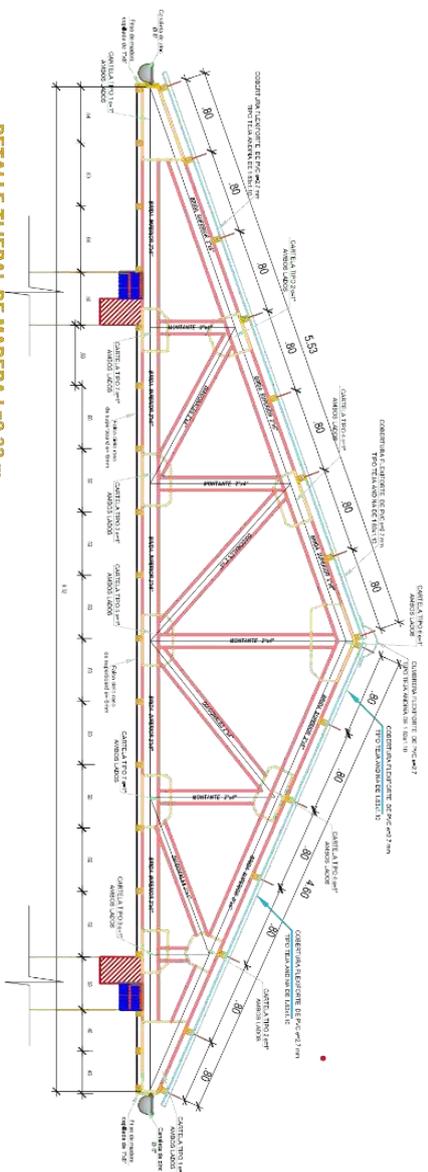
LAMINA

ARQ - ELV 06

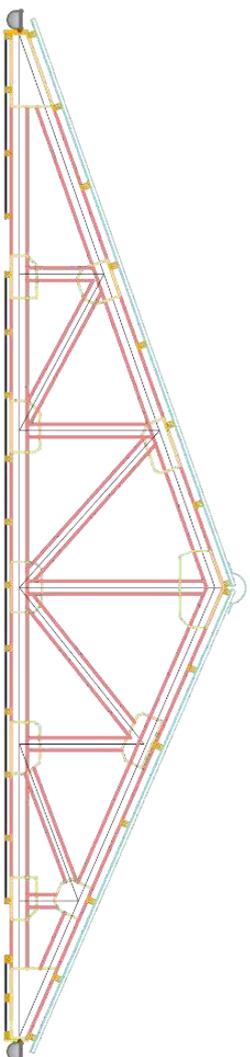


PROYECTO

**VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO**



DETALLE TIGERAL DE MADERA L=9.32 m
ESCALA 1:25



PROYECTO:
VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:
ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION
COORDENADAS UTM

UBICACION
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA
SECTOR
4

DIBUJO
ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO.
CHAUPIMARCA

FECHA
21/05/2023

FORMATO
A4

ESCALA
1:75

PLANO
ELEVACION

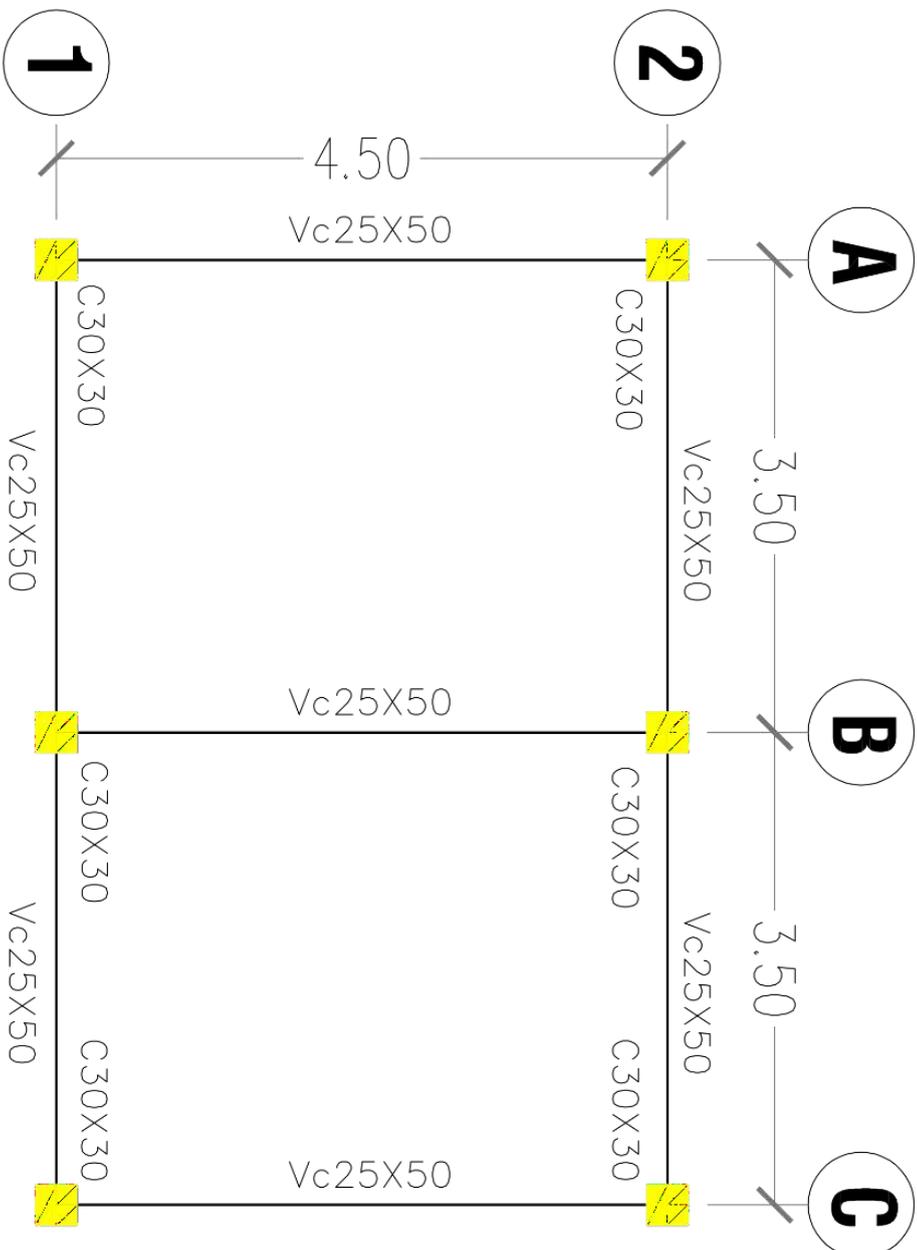


LAMINA

ARQ - ELV - D 06.01

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



PLANTA ENTREPISO (H=2.80m): 0^{er} NIVEL
S/C = 200 kg/m²

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

TULSES MARCELO ARROYO
GALVEZ
ERRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR

4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:30

PLANO

ESTRUCTURAL

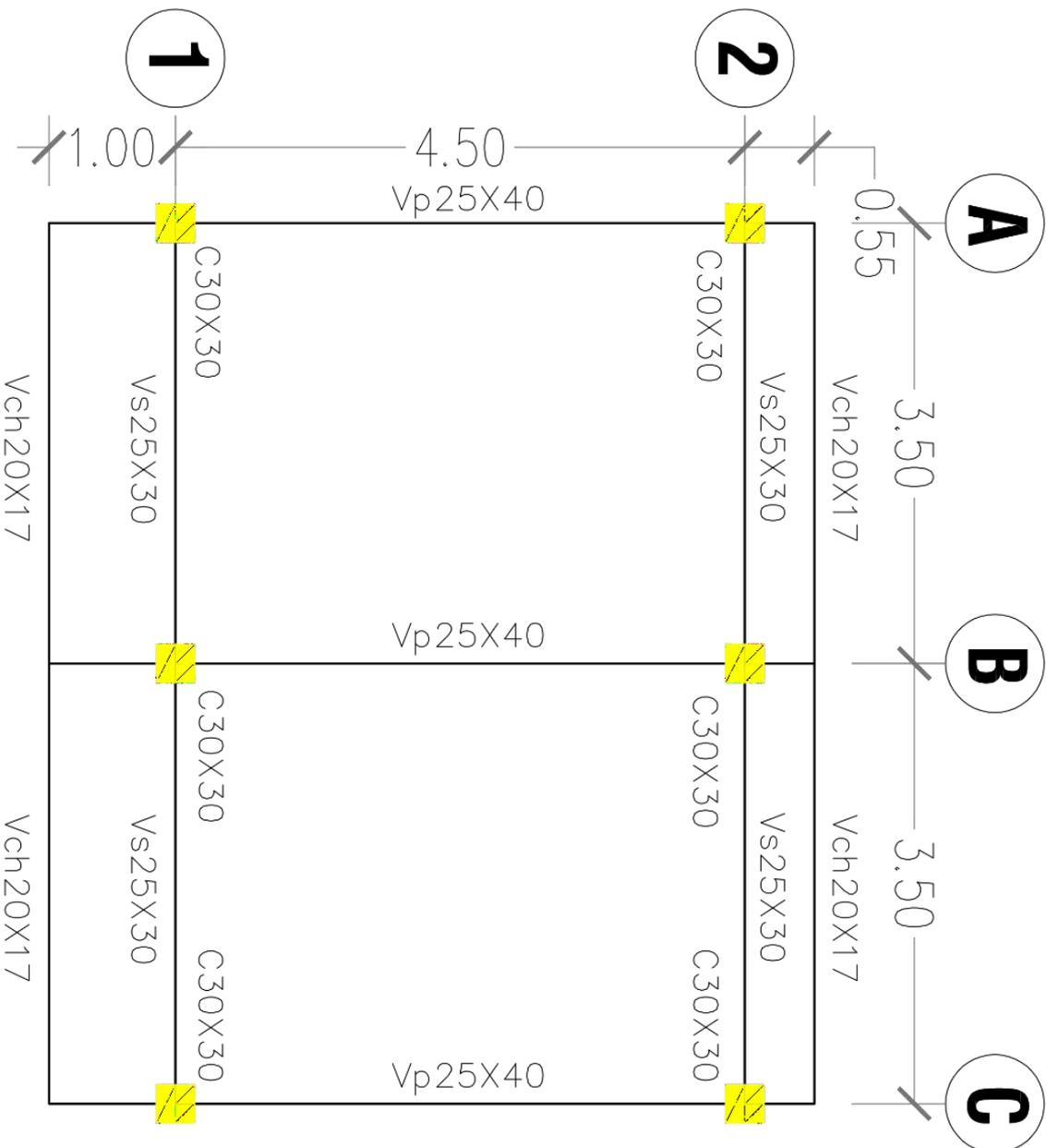
LAMINA

ARQ - EST 07



PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



PLANTA ENTREPISO (H=2.80m): 1^{er} NIVEL AL 3^{to} NIVEL
S/C = 200 kg/m²

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARGELO ARROYO
GALVEZ
EFFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBIGACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR

4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:50

PLANO

ESTRUCTURAL

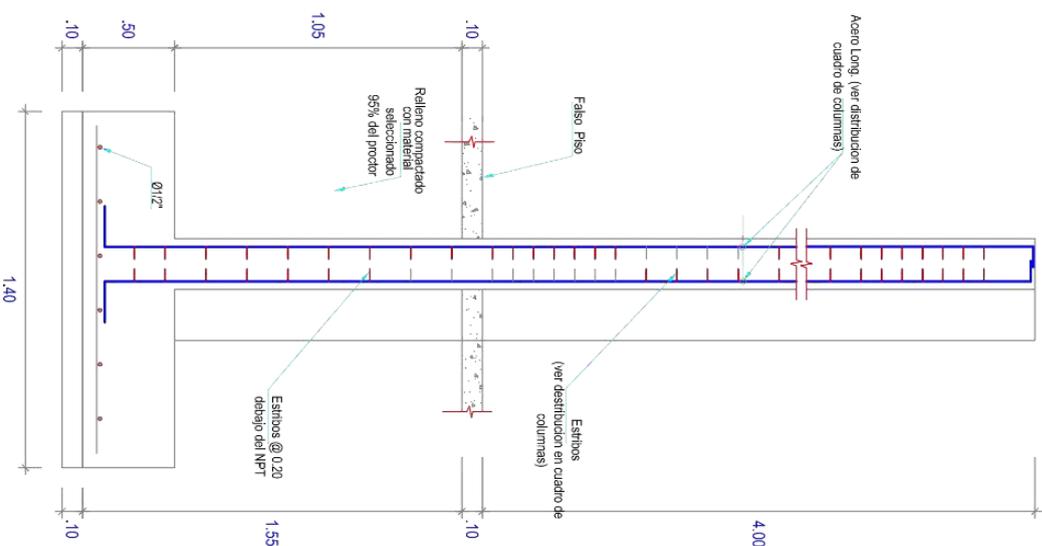
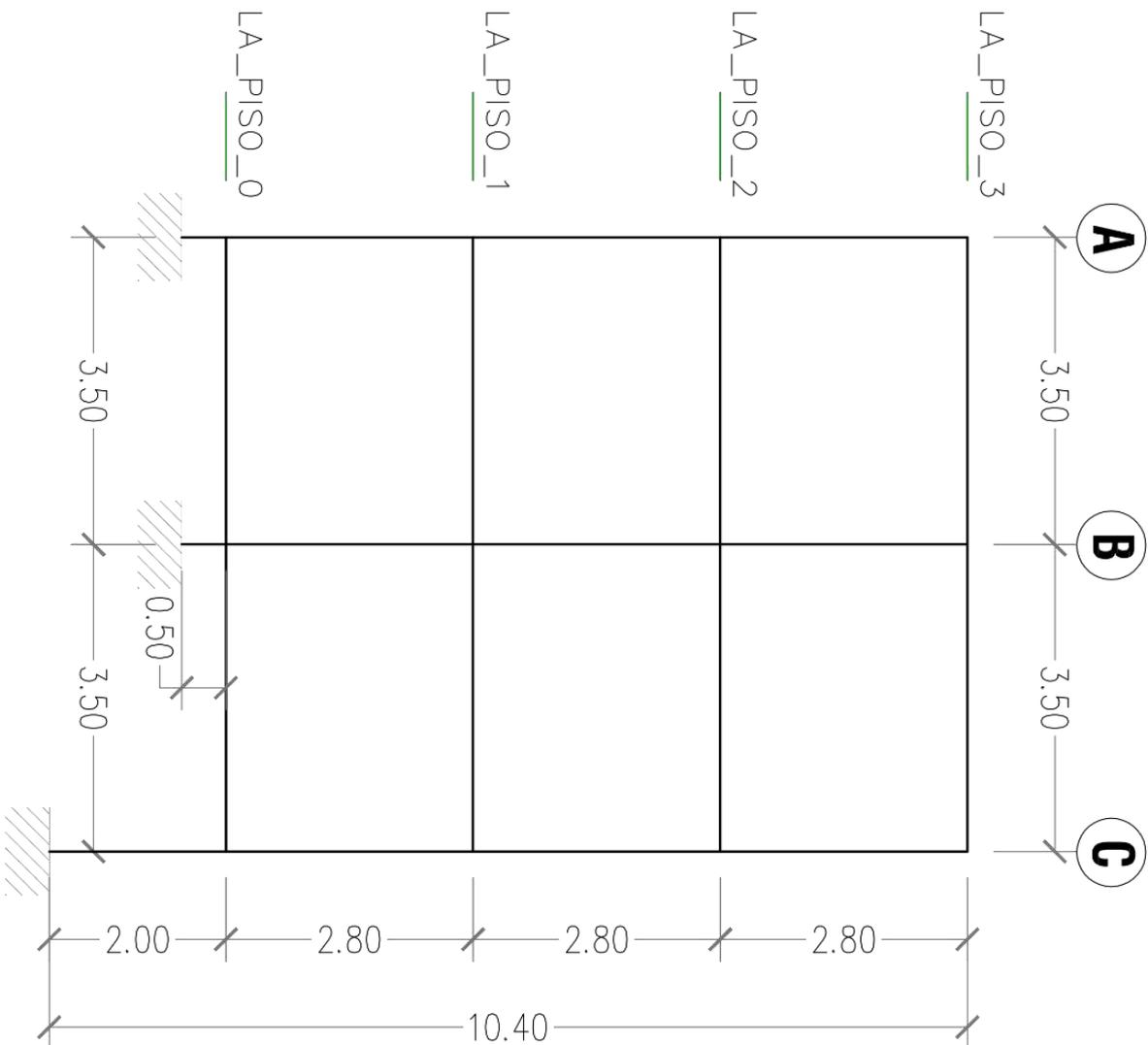


LAMINA

ARQ - EST 08

PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



DETALLE DE COLUMNAS
ESCA: 1/20

PROYECTO:
VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION
COORDENADAS UTM

UBICACION
4.00
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR
4

DIBUJO
ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO
CHAUPIMARCA

FECHA
21/05/2023

FORMATO
A4

ESCALA
1:75

PLANO
ESTRUCTURAL

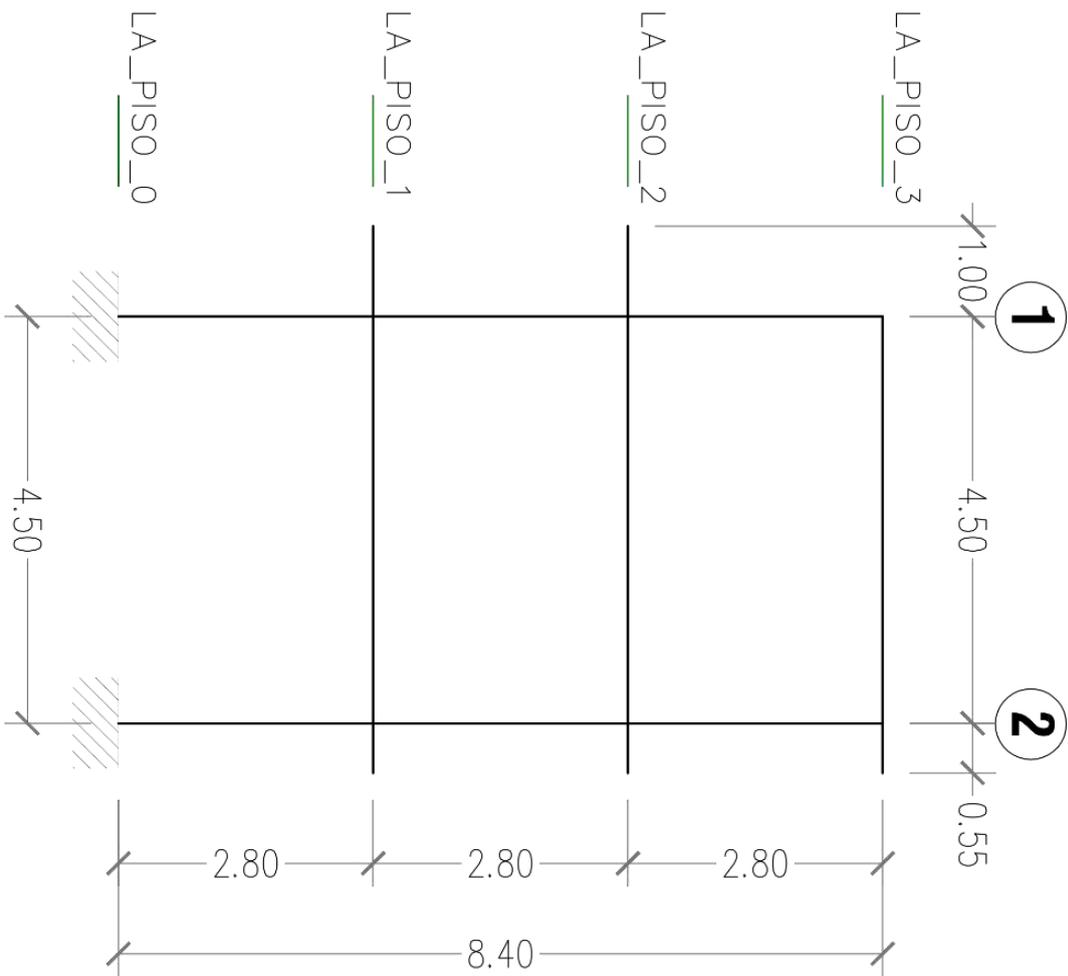


LAMINA

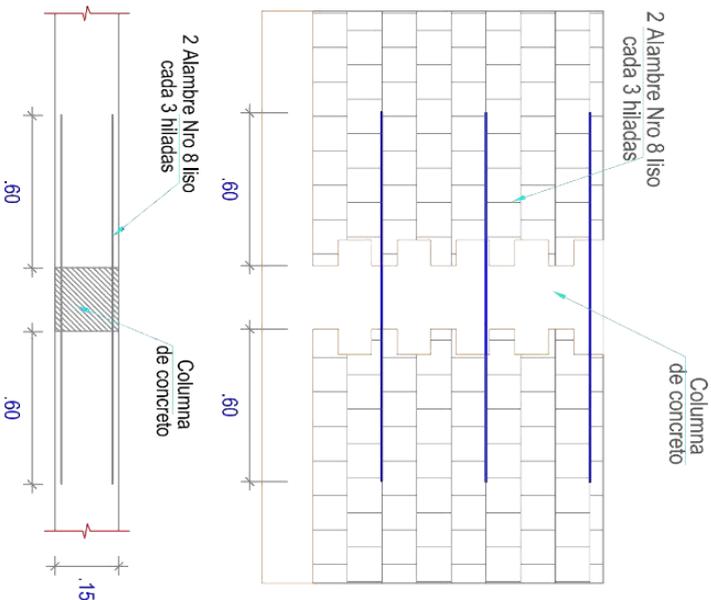
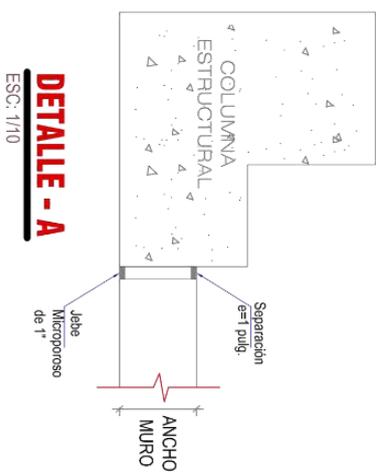
ARQ - EST 09

PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO



ELEVACIÓN ENTREPISO: ELEVACIÓN EJE A-A Y EJE B-B; ENTRE EJE 1-2
S/C = 200 kg/m²



DETALLE UNION MURO - COLUMNA

ESC: 1/15

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

ULISES MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR

4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:75

PLANO

ESTRUCTURAL



LAMINA

ARG - EST 10

PROYECTO

VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA- PASCO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO SIMPLE

SOLIDOS $F_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
SUB-ZAPATAS $F_c = 100 \text{ Kg/cm}^2 + 40\% \text{ P.G.}$
CIMENTO CORRIDOSO $F_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$
SOBRECIMENTOS $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}$

CONCRETO ARMADO

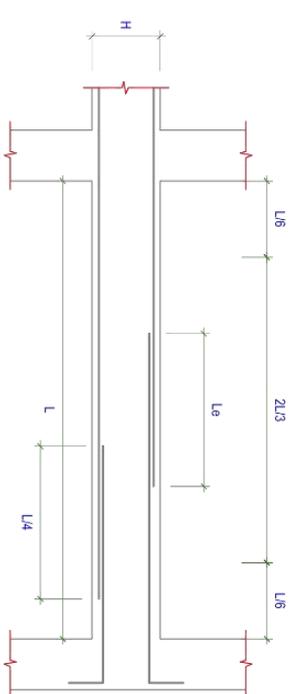
ZAPATAS Y VIG. CIMENTACION $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
COLUMNAS $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS Y LOSAS $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO

FIERRO CORRUGADO $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS

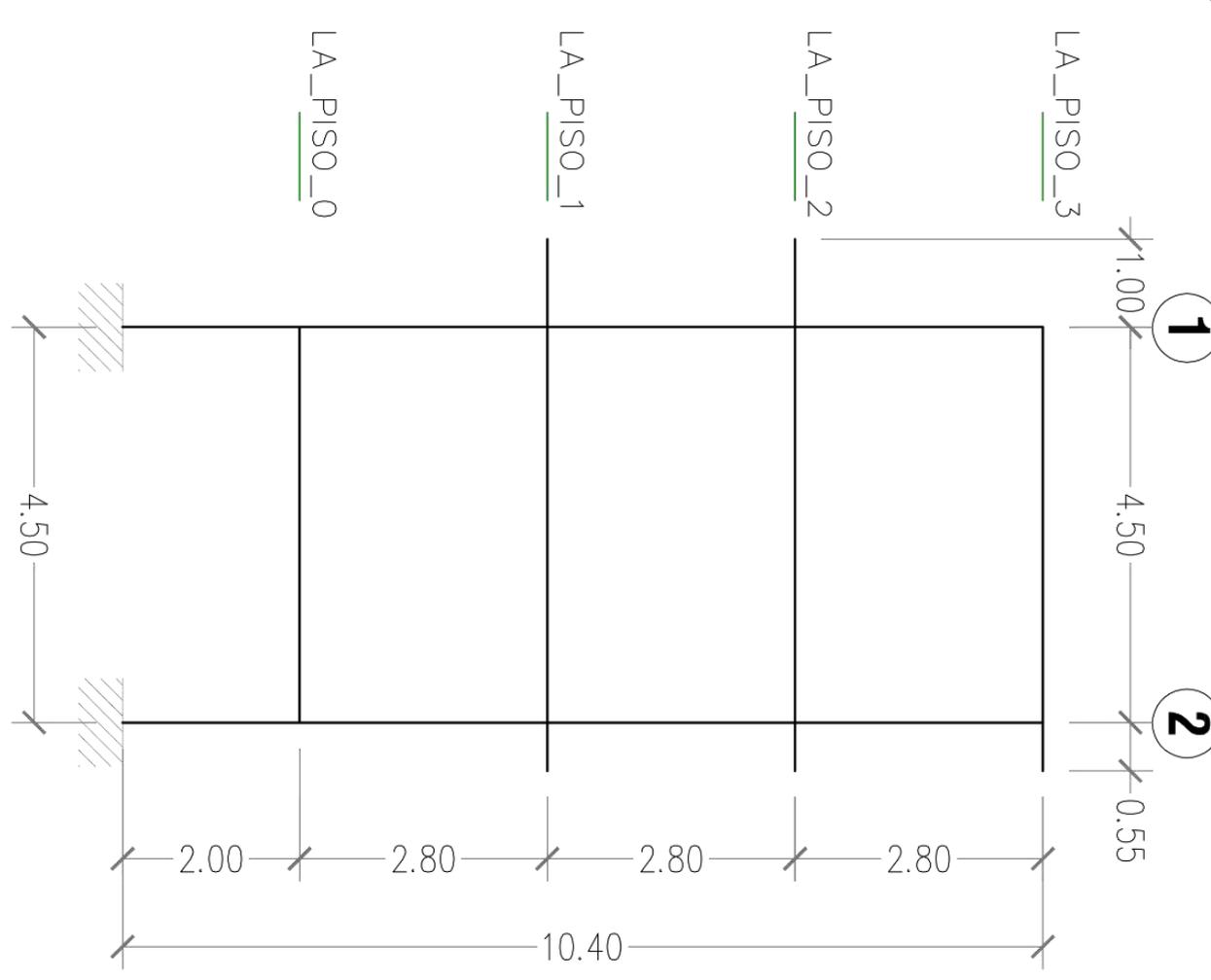
ZAPATAS 7.0 cm
VIGAS DE CIMENTACION 7.0 cm
COLUMNAS Y VIGAS 4.0 cm
COLUMNAS ARRIOSTRE 2.5 cm
VIGAS CHATAS Y LOSAS 2.5 cm



EMPALMES DE COLUMNAS

Valores de Le para 50%
o menos de varillas cortadas

\emptyset	$H \leq 30$	$H > 30$
3/8"	40	60
1/2"	55	75
5/8"	70	95
3/4"	80	115
1"	110	150



ELEVACION ENTREPISO: ELEVACION EJE C-C; ENTRE EJE I-2

S/C = 200 kg/m²

PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA Y
PROPUESTAS DE
REFORZAMIENTO DE LAS
VIVIENDAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4 DEL
DISTRITO DE CHAUPIMARCA-
PASCO

INTEGRANTES:

GALVEZ MARCELO ARROYO
GALVEZ
EFFRAIN GASTON MALPARTIDA
RICALDI

SISTEMA PROYECCION

COORDENADAS UTM

UBICACION

ASENTAMIENTO HUMANO
TUPAC AMARU, SECTOR 4

ESQUEMA

SECTOR 4

DIBUJO

ULISES ARROYO GALVEZ

DISTRITO

CHAUPIMARCA

FECHA

21/05/2023

FORMATO

A4

ESCALA

1:75

PLANO

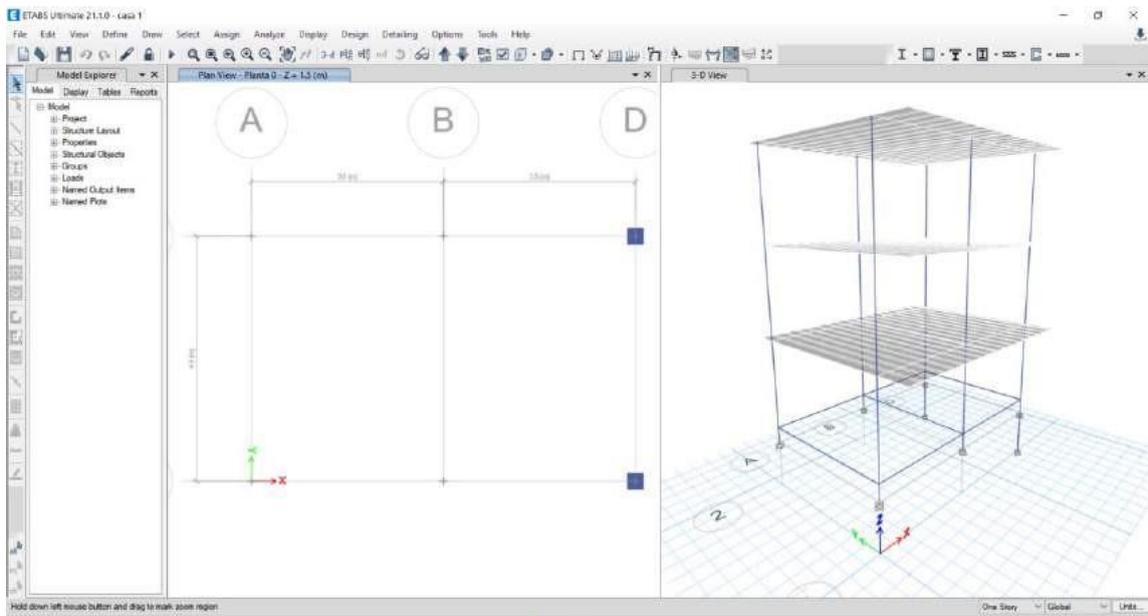
ESTRUCTURAL



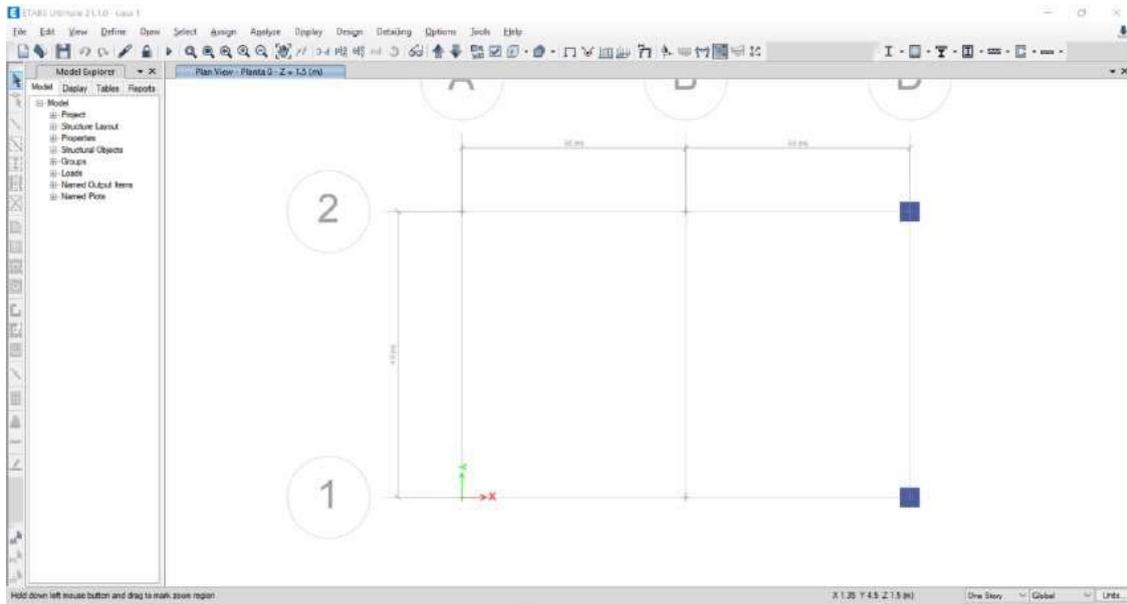
LAMINA

ARQ. EST 11

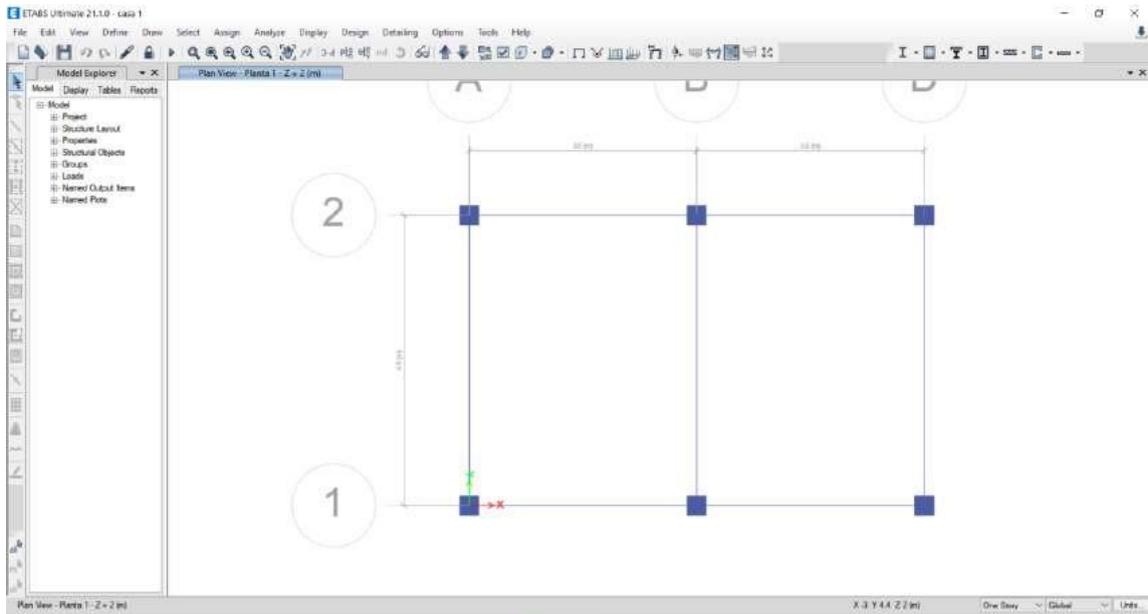
Modelado estructural para identificar sus propiedades mecánicas



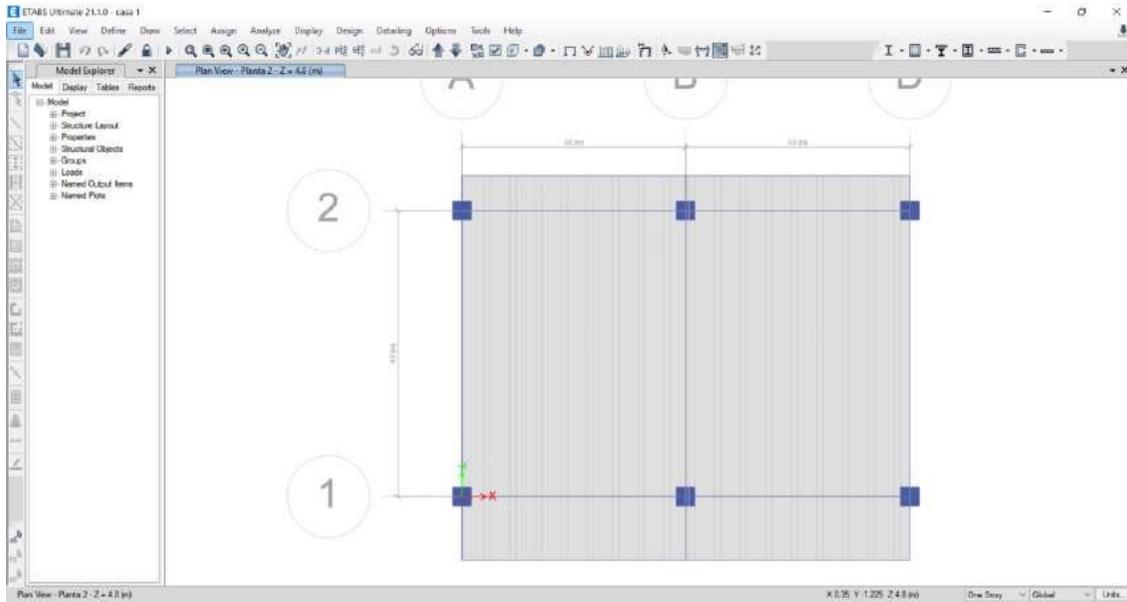
Modelado estructural, nivel planta 001



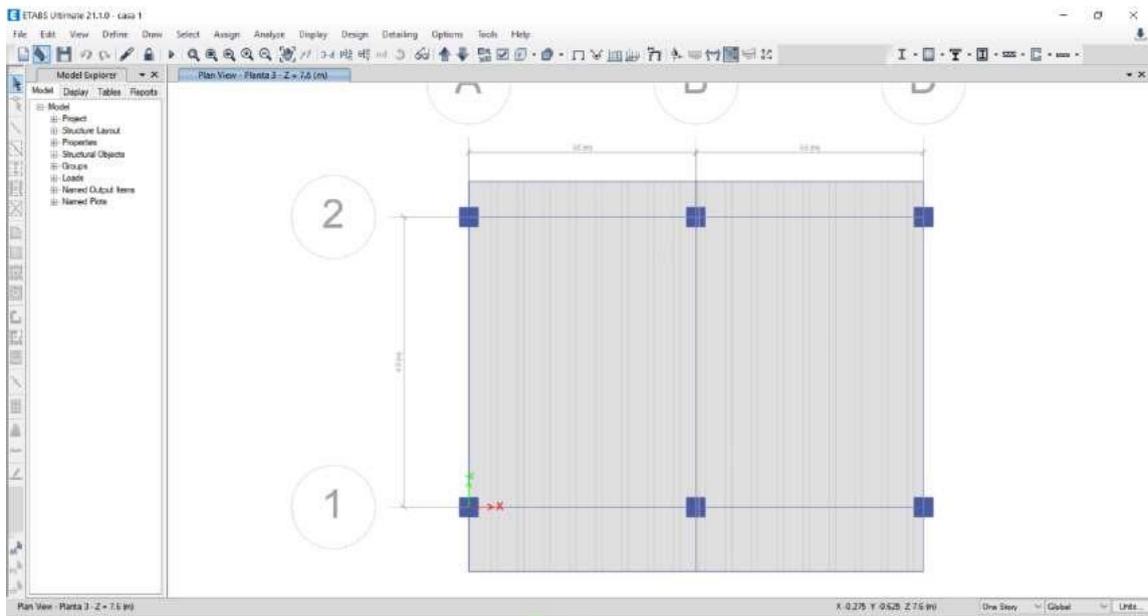
Modelado estructural, nivel planta 002



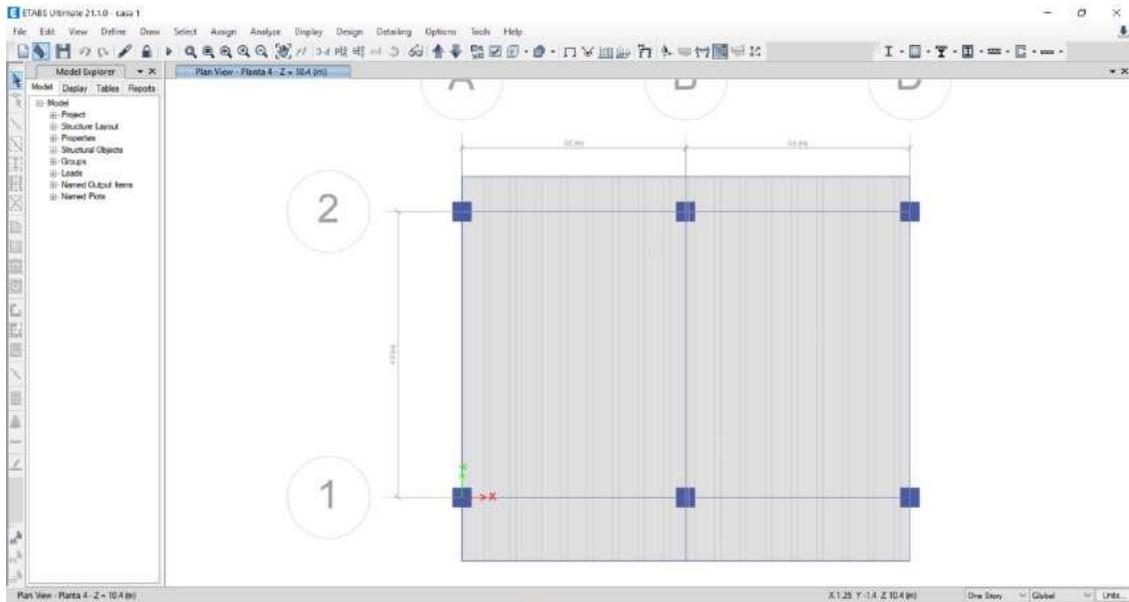
Modelado estructural, nivel planta 003



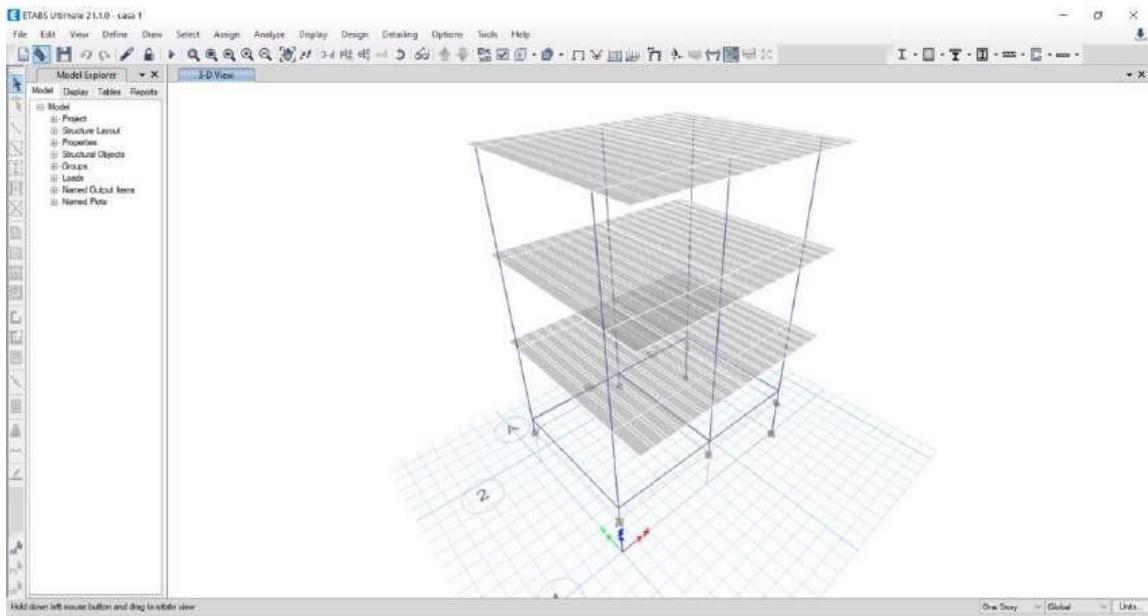
Modelado estructural, nivel planta 004



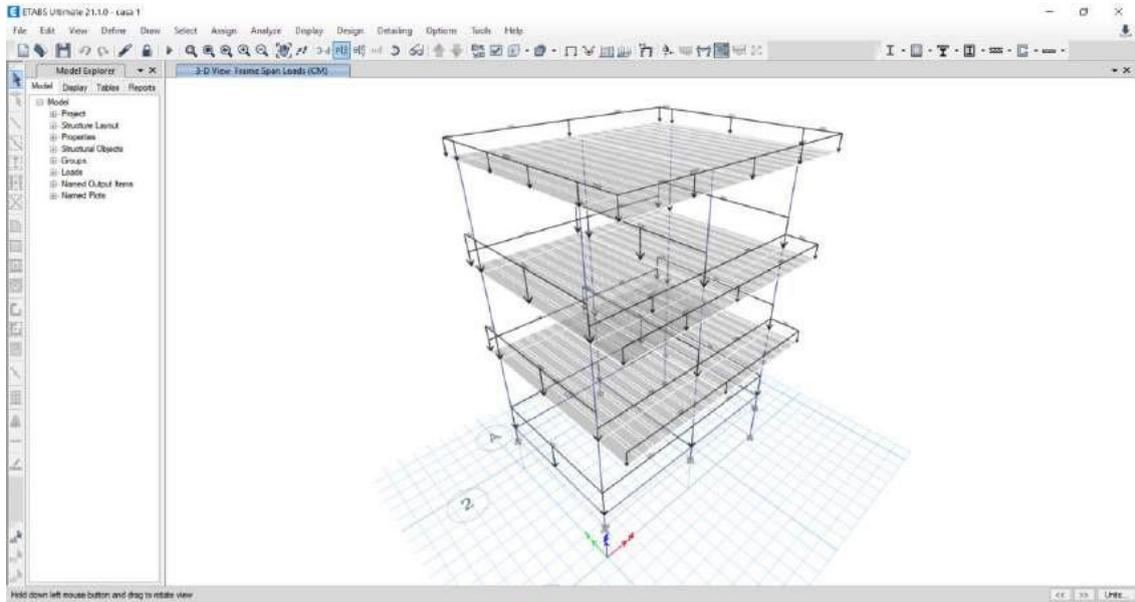
Modelado estructural, nivel planta 005



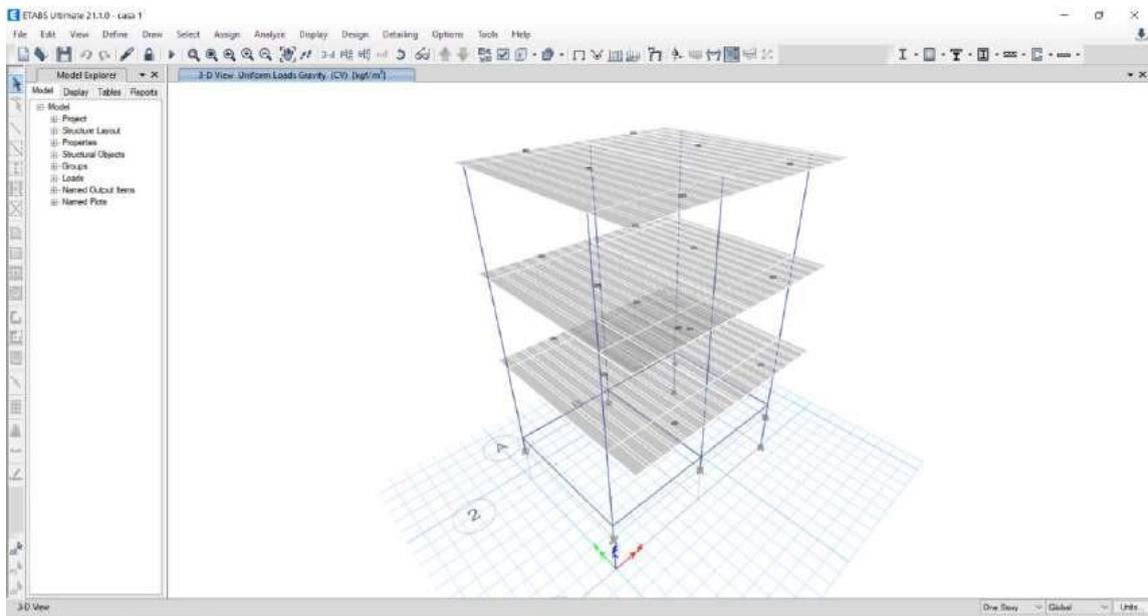
Modelado estructural, 3D



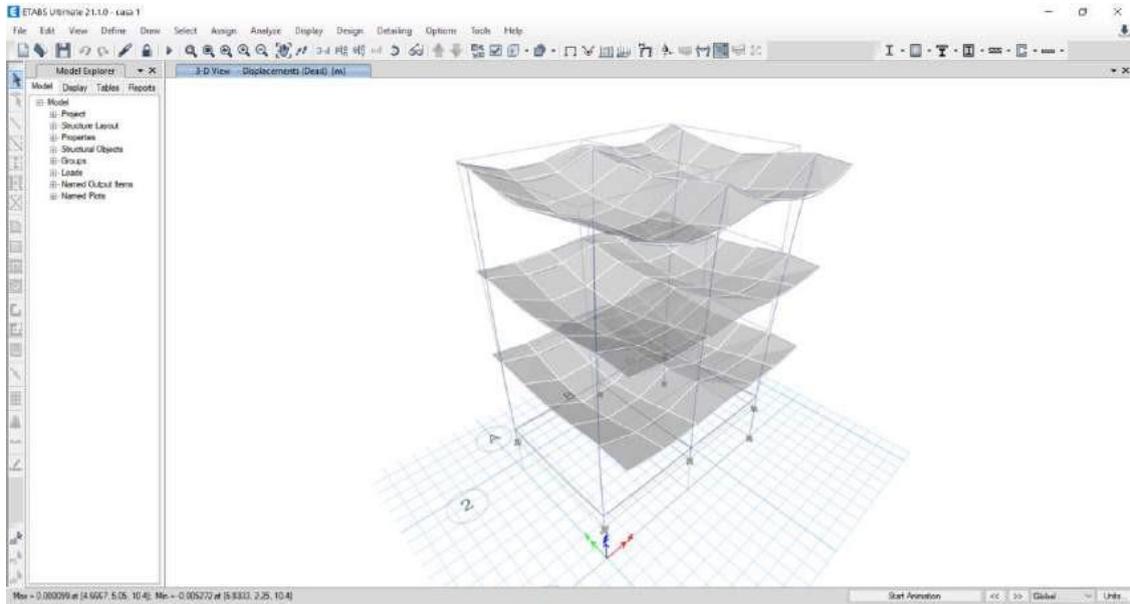
Asignación de cargas muertas



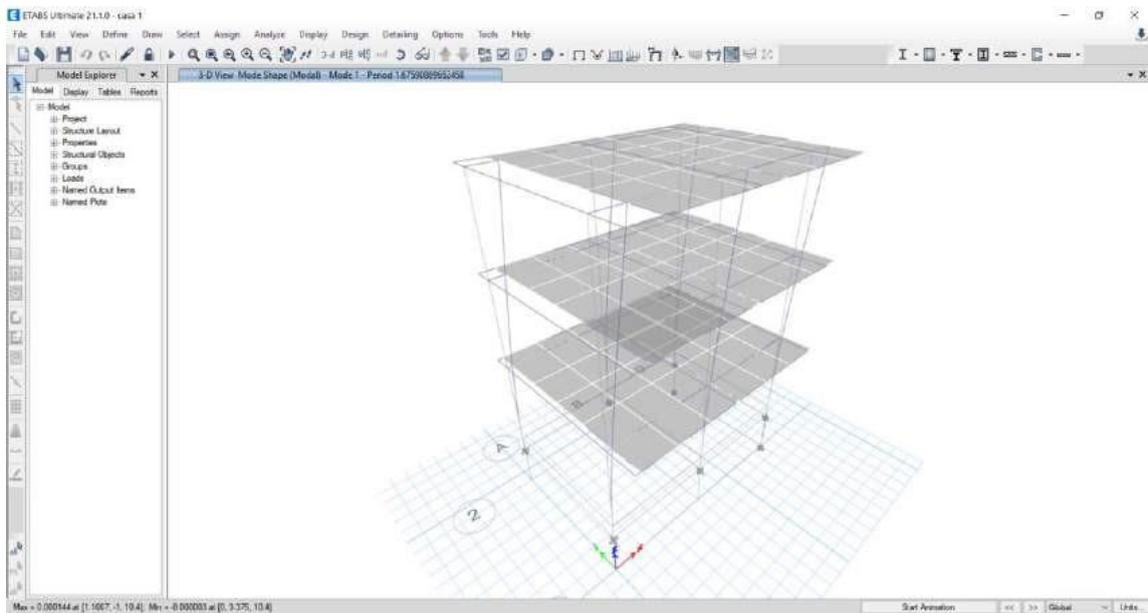
Asignación de cargas vivas



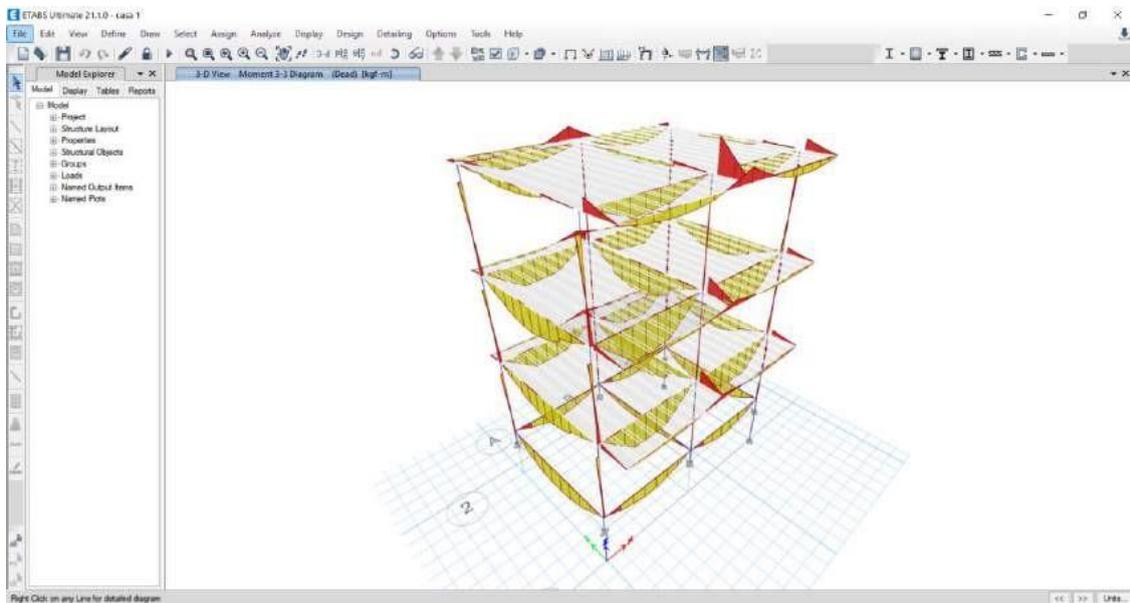
Verificación de sus deformaciones admisibles



Verificación de rotación y elongaciones



Cálculo de los momentos flectores



Cálculo de las fuerzas cortantes

