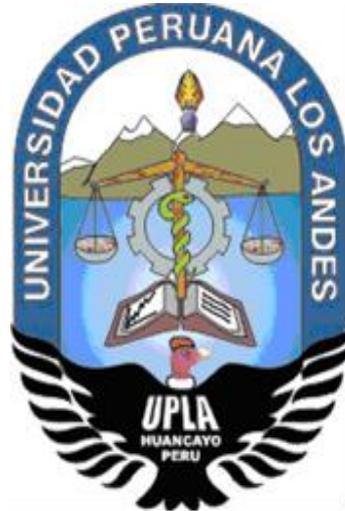


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS
AUTOCONSTRUIDAS DE ALBAÑILERÍA
CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías Y Procesos

Presentado por:

Bach. CORNEJO QUINCHO VLADIMIR

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2021

FALSA PORTADA

ASESOR
Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico A mis padres Israel y Carmen quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Bach. Cornejo Quincho Vladimir

AGRADECIMIENTO

A mis familiares por creer en mí y depositar su confianza, en especial a mis padres por todo su esfuerzo desplegado durante este tiempo, gracias a eso y con su ayuda me dieron fuerzas para seguir adelante y de la misma manera se los dedico a todos quienes me apoyaron y creyeron, participaron en la realización de este trabajo de investigación.

Bach.Cornejo Quincho Vladimir

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**ING. CARLOS A. GONZALES ROJAS
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES
SECRETARIO DE DOCENTE**

INDICE

| | |
|--|------------|
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTO | V |
| HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | X |
| ÍNDICE DE TABLA | XI |
| ABSTRACT | XIV |
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| CAPÍTULO I..... | 17 |
| PROBLEMA DE LA INVESTIGACION..... | 17 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.2.1. Problema general | 17 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 18 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 1.3.1. Justificación practica..... | 18 |
| 1.3.2. Justificación científica | 18 |
| 1.3.3. Justificación metodológica..... | 18 |
| 1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 19 |
| 1.4.1. Delimitación espacial | 19 |
| 1.4.2. Delimitación temporal | 19 |
| 1.4.3. Delimitación económica..... | 19 |
| 1.5. LIMITACIONES | 19 |
| 1.6. OBJETIVOS | 19 |
| 1.6.1. Objetivo general..... | 19 |
| 1.6.2. Objetivos generales | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 21 |
| MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 21 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales..... | 21 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales..... | 22 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL | 24 |
| 2.2.1. Albañilería confinada: | 24 |
| 2.2.2. Norma E-070, (2006):..... | 25 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.3. | Unidades de albañilería utilizadas: | 26 |
| 2.2.4. | Muros portantes: | 28 |
| 2.2.5. | Esfuerzo axial máximo vs calidad del ladrillo | 28 |
| 2.2.6. | Espesor del muro | 29 |
| 2.2.7. | Densidad de muros de albañilería | 29 |
| 2.2.8. | Esfuerzo axial máximo | 30 |
| 2.2.9. | Elementos de confinamiento | 30 |
| 2.2.10. | Concepción estructural | 32 |
| 2.2.11. | Análisis estructural | 32 |
| 2.2.12. | Diseño estructural | 32 |
| 2.2.13. | Configuración sísmica | 32 |
| 2.2.14. | Tipo de fallas: | 33 |
| 2.3. | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS | 37 |
| 2.4. | HIPÓTESIS | 39 |
| 2.4.1. | Hipótesis general | 39 |
| 2.4.2. | Hipótesis específicas | 39 |
| 2.5. | VARIABLES: | 40 |
| 2.5.1. | Definición conceptual de las variables | 40 |
| 2.5.2. | Operacionalización de las variables | 40 |
| CAPÍTULO III | | 41 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | | 41 |
| 3.1. | MÉTODO DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 3.2. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 3.3. | NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 3.4. | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 42 |
| 3.5. | POBLACIÓN Y MUESTRA | 42 |
| 3.5.1. | Población | 42 |
| 3.5.2. | Muestra | 42 |
| 3.6. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 42 |
| 3.7. | TÉCNICAS E PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 43 |
| 3.7.1. | Técnicas de procesamiento de datos | 43 |
| 3.7.2. | Documentales (mediante el análisis documental) | 43 |
| 3.7.3. | Instrumentos | 43 |
| 3.8. | TÉCNICAS E PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 43 |
| 3.8.1. | Análisis de datos: | 44 |
| CAPÍTULO IV | | 45 |
| RESULTADOS | | 45 |
| 4.1. | GENERALIDADES | 45 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 4.1.1. | Ubicación de la zona de estudio: | 45 |
| 4.1.2. | Formato de evaluación visual rápida: | 45 |
| 4.2. | ÍNDICE DE VULNERABILIDAD: | 47 |
| 4.2.1. | Número de viviendas: | 47 |
| 4.2.2. | Tipo de sistema estructural: | 47 |
| 4.2.3. | Número de pisos:..... | 47 |
| 4.2.4. | Rango del índice de vulnerabilidad sísmica:..... | 48 |
| 4.3. | EVALUACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA: | 48 |
| 4.3.1. | Organización del sistema resistente: | 48 |
| 4.3.2. | Calidad del sistema sismorresistente:..... | 49 |
| 4.3.3. | Resistencia convencional: | 50 |
| 4.3.4. | Posición del edificio y cimentación: | 50 |
| 4.3.5. | Diafragmas horizontales: | 51 |
| 4.3.6. | Configuración en planta:..... | 52 |
| 4.3.7. | Configuración de elevación:..... | 52 |
| 4.3.8. | Separación máxima entre muros: | 53 |
| 4.3.9. | Tipos de cubierta: | 53 |
| 4.3.10. | Elementos no estructurales: | 54 |
| 4.3.11. | Estado de conservación:..... | 55 |
| 4.4. | REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL: | 57 |
| 4.4.1. | Análisis sísmico dinámico de la estructura existente: | 57 |
| 4.4.2. | Análisis sísmico dinámico de la estructura reforzada: | 67 |
| 4.5. | PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA HIPÓTESIS | 72 |
| 4.5.1. | Definición de las hipótesis específicas a:..... | 72 |
| 4.5.2. | Definición de hipótesis específica b | 74 |
| 4.5.3. | Definición de hipótesis específica b | 75 |
| CAPÍTULO V | | 77 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | | 77 |
| 5.1. | DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS | 77 |
| 5.1.1. | Modos y periodo fundamental de vibración: | 77 |
| 5.1.2. | Desplazamientos laterales:..... | 79 |
| 5.1.3. | Efectos de torsión: | 80 |
| 5.1.4. | Desplazamientos laterales:..... | 83 |
| 5.1.5. | Efectos de torsión: | 84 |
| CONCLUSIONES | | 86 |
| RECOMENDACIONES | | 87 |
| BILIOGRAFIA..... | | 88 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| ANEXOS | 90 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA | 92 |
| PLANO | 96 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: <i>Proceso constructivo de vivienda de albañilería confinada en Huancayo</i> | 24 |
| Figura 2: <i>Viviendas de albañilería confinada en la urbanización La Floresta</i> | 25 |
| Figura 3: <i>Ladrillo con vacíos menor al 30%</i> | 26 |
| Figura 4: <i>Ladrillo artesanal</i> | 27 |
| Figura 5: <i>Ladrillo pandereta</i> | 27 |
| Figura 6: <i>Formulas para calcular el espesor de muro</i> | 29 |
| Figura 7: <i>Albañilería confinada a las columnas</i> | 30 |
| Figura 8: <i>Preparado de concreto y vaciado de losa</i> | 31 |
| Figura 9: <i>Muro con grieta diagonal</i> | 34 |
| Figura 10: <i>Muro con grietas en las dos diagonales</i> | 34 |
| Figura 11: <i>Muro con falla por flexión</i> | 35 |
| Figura 12: <i>Falla por flexión en muros de albañilería</i> | 36 |
| Figura 13: <i>Grieta en muro por asentamiento diferencial</i> | 36 |
| Figura 14: <i>Formato para la evaluación visual rápida</i> | 45 |
| Figura 15: <i>Estructura existente 1° nivel</i> | 57 |
| Figura 16: <i>Estructura existente 2° nivel</i> | 58 |
| Figura 17: <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i> | 60 |
| Figura 18: <i>Clasificación de suelos</i> | 60 |
| Figura 19: <i>Periodos T_p y T_L</i> | 61 |
| Figura 20: <i>Factor de ampliación sísmica</i> | 61 |
| Figura 21: <i>Sistemas estructurales</i> | 62 |
| Figura 22: <i>Espectro Pseudo-Aceleraciones</i> | 62 |
| Figura 23: <i>Estructura existente 1° nivel en ETABS</i> | 63 |
| Figura 24: <i>Estructura existente 2° nivel en ETABS</i> | 64 |
| Figura 25: <i>Estructura existente en 3D</i> | 65 |
| Figura 26: <i>Estructura reforzada 1° nivel</i> | 67 |
| Figura 27: <i>Estructura reforzada 2° nivel</i> | 68 |
| Figura 28: <i>Estructura reforzada 1° nivel en ETABS</i> | 69 |
| Figura 29: <i>Estructura reforzada 2° nivel en ETABS</i> | 70 |
| Figura 30: <i>Estructura reforzada en 3D</i> | 70 |
| Figura 31: <i>Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica A y B</i> | 73 |
| Figura 32: <i>Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica c</i> | 75 |

| | |
|--|----|
| Figura 33: Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica c | 76 |
| Figura 34: Estructura existente 1° nivel..... | 77 |
| Figura 35: Estructura existente 2° nivel..... | 78 |
| Figura 36: Estructura reforzada 1° nivel..... | 81 |
| Figura 37: Estructura reforzada 2° nivel..... | 82 |

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de las variables | 40 |
| Tabla 2: Técnica y análisis de los datos | 44 |
| Tabla 3: Número de viviendas según el tipo de sistema estructural..... | 47 |
| Tabla 4: Número de pisos por vivienda..... | 47 |
| Tabla 5: Rango del índice de vulnerabilidad sísmica..... | 48 |
| Tabla 6: Clasificación según parámetro 1..... | 48 |
| Tabla 7: Clasificación según parámetro 2..... | 49 |
| Tabla 8: Clasificación según parámetro 3..... | 50 |
| Tabla 9: Clasificación según parámetro 4..... | 51 |
| Tabla 10: Clasificación según parámetro 5..... | 51 |
| Tabla 11: Clasificación según parámetro 6..... | 52 |
| Tabla 12: Clasificación según parámetro 7..... | 52 |
| Tabla 13: Clasificación según parámetro 8..... | 53 |
| Tabla 14: Clasificación según parámetro 9..... | 54 |
| Tabla 15: Clasificación según parámetro 10..... | 54 |
| Tabla 16: Clasificación según parámetro 11..... | 55 |
| Tabla 17: Resumen de la evaluación de viviendas de albañilería confinada..... | 56 |
| Tabla 18: Porcentaje de viviendas vulnerables | 57 |
| Tabla 19: Parámetros de diseño..... | 62 |
| Tabla 20: Desplazamientos laterales estructura existente en X – X..... | 66 |
| Tabla 21: Desplazamientos laterales estructura existente en Y – Y..... | 66 |
| Tabla 22: Efecto de torsión estructura existente en X – X..... | 66 |
| Tabla 23: Efecto de torsión estructura existente en Y – Y..... | 67 |
| Tabla 24: Desplazamientos laterales estructura reforzada en X – X..... | 71 |
| Tabla 25: Desplazamientos laterales estructura reforzada en Y – Y..... | 71 |
| Tabla 26: Efecto de torsión estructura reforzada en X – X..... | 72 |
| Tabla 27: Efecto de torsión estructura reforzada en y – y..... | 72 |
| Tabla 28: Porcentaje de viviendas vulnerables | 77 |
| Tabla 29: Desplazamientos laterales estructura existente en X – X..... | 80 |
| Tabla 30: Desplazamientos laterales estructura existente en Y – Y..... | 80 |
| Tabla 31: Efecto de torsión estructura existente en X – X..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Tabla 32: Efecto de torsión estructura existente en Y – Y..... | 80 |
| Tabla 33: Desplazamientos laterales estructura reforzada en X – X..... | 83 |
| Tabla 34: Desplazamientos laterales estructura reforzada en Y – Y..... | 84 |
| Tabla 35: Efecto de torsión estructura reforzada en X – X..... | 84 |
| Tabla 36: Efecto de torsión estructura reforzada en Y – Y..... | 84 |

RESUMEN

La presente investigación se formula como problema general ¿ En que medida se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo? así mismo el objetivo general será: Establecer en que medida se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo. La hipótesis será: Existe una relación directa y significativa entre el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.

El método de la investigación es Científica, de tipo de investigación será Aplicado, de nivel descriptivo comparativo de diseño de investigación no experimental de corte transversal con la que respecta a la población, para la presente investigación la población correspondió a las 169 viviendas del centro poblado de Vilcacoto. y por último la muestra fue elegida por conveniencia por la cantidad de viviendas que permitieron realizar la investigación, su estudio es de 20 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el centro poblado de Vilcacoto.

La conclusión general: Se determinó el reforzamiento estructural de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto en cual consiste en muros de 25cm de ancho en forma de T, las cuales se deben plantear en los lugares que presentan poco refuerzo, esto nos ayuda a aumentar la rigidez de la estructura y a disminuir la excentricidad de los muros evitando los efectos de torsión en ambos sentidos.

Palabras claves: Albañilería confinada, apuntalamiento de muros, refuerzo estructural, viviendas autoconstruidas.

ABSTRACT

This research is formulated as a general problem. What is the relationship between structural reinforcement and self-built masonry houses confined in the city of Huancayo? Likewise, the general objective will be: Determine the relationship between structural reinforcement and self-built masonry houses confined in the city of Huancayo. The hypothesis will be: There is a direct and significant relationship between structural reinforcement and self-built masonry houses confined in the city of Huancayo.

The research method is Scientific, of the type of research it will be Applied, of a comparative descriptive level of non-experimental cross-sectional research design with respect to the population, for the present research the population corresponded to the 169 dwellings of the populated center of Vilcacoto. Finally, the sample was chosen for convenience due to the number of houses that allowed the investigation to be carried out. Their study is of 20 self-built masonry houses confined in the town of Vilcacoto.

The general conclusion: The structural reinforcement of the self-built houses of confined masonry of the Vilcacoto Annex was determined, which consists of 25 cm wide walls in the shape of a T, which should be raised in places that present little reinforcement, this helps us to increase the rigidity of the structure and to reduce the eccentricity of the walls avoiding the effects of torsion in both directions.

Keywords: Confined masonry, wall shoring, structural reinforcement, self-built houses.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación que se desarrolló tuvo como título: “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo”, en el mundo han sucedido y vienen sucediendo movimientos sísmicos de menores y mayores magnitudes los cuales han ocasionado pérdidas de vidas humanas, daños estructurales en edificaciones y mucha pérdida económica. el ultimo terremoto ocurrido en el Perú se registró el 15 de agosto del año 2007 en la ciudad de Pisco en el departamento de Ica, en el cual colapsaron muchas edificaciones ocasionando pérdidas de vidas humanas y económica, después de un estudio realizado por el estado peruano se determinó que el 85% de las edificaciones colapsadas correspondían a viviendas autoconstruidas que fueron ejecutadas por personal sin experiencia en lo criterios de sismorresistencia a los cuales comúnmente se les denomina con el nombre de maestros albañiles en la presente investigación se mostrara una propuesta de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

CAPITULO I PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA: Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.

CAPITULO II MARCO TEORICO: Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual.

CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION: Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio y técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

CAPITULO IV ANALISIS DE DATOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS: Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.

PARA EL CAPITULO V DISCUSION DE RESULTADOS: Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

Bach. Cornejo Quincho Vladimir

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

El 19 de agosto del año 2019 se registró un movimiento sísmico de III-IV de intensidad en la ciudad de Huancayo a las 12:37 horas de la madrugada, el cual ocasiono daños en viviendas autoconstruidas como agrietamiento de muros, ventanas rajadas, desborde de parapetos, etc. El centro poblado de Vilcacoto cuenta actualmente con 169 viviendas, las cuales en su mayoría fueron ejecutadas por maestros albañiles sin experiencia en los criterios de sismorresistencia.

Las viviendas autoconstruidas sin criterio de sismorresistencia pueden llegar a presentar fallas estructuras durante un movimiento sísmico como desplazamientos laterales excesivos, irregularidad torsional, grietas en los muros, etc., las cuales ocasionarían el colapso del inmueble produciendo pérdida de vidas humanas.

Como alternativa de solución al problema descrito se propone realizar una evaluación visual rápida aplicando el método de Benedetti – Petrini en las viviendas de albañilería confinada del centro poblado de Vilcacoto, con la finalidad de determinar el porcentaje de inmuebles que tengan una vulnerabilidad sísmica alta y posteriormente proponer un reforzamiento estructural el cual será evaluado con el software etabs aplicando las especificaciones estructurales de las normas correspondientes del Reglamento Nacional de Edificaciones. De esta manera podremos difundir la información de esta investigación a los propietarios de las viviendas que tengan una vulnerabilidad sísmica alta con la finalidad de realizar el reforzamiento estructural de sus inmuebles para estar prevenidos durante un movimiento sísmico y evitar la pérdida de vidas humanas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En que medida se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se relacionan los tipos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini?
- b) ¿Cómo se relacionan las propuestas de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta?
- c) ¿Cómo se relaciona el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación practica

Cuando se resuelva el porcentaje de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada del centro poblado de Vilcacoto se podrá plantear y analizar un reforzamiento estructural con el objetivo de difundir la información a los propietarios de las viviendas que tengan un alto grado de vulnerabilidad con la finalidad de reforzar sus viviendas antes de un movimiento sísmico y prevenir la pérdida de vidas humanas.

1.3.2. Justificación científica

Los datos recopilados y procesados servirán de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que engrandecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.3.3. Justificación metodológica

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en consideración las normas vigentes del reglamento de edificaciones del Perú y las normas vigentes como la E.030 y E.080, las cuales muestran todos los requerimientos propios y específicos de las construcciones propias de zona monumental de Huancayo. La presente investigación es de carácter metodológico ya que justifica la ejecución del proyecto de investigación por medio de instrumentos para recopilar información ínsitu y técnicas para analizar los datos que servirán para esta investigación

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

El estudio delimita espacialmente en el centro poblado de Vilcacoto distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.4.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la presente tesis fue realizada en los meses de setiembre del 2020 hasta enero del año 2021 haciendo 6 meses del proceso de la investigación.

1.4.3. Delimitación económica

Todos los gastos ocasionados para la ejecución de esta investigación fueron asumidos en su totalidad por el bachiller.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación es que no se encontraron poca información y participación de las familias donde se identificaron estas viviendas que fueron evaluadas, otra limitación sería que se encontró poca información del tema en nuestro entorno por lo que se recurrió a bibliografía extranjera y encontrar gran diferencia nuestra norma técnica peruana.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Establecer en qué medida se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.

1.6.2. Objetivos generales

- a) Analizar cómo se relaciona el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.
- b) Analizar cómo se relaciona la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

- c) Analizar cómo se relaciona el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) **Ángelo, (2011)** realizó la investigación “Caracterización y diagnóstico sísmico de las viviendas sociales de albañilería de la ciudad Arica” en la Universidad Nacional de Chile, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. El objetivo principal es analizar la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería reforzada, utilizando metodologías como la densidad de muros establecido por R. Mell. Alvaro, C. (2007), a inicios del siglo XX se inició el estudio de la vulnerabilidad sísmica, como consecuencia de los sismos severos a nivel mundial que ocasiono daños devastadores ocasionando pérdidas humanas y materiales. Por esta razón se empieza a realizar estudios sobre los daños producidos en las viviendas, donde se propone plantear soluciones para mitigar los daños a consecuencias de un sismo severo a futuro. Donde se da el comienzo a las primeras teorías de ingeniería sísmica en USA y Japón. Apareciendo los primeros métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica la cual se denomina método Screening.
- b) **Farfán y Diaz, (2009)** realizaron la investigación “La vulnerabilidad sísmica estructural se estudió en esta tesis un sector de la zona 12 de la ciudad de Guatemala” en la Universidad Nacional de Guatemala, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La finalidad principal es determinar el grado de vulnerabilidad sísmica utilizando métodos rápidos en este caso de manera visual de las edificaciones en el sector de la zona 12, teniendo como propósito calcular las pérdidas materiales y humanas.
- c) **Natali, (2011)** realizó la investigación “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales y evaluación preliminar de RIESGO sísmico en región metropolitana” en la Universidad Nacional de Chile, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. la finalidad principal es determinar el riesgo sísmico, para ello se tomó como muestra las construcciones de edificaciones realizadas

del año 1980 hasta 2001 para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural. La metodología utilizada fue la asignación de clases de vulnerabilidad y la propuesta por Meli (1991).

- d) **Andrés, (2013)** realizó la investigación “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de edificios del centro de Bogotá utilizando el método del índice de vulnerabilidad” en la Universidad Nacional de Colombia, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. El estudio se realizó en Bogotá a ocho edificaciones situadas en la zona céntrica de Bogotá, para seleccionar los edificios se tomaron puntos importantes como la irregularidad en altura y planta, también se tomó en consideración el número de habitantes que habitan en las edificaciones, se utilizó el método del índice de vulnerabilidad propuesto por la NSR-10.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) **Laucata, (2013)** realizó la investigación “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de informales en la ciudad de Trujillo” en la Universidad Nacional de Trujillo, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Su principal objetivo es disminuir la vulnerabilidad sísmica en las viviendas construidas con estructura de albañilería confinada de forma informal de la ciudad de Trujillo, para realizar la investigación se utilizaron formatos técnicos como fichas reporte y fichas encuestas, en estos formatos se adquieren información importante de los tipos de estructuras y sus características principales, para de esta manera tener un análisis previo de cómo se realizaron las autoconstrucciones de las viviendas. En el presente estudio se tomó como muestra 30 viviendas y que se logró obtener como resultado una vulnerabilidad alta.
- b) **Flores, (2002)** realizó la investigación “Diagnostico Preliminar de la vulnerabilidad sísmica de los autoconstrucciones en Lima” en la Universidad Nacional de Ingeniería con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. el diagnóstico es mostrar las

propiedades estructurales de las viviendas que se realizaron mediante el autoconstrucción de los distritos de Carabayllo y Villa el Salvador. Determinando las causas propias y externas de las viviendas. Determinando el grado de vulnerabilidad sísmica y realizando estimaciones de los posibles daños que pueda causar en las viviendas un sismo severo. Se realizó trabajos de campo para el desarrollo de la investigación realizando encuestas mediante fichas encuesta a las viviendas autoconstruidas. Para los trabajos de gabinete se utilizó las diversas normas siendo la principal el RNE y también las diversas investigaciones que se realizaron en diversas universidades en el país sobre albañilería confinada y vulnerabilidad. El principal objetivo de esta investigación es para tener en conocimiento como se viene ejecutando los autoconstrucciones en nuestro país.

- c) **Bazán, (2007)** realizó la investigación “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca en la Universidad Nacional de Cajamarca con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La principal finalidad es comprender y examinar las propiedades técnicas de las edificaciones de la ciudad de 25 Cajamarca, en la investigación se realizó el estudio de 120 viviendas construidas y 18 viviendas en construcción. En el trabajo de campo se realizó encuestas mediante un formato denominado ficha encuesta, se recopila información técnica de las viviendas, para la elección de las viviendas se tomó en consideración la estructura que prevalece en la zona en este caso de albañilería confinada. Realizado el trabajo de campo se prosigue con el desarrollo de la información que se realiza mediante la Ficha Reporte que determina qué nivel de vulnerabilidad tienen las viviendas en estudio. Como resultado del estudio se concluye que de las 120 viviendas encuestadas el 65% presentan vulnerabilidad alta, resultado que indica que el grado de vulnerabilidad es considerable en los autoconstrucciones en la ciudad de Cajamarca.
- d) **Palomino, (2010)** realizó la investigación “Vulnerabilidad Sísmica de centros educativos del distrito de breña y reforzamiento del C.E.

señor de los milagros” en la Universidad Nacional de ingeniería con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La evaluación de estructuras que presentan vulnerabilidad sísmica se realizó mediante el método inicial japonés y el ATC-21. Para el estudio se aplicó la ficha de evaluación ATC-21, utilizando el programa ETABS para el análisis de las estructuras. Teniendo como resultado que la edificación es vulnerable ante un sismo, proponiendo un reforzamiento de la estructura para luego ser analizado nuevamente.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Albañilería confinada:

La albañilería confinada como sistema constructivo, es el resultado de superponer ladrillos (unidades de albañilería) adheridas por mortero, creándose un conjunto monolítico llamado muro. La cual es confinado por elementos de concreto armado en sus cuatros bordes para mejorar su resistencia frente a los eventos sísmicos.

Figura 1: *Proceso constructivo de vivienda de albañilería confinada en Huancayo.*



Fuente: Elaboración propia.

La albañilería confinada es un sistema estructural compuesto por ladrillos de arcilla cocida unidas o asentadas con mortero y enmarcados por columnas de confinamiento y vigas soleras de concreto armado. Los muros confinados son los elementos estructurales de las viviendas que soportaran cargas de gravedad y las fuerzas horizontales que producen los sismos.

Figura 2: Viviendas de albañilería confinada en la urbanización La Floresta.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Norma E-070, (2006):

La albañilería confinada es diseñada bajo los parámetros de esta Norma, según el Artículo 3.3 define como albañilería reforzada con elementos de concreto armado en sus cuatro bordes, vaciado después de la construcción de la albañilería, considerando la cimentación de concreto en el primer nivel como confinamiento horizontal. Se consideran muros estructurales aquellos que superen la longitud de 1.20 m, como contribuyentes a la resistencia y rigidez. (Norma E-030, 2016).

2.2.2.1. Unidad de albañilería (Ladrillos):

La (Norma técnica de edificaciones E-070, de albañilería 2006) define: bloques de concreto o sillicos calcáreos con configuraciones sólido, huecas o alveolares. Y ladrillos de arcilla cocida, las propiedades físicas y mecánicas difieren de acuerdo al material Siendo las siguientes.

➤ Resistencia a la compresión axial:

Una de las propiedades más importante de la unidad de albañilería (ladrillo), es la compresión, variando de 50 a 180 kg/cm², según la norma técnica de edificaciones E-070 albañilería. Siendo los ladrillos industriales, con mayor resistencia a la compresión que sus similares de fabricación artesanal.

➤ Geometría (variación dimensional):

Se refiere a la uniformidad dimensional de las unidades de la albañilería, ya que la deficiencia de esta llevara a aumentar el espesor del mortero en

las juntas conllevando a un muro estructural de menor resistencia a la compresión.

➤ Alabeo:

Alabeo (concauidad o convexidad del ladrillo) cuando mayor es el alabeo conlleva a utilizar un espesor mayor de las juntas de mortero entre hiladas, disminuyendo su resistencia, y formándose vacíos en las zonas más cóncavas, que producirán fallas en la albañilería.

➤ Succión de las unidades:

El grado de succión dependerá de la porosidad de la unidad de albañilería, es necesario conocer la succión para una adecuada adherencia de las unidades en la cara de asiento, puesto que unidades con demasiada succión tomara el agua del mortero, impidiendo la adherencia con la siguiente unidad.

➤ Eflorescencia:

Es la formación de polvo de sales solubles en la superficie de los muros de albañilería (ladrillos) durante el proceso de secado, es necesario la prevención y el tratamiento adecuado para mantener las características físicas mecánicas de los muros de ladrillo.

➤ Mortero:

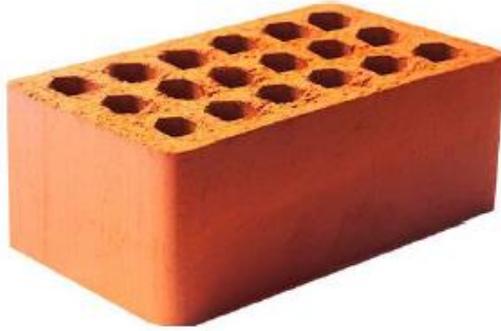
Es un adherente para pegar las unidades de albañilería (ladrillos), su función principal es unir los ladrillos a través de las juntas verticales y horizontales y que estos no deben ser mayor de 1.5 cm, los componentes son: cemento, arena gruesa, agua potable.

2.2.3. Unidades de albañilería utilizadas:

2.2.3.1. Ladrillos huecos (kk industrial):

La particularidad de estos ladrillos que los huecos están perpendicularmente a la superficie de asiento, y el área bruta del porcentaje vacíos debería ser menor al 30% para construir muros estructurales.

Figura 3: Ladrillo con vacíos menor al 30%

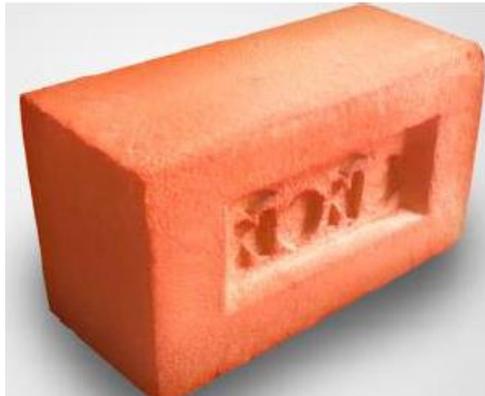


Fuente: Fabricante.

2.2.3.2. Ladrillos solido o macizo:

Estos ladrillos no tienen orificios y son fabricados artesanalmente en la actualidad, su resistencia a la compresión es muy limitada.

Figura 4: Ladrillo artesanal



Fuente: Fabricante.

2.2.3.3. Ladrillos tubulares (pandereta)

Estos ladrillos tienen sus orificios paralelos a la cara de asiento, y solo deben ser usados como muros divisorios (tabiques).

Para San Bartolomé et. (s/f) en la investigación titulado: “reforzamiento de viviendas existentes hechas con ladrillos pandereta”. “los ensayos dieron como resultado a la compresión axial de las pilas de albañilería ($f'm = 24 \text{ kg/cm}^2$) muy por debajo de lo establecido por la norma técnica de edificaciones E-070, descartándose usar el ladrillo pandereta para la construcción de muros portantes”

Figura 5: Ladrillo pandereta



Fuente: Fabricante.

2.2.4. Muros portantes:

Es el muro diseñado y construido para transmitir cargas sísmicas y de gravedad hacia la cimentación, los muros compondrán el soporte principal de la estructura de albañilería confinada se recomienda la continuidad vertical. Las recomendaciones de la norma E-070 para la construcción de muros portantes:

- Construcción del muro a plomo y en línea.
- Espesor de la junta de mortero entre las filas de ladrillos, debe ser mínimo de 1 cm, como máximo 1.5 cm
- Continuidad vertical del muro, hasta la cimentación.
- Para ser considerado estructural deberá tener una longitud mínima de 1.20 m
- Longitudes uniformes en cada dirección necesariamente.
- La resistencia del concreto a compresión será como mínimo 175 kg/cm²
- En las columnas de confinamiento el concreto se vaciará posterior al muro construido.

2.2.5. Esfuerzo axial máximo vs calidad del ladrillo

El diseño de edificaciones de albañilería confinada tres son los conceptos importantes que tenemos que verificar, antes de iniciar el proceso de análisis estructural son:

- Elección del espesor de muro.

- Densidad de muros en ambas direcciones.
- Cálculo de esfuerzo axial máximo.

$$\sigma_m \leq 0,2 f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right) \right]^2 \leq 0,15 fm$$

Analizando la expresión para calcular el esfuerzo axial, vemos que es directamente proporcional a la calidad de albañilería $f'm$, que a su vez dependerá de la resistencia a compresión del ladrillo $f'b$.

2.2.6. Espesor del muro

La norma técnica de edificaciones E-070 de albañilería (2006) indica: “El espesor efectivo (t) del muro en construcción, será sin considerar el tarrajeo, y el (t) mínimo para muros portantes será calculado por la siguiente formula”:

Figura 6: Formulas para calcular el espesor de muro

| Espesor (t) | Zonas sísmicas |
|-----------------------|----------------|
| $t \geq \frac{h}{20}$ | 2,3,4 |
| $t \geq \frac{h}{25}$ | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

H: Altura de muro (m).

2.2.7. Densidad de muros de albañilería

La densidad de muros en ambas direcciones tiene que ser similares, Para un adecuado comportamiento estructural, los muros confinados son los elementos estructurales que resisten a la acción de los movimientos sísmicos.

La acción sísmica es bastante impredecible, por lo tanto, se necesita remarcar a las viviendas, con suficientes muros en las dos direcciones (dirección paralela y perpendicular a la fachada). De esta manera lograr una estructura resistente y con mayor rigidez.

$$\frac{\text{Sumatoria longitud de muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum l \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

2.2.8. Esfuerzo axial máximo

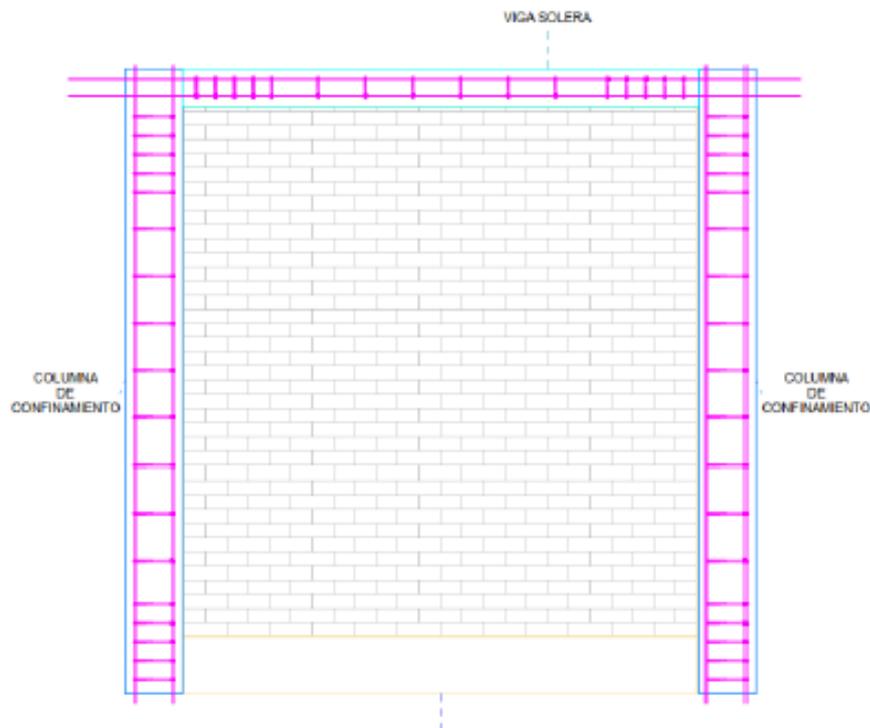
Esfuerzo máximo admisible originados por las cargas de gravedad en cada muro, debe ser igual o mayor al esfuerzo actuante.

$$\sigma_m \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right) \right]^2 \leq 0.15 f_m$$

2.2.9. Elementos de confinamiento

Elementos que enmarcan los cuatro bordes del muro, por concreto armado, (columnas y vigas soleras), encargados de otorgar ductilidad a los muros estructurales soportando las fuerzas que produce el evento sísmico y también las cargas de gravedad.

Figura 7: Albañilería confinada a las columnas.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.9.1. Columnas:

Elementos de concreto armado verticales construidas posterior a la construcción de los muros, Las columnas de confinamiento ayuda a la

resistencia de los muros absorbiendo una fracción de las cargas de sismo y gravedad proporcionando ductilidad a los muros, mejorando la resistencia a flexión de los muros, cuando las cargas mencionadas actúan en el plano del muro o perpendicular a este.

2.2.9.2. Vigas soleras:

Son elementos de concreto armado horizontales construidos sobre el muro de albañilería, estos elementos reciben y transmiten las cargas verticales y horizontales y son construidas paralelamente con la losa aligerada.

Según Quiroz Peche (2015), en su tesis titulado evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistema aporticado y de albañilería confinada, para optar el título de ingeniero civil, concluye:

De las 11 muestras ensayadas se comprobó la deficiente resistencia del concreto, las pruebas dieron como resultados la resistencia promedio del concreto de 110kg/cm^2 , y una resistencia mínima de 73kg/cm^2 , referenciando al concreto usado en columnas y vigas. (Quiroz Peche, 2015, p.76).

Figura 8: Preparado de concreto y vaciado de losa.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.10. Concepción estructural

Consiste en determinar las características estructurales ya sea su ubicación y forma de los elementos resistentes como se realiza en sistemas de albañilería confinada donde se plantea la distribución de muros en las dos direcciones y unidas en cada entrepiso por losas que se consideran como diafragmas rígidos. En este sistema los muros confinados resisten cargas de gravedad y fuerzas horizontales producidas por el sismo.

2.2.11. Análisis estructural

Determinaremos mediante este análisis los esfuerzos y deformaciones al que estará sometida la estructura, este proceso mecánico se realiza con programas de modelación estructural, que existen en el mercado, para este proyecto se realizó la modelación con el programa Etabs 2016. Sin embargo, el programa no garantiza que los resultados sean fiables esto dependerá de una buena estructuración y el correcto ingreso de datos para obtener un resultado aceptable para concluir con el diseño estructural.

2.2.12. Diseño estructural

En esta última etapa se determinan la resistencia de la unidad de albañilería, la geometría y el acero de los elementos estructurales, para expresarlos en planos y memorias de cálculo para el correcto proceso constructivo.

2.2.13. Configuración sísmica

Criterios que se deben tener en cuenta y lograr estructuras sismo resistentes:

2.2.13.1. Simplicidad Y Simetría

Una de las ventajas de las estructuras simples es su buen comportamiento frente a los eventos sísmicos, la habilidad de idealización de estructuras simples es mayor que de las estructuras complejas. Para evitar los efectos de torsión siempre se busca idealizar estructuras simétricas.

2.2.13.2. La Geometría del edificio en Elevación:

La norma técnica de edificaciones E-070, albañilería, artículo 27 (2006) limita a las edificaciones de albañilería confinada a 15 m o 5 pisos en

elevación. Por lo tanto, evitar estructuras esbeltas, y tener una relación (h/a = 3 o 4) siendo:

h= alto del edificio

a=ancho del edificio

2.2.13.3. Discontinuidad de Elementos Estructurales:

Los elementos estructurales de la albañilería confinada deben ser continuos en todos los pisos, es decir que los muros estructurales deben ser continuos desde el primer hasta el último piso y transmitir las cargas hacia la cimentación, de esa manera evitar cambios de rigidez en la estructura, volviéndolos vulnerable a frente a un evento sísmico.

2.2.13.4. Rigidez Lateral

Según abanto (2017) Las fuerzas laterales en las distintas direcciones de la estructura se producen desplazamiento por lo tanto se debe tener muros en cantidades suficientes para rigidizar lateralmente (p. 171).

2.2.13.5. Piso blando

Según abanto (2017) El piso blando se refiere a la discontinuidad de la resistencia y rigidez en altura, y esta irregularidad se vuelve más crítico cuando se ubica en el primer piso de la edificación situación que genera fallas estructurales durante el terremoto (p. 171).

2.2.13.6. Losas como diafragmas rígidos

Norma E-070 (2006) Son elementos delgados que se flexionan sin embargo ante cargas laterales se comportan como vigas de gran peralte distribuyendo las fuerzas sísmicas en cada nivel a todos los elementos estructurales verticales proporcional a su rigidez. Por lo tanto, se debe evitar aberturas desproporcionadas para mantener el principio de diafragma rígido y continuo.

2.2.14. Tipo de fallas:

Para Abanto, (2017) Las construcciones de albañilería confinada cuando son sometidas a fuerzas sísmicas presentan las siguientes fallas (p.226):

2.2.14.1. Falla por corte:

Un muro confinado sometido a una fuerza horizontal idealizando estas fuerzas como una carga diagonal concentrada, en este estado el muro solo sufrirá deformaciones por cortante y esto puede generar dos posibles fallas, por compresión o una grieta a lo largo de la diagonal dentro del marco de los elementos de confinamiento. Siendo la falla por compresión debido al uso de materiales de baja resistencia a la compresión de los muros estructurales, o cuando estos muros son muy esbeltos.

Figura 9: Muro con grieta diagonal.



Fuente: pucp.edu.pe/albañilería.

Las fallas de grieta diagonal también pueden ser de dos tipos: el primero puede ser una grieta de tracción diagonal y el segundo de agrietamiento diagonal. La acción de la fuerza sísmica actuando en las dos direcciones producirá las grietas a lo largo de las dos diagonales.

Figura 10: Muro con grietas en las dos diagonales.



Fuente: pucp.edu.pe/albañilería.

2.2.14.2. Falla por flexión

En este tipo de fallas se analiza en el plano donde actúa la fuerza, y serán las siguientes:

- Falla por flexión en el plano del muro

Este defecto se manifiesta cuando el muro carece de elementos de borde de concreto armado dificultando su desplazamiento vertical en la parte superior del elemento lo cual produce momentos flexionantes que serán determinantes en este tipo de falla, ya que la albañilería es un material rígido y por lo tanto la resistencia a la tracción es mínima, por eso se hace necesario confinar con elementos de concreto armado para reducir los esfuerzos generados por las fuerzas externas.

Figura 11: Muro con falla por flexión.

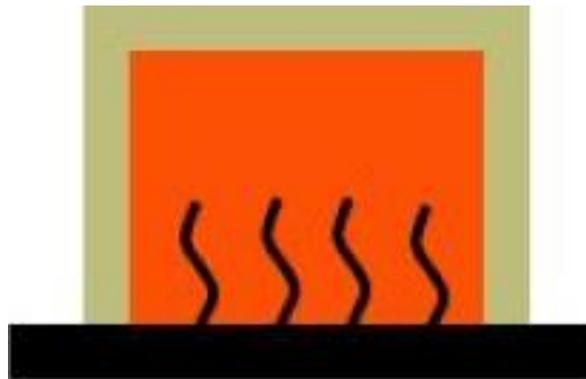


Fuente: pucp.edu.pe/albañilería.

➤ Falla por flexión perpendicular al plano del muro

La poca inercia del muro en el sentido y la falta o deficiente arriostre superior condiciona este tipo de falla, al vibrar los muros como membranas frente a la fuerza sísmica restringen sus movimientos principalmente en los muros ortogonales, y producto de la vibración se producen esfuerzos de tracción y compresión en ambas caras del muro, produciéndose grietas verticales por eso es necesario la colocación de vigas soleras o collar.

Figura 12: Falla por flexión en muros de albañilería.



Fuente: pucp.edu.pe/albañilería.

➤ Falla por asentamiento diferencial

Si la capacidad portante del suelo es muy mala se presenta asentamiento que puede ser local o total y en un evento sísmico debido a la vibración del suelo puede ocurrir esta falla, presentando una forma típica de una grieta vertical a todo lo alto del muro.

Figura 13: Grieta en muro por asentamiento diferencial.



Fuente: pucp.edu.pe/albañilería.

2.3. Definición de términos

- **Albañilería o mampostería:** Material que pueden ser estructural, y está compuesto por ladrillos, asentadas con mortero.
- **Autoconstrucción:** Para Garay & Quispe (2016) define, “El autoconstrucción como la práctica de edificar una vivienda por el mismo propietario, producto de las limitaciones económicas construyendo sin el apoyo de profesionales en la construcción. Por lo general los propietarios del predio son apoyados por sus familiares para asumir los gastos de construcción, Generalmente contrataran personas basados en su experiencia sin ningún conocimiento técnico llamados maestros de obra”. (P.12).
- **Altura efectiva:** Distancia vertical libre entre las vigas soleras y elementos horizontales.
- **Centro de masa:** Es el punto geométrico en el cual se presume se concentra la masa en cada uno de los pisos.
- **Centro de rigidez:** Punto teórico en planta de la edificación donde se aplica una fuerza cortante horizontal, produciendo traslación.
- **Factor de amplificación sísmica ϕ :** Factor que amplifica la respuesta estructural, respecto a la aceleración en el suelo.
- **Comportamiento estructural:** Análisis de una edificación para encontrar fuerzas y momentos internos originados por cargas de gravedad y sismo (vertical y horizontal) y posteriormente evaluar el grado de vulnerabilidad ante las fallas funcionales.
- **Cortante basal:** Abanto. (2017,). En su texto análisis y diseño de edificaciones de albañilería Refiere: La fuerza cortante en la altura de la edificación distribuidas como fuerzas sísmicas horizontales en la base (fuerzas inerciales) (p.239).
- **Derivas:** Desplazamiento máximo relativo de entrepiso, y debiendo no exceder una fracción de la altura del entrepiso de la edificación.
- **Desplazamiento:** Movimiento generado por diversas fuerzas que actúan sobre una estructura.
- **Diafragma rígido:** La losa aligerada se considera como diafragma rígido y que esta distribuye las fuerzas hacia los muros de albañilería que son

los elementos resistentes de este sistema estructural, Considerando su desplazamiento en las dos direcciones grandes debido a su alta rigidez.

- **Ductilidad:** Propiedad por la cual los materiales tienen la capacidad de deformarse por acción de una fuerza externa y regresar a su estado inicial.
- **Espesor efectivo (t):** Es el espesor del muro sin tarrajear u otros revestimientos.
- **Fallas estructurales:** Colapso en el cual la estructura se rompe parcial o totalmente, debido a la mala estructuración, mala calidad de los materiales o al proceso constructivo deficiente (autoconstrucción).
- **Hilada, fila de muro construido:** Que se compone por ladrillos y una capa de mortero.
- **Junta de mortero:** Separación vertical y horizontal rellenas con mortero, entre las unidades de albañilería.
- **Irregular:** Se refiere cuando la estructura de una edificación sufre cambios en su rigidez, masa y altura.
- **Momento de Inercia:** Es la oposición que presenta un elemento estructural a ser rotado.
- **Parámetros de diseño:** Son indicadores que permiten reconocer en el sistema, elementos estructurales, correspondiendo valores numéricos a cada unidad.
- **Periodo:** Tiempo en el cual una estructura completa un ciclo de vibración (ida y vuelta de la estructura).
- **Reforzamiento:** Técnica y utilización de varios materiales, con el objetivo de mejorar la resistencia o rigidez de un elemento estructural para prevenir los posibles daños durante su vida útil de la estructura.
- **Resistencia:** Capacidad de una estructura a soportar fuerzas externas sin romperse, deformarse o sufrir daños.
- **Rigidez:** Es la “resistencia de un elemento a ser” deformado.
- **Rotura:** Máxima tensión de un material que soporta al ser traccionado, instante en la que el elemento comienza a contraer su sección transversal significativamente.

- **Sismo Severo:** Según la Norma técnica de edificaciones E.030 (1997) refiere: MM o MSK =IX “Diseño Sismoresistente, utilizando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica $R=3$ ”.
- **Sismo Moderado:** Norma técnica E.070 (2009) Es equivalente a la mitad de los valores causados por el sismo severo $R=6$.
- **Succión:** Tolerancia de la unidad de albañilería de absorber agua.
- **Tabique:** Muros no estructurales, que se usan para el divisorio de ambientes.
- **Unidad de Albañilería:** Se considera a los ladrillos de arcilla, bloques de concreto simple, ladrillos de sílice cal, pueden ser sólidas, huecas, alveolar o tubulares.
- **Unidad de albañilería sólida:** Ladrillos de arcilla donde la sección transversal y el plano paralelo a la cara de asiento tendrá un área de asiento $\geq 70\%$ del área bruta.
- **Unidad de albañilería hueca:** Ladrillos de arcilla, considerando el área neta (cara de asiento) menor al 70 % del área bruta.
- **Unidades tubulares:** Son las unidades que tienen los huecos paralelos a la cara de asiento, como son los ladrillos panderetas.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Existe una relación directa y significativa entre el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.
- b) Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

- c) Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (Y): Reforzamiento estructural, está dirigido a incrementar la capacidad de carga y serviciabilidad de una estructura. Se realiza cuando existen nuevas solicitudes como errores en el diseño o defectuosa mano de obra durante el proceso constructivo.

Variable dependiente (X): Viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, son construcciones que carecen de un asesoramiento técnico para la elaboración de los planos, adquisición de materiales y el proceso de construcción de la misma.

2.5.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables

| TIPO DE VARIABLE | NOMBRE DE LA VARIABLE | INDICADORES |
|------------------------|--|---|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | Reforzamiento estructural | 1. Apuntalamiento. 2. Muros portantes |
| VARIABLE DEPENDIENTE | Viviendas autoconstruidas de albañilería confinada | 1. Criterio sísmico. 2. Material idóneo. |

Fuente: propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según, (Rodríguez Moguel, 2005) el método de la investigación es científica porque actúan sobre ella varios conjuntos de procesos sistematizados, la hipótesis es un dispositivo más significativo.

Este método de investigación permitirá hacer un diagnóstico comparativo del reforzamiento estructural de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada con los parámetros normados, para así tomar medidas correctivas en las construcciones de albañilería confinada.

El método utilizado para llevar a cabo este estudio es el **científico**.

3.2. Tipo de investigación

Según, (Carrasco Díaz, 2006) la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. Se debe llevar a cabo de manera cuidadosa y organizada. Uno de los propósitos de esta investigación es resolver problemas en el caso de la investigación aplicada (p.43).

Al utilizar este tipo de investigación, este nos dará como resultado datos numéricos los cuales se evaluarán con los parámetros establecidos para este tipo de condición estructural.

El tipo de investigación corresponde a un enfoque **aplicado**.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación empleado será descriptivo comparativo, porque el nivel descriptivo comparativo busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de una comparación entre una investigación.

Se llevará a cabo iniciando con las pruebas o ensayos necesarios para el reforzamiento estructural, para después ser evaluados mediante una comparación de estos mismos con los parámetros ya establecidos para que sean viables.

El nivel de investigación es **explicativo**.

3.4. Diseño de Investigación

Según (Hernandez Sampieri, 2010) manifiesta que el diseño experimental puede abarcar una o más variables independientes y una o más dependientes.

El diseño metodológico por naturaleza del estudio es **experimental**.

Considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema.

OE → RE → XP → CE → RE

Donde:

OE = Objeto de estudio

RE = Reforzamiento estructural

XP = Albañilería confinada

CE = Condición estructural

RE = Resultados y conclusiones

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para la presente investigación la población corresponde a las 169 viviendas del centro poblado de Vilcacoto.

3.5.2. Muestra

Para el estudio de esta investigación la muestra será por conveniencia donde por factores del acceso a la información se eligió de 20 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el centro poblado de Vilcacoto.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las características serán obtenidas directamente de cada vivienda, para lo cual se elaborará un formato de recolección de datos con los parámetros de evaluación de Benedetti – Petrini.

3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Técnicas de procesamiento de datos

Se utilizará los planos de arquitectura y estructura de la vivienda multifamiliar Los Lirios, posteriormente se realizará un estudio de mecánica de suelos y por último se determinará los factores sísmicos para un análisis modal espectral según la norma E.030 del Reglamento nacional de Edificaciones.

3.7.2. Documentales (mediante el análisis documental)

Las técnicas para la recolección de información son mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación”, entre otros documentos que tuvo relación con mi investigación.

3.7.3. Instrumentos

Están constituidos por todos aquellos objetos instrumentales físicos que permiten obtener y recoger datos e impresiones de los hechos y fenómenos de la realidad, En esta investigación fue muy importante determinar el instrumento de evaluación, la información será recogida mediante una ficha técnica y teniendo en cuenta las observaciones en campo anotando los datos en las fichas.

3.8. Técnicas e procesamiento y análisis de datos

Los resultados obtenidos en la recolección de datos serán analizados de la siguiente manera:

- Procesamiento de datos generado por el análisis de fuerzas dinámicas en modal espectral de la vivienda multifamiliar Los Lirios en su estado actual.
- Procesamiento de datos generado por el análisis de fuerzas dinámicas en modal espectral de la vivienda multifamiliar los lirios ampliada a cinco niveles.

3.8.1. Análisis de datos:

Las técnicas a emplearse serán la aplicación de instrumentos como encuestas, cuestionarios y análisis de campo que nos permitirán obtener datos de la unidad de análisis. Asimismo, se utilizará la estadística inferencial (Hipótesis Nula “H0” y la Hipótesis Alternativa “H1”), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$ con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos. Una vez obtenidos los datos, se procederá a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastará las hipótesis con las variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas. Al final se formularán las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro se presentan los elementos estadísticos a emplearse en el trabajo de suficiencia profesional:

Tabla 2: Técnica y análisis de los datos

| Nº | Estadígrafos | Fórmulas Estadísticas | Símbolos |
|----|---|---|--|
| 01 | Media Aritmética de los datos agrupados | $\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$ | \bar{x} = Media Aritmética X = Valor Central o Punto Medio de cada clase f = Frecuencia de cada clase $\sum f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias. |
| 02 | Desviación Estándar Muestral para datos agrupados | $S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$ | S = Desviación estándar muestral x = Punto medio de una clase f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra |

Fuente: propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades

4.1.1. Ubicación de la zona de estudio:

El proyecto corresponde al Anexo de Vilcacoto, el cual se encuentra ubicado en:

- Departamento: Junín
- Provincia: Huancayo
- Distrito: Huancayo
- Lugar: Anexo de Vilcacoto

4.1.2. Formato de evaluación visual rápida:

El método de Benedetti – Petrini consta de 11 parámetros de evaluación, los cuales nos ayudan a determinar si la estructura evaluada es vulnerable a los eventos sísmicos.

Para realizar la evaluación visual rápida de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto, se elaboró un formato con los 11 parámetros de evaluación requeridas por el método de Benedetti – Petrini el cual se muestra a continuación:

Figura 14: Formato para la evaluación visual rápida

| EVALUACION VISUAL RAPIDA (BENEDETTI - PETRINI) | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------------|---|-----------------|----------|------|
| NUMERO DE VIVIENDA: | | | EVALUADOR: | | | |
| FECHA: | | | SISTEMA ESTRUCTURAL: | | | |
| NOMBRE DE PARAMETRO | CONDICION DE CALIDAD | | | | Ki | Wi |
| 1.- ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE: | A | B | C | D | | 1.00 |
| 2.- CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE: | A | B | C | D | | 0.25 |
| 3.- RESISTENCIA CONVENCIONAL: | A | B | C | D | | 1.50 |
| | | | | | | |
| Numero de pisos (N): | | | Area total de muro resistente (Ay): | | | m2 |
| Resistencia al corte de mamposteria (Tk): | 18 | Tn/m2 | Relacion A/At (a _u): | | #### | |
| Area total construida en planta (At): | | m2 | Relacion Ax/Ay (α): | | #### | |
| Altura promedio de entrepisos (H): | | m | Peso de piso por unidad de area (q): | | #### | |
| Peso especifico de mamposteria (Pm): | 1.80 | Tn/m3 | Coefficiente sismico (C): | | #### | |
| Peso unidad de area de forjado (Ps): | 0.38 | Tn/m2 | Coefficiente sismico de referencia (c') | 0.35 | | |
| Area total de muro resistente (Ax): | | m2 | Factor de resistencia (∞): | | #### | |
| 4.- POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION: | A | B | C | D | | 0.75 |
| 5.- DIAFRAGMAS HORIZONTALES: | A | B | C | D | | 1.00 |
| 6.- CONFIGURACION DE PLANTA: | A | B | C | D | | 0.50 |
| Ancho en planta (a): | m | Ancho en planta (a): | m | Factor (β1): | | #### |
| Largo en planta (L): | m | Largo en planta (L): | m | Factor (β1): | | #### |
| 7.- CONFIGURACION DE ELEVACION | A | B | C | D | | 1.00 |
| ALTURA (T): | m | ALTURA (H): | m | Relacion (T/H): | #¡DIV/0! | |
| 8.- DISTANCIA MAXIMA ENTRE MUROS | A | B | C | D | | 0.25 |
| Espesor de muro (S): | m | Espaciamiento maximo (L): | m | Relacion (L/S): | | #### |
| 9.- TIPO DE CUBIERTA | A | B | C | D | | 1.00 |
| 10.- ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES | A | B | C | D | | 0.25 |
| 11.- ESTADO DE CONSERVACION: | A | B | C | D | | 1.00 |
| VULNERABILIDAD | IV | | % | | | |
| | 0 | | 0.00 | | | |
| | TIPO DE VULNERABILIDAD | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Índice de vulnerabilidad:

Para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica en el Método de Benedetti – Petrini es necesario aplicar el número de viviendas, tipo de sistema estructural y número de pisos.

4.2.1. Número de viviendas:

El anexo de Vilcacoto cuenta actualmente con un total de 169 viviendas según el censo realizado el año 2017, este valor se pudo comprobar en el campo el día 05 de noviembre de 2020.

4.2.2. Tipo de sistema estructural:

Las viviendas del Anexo de Vilcacoto están construidas con diferentes materiales, las cantidades según el tipo de sistema estructural se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3: Número de viviendas según el tipo de sistema estructural

| SISTEMA ESTRUCTURAL | CANTIDAD | PORCENTAJE (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Albañilería confinada | 20 | 11.83 |
| Albañilería no confinada | 52 | 30.77 |
| Adobe | 56 | 33.14 |
| Otros materiales | 41 | 24.26 |
| TOTAL | 169 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el Anexo de Vilcacoto cuenta con 20 viviendas de albañilería confinada, las cuales serán utilizadas como muestra para esta investigación.

4.2.3. Número de pisos:

Este es un factor importante para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, los cuales podemos observar a continuación:

Tabla 4: Número de pisos por vivienda

| descripción | CANTIDAD | PORCENTAJE (%) |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Alb. confinada de 1 piso | 9 | 5.33 |
| Alb. confinada de 2 pisos | 11 | 6.51 |
| Alb. no confinada de 1 piso | 30 | 17.75 |
| Alb. no confinada de 2 pisos | 22 | 13.02 |
| Adobe de 1 piso | 40 | 23.67 |
| Adobe de 2 pisos | 16 | 9.47 |

| | | |
|-----------------------------|------------|------------|
| Otros materiales de 1 piso | 41 | 24.26 |
| Otros materiales de 2 pisos | 0 | 0 |
| TOTAL | 169 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Rango del índice de vulnerabilidad sísmica:

Aplicando los criterios descritos anteriormente y añadiendo que las viviendas del Anexo de Vilcacoto no fueron construidas con materiales de buena calidad, se planteó un rango de índice de vulnerabilidad sísmica como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5: Rango del índice de vulnerabilidad sísmica

| ÍNDICE DE VULNERABILIDAD | RANGO ESTABLECIDO |
|---------------------------------|--------------------------|
| Vulnerabilidad baja | 0 – 80 |
| Vulnerabilidad media | 81 – 130 |
| Vulnerabilidad alta | 131 – 382.50 |

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Evaluación de las viviendas de albañilería confinada:

Como se describió anteriormente el número de viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto haciende a 20, las cuales fueron evaluadas mediante el método de Benedetti – Petrini, para esto se utilizó el formato de evaluación visual rápida elaborado propiamente y el rango del índice de vulnerabilidad sísmica.

4.3.1. Organización del sistema resistente:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. Edificio construido con las recomendaciones de la norma sismorresistente.
- B. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros.
- C. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.
- D. Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 6: Clasificación según parámetro 1

| CATEGORIA | N° DE LOTES |
|--------------|-------------|
| A | 0 |
| B | 12 |
| C | 7 |
| D | 1 |
| TOTAL | 20 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Calidad del sistema sismorresistente:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A.** El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:
 - a.** Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.
 - b.** Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería.
 - c.** Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm.
- 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.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 7: Clasificación según parámetro 2

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 0 | 0.00 |
| B | 10 | 50.00 |
| C | 9 | 45.00 |
| D | 1 | 5.00 |
| TOTAL | 20 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Resistencia convencional:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

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

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 8: Clasificación según parámetro 3

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 18 | 90.00 |
| B | 2 | 10.00 |
| C | 0 | 0.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.4. Posición del edificio y cimentación:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.
- 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%.
- 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%.
- D. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. El estudio de mecánica de suelos determino una capacidad portante de 0.83Kg/cm² el cual corresponde a un suelo intermedio de terreno suelto. En lo que se refiere a las pendientes, se pudo observar que son variables a lo largo de su área. En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 9: Clasificación según parámetro 4

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 2 | 10.00 |
| B | 12 | 60.00 |
| C | 6 | 30.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.5. Diafragmas horizontales:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A.** Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza que satisfacen las condiciones:
 - a.** Ausencia de planos a desnivel, y placas de concreto.
 - b.** La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - c.** 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 una de las condiciones pasadas
- C.** Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con dos de las condiciones pasadas.
- D.** Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 10: Clasificación según parámetro 5

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 3 | 15.00 |
| B | 13 | 65.00 |
| C | 3 | 15.00 |
| D | 1 | 5.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.6. Configuración en planta:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

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

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 11: Clasificación según parámetro 6

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 7 | 35.00 |
| B | 8 | 40.00 |
| C | 5 | 25.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.7. Configuración de elevación:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. Si $0.75 < T/H$
- B. Si $0.50 < T/H \leq 0.75$
- C. Si $0.25 < T/H \leq 0.50$
- D. Si $T/H \leq 0.25$

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 12: Clasificación según parámetro 7

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 1 | 5.00 |
| B | 0 | 0.00 |
| C | 0 | 0.00 |
| D | 19 | 95.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.8. Separación máxima entre muros:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. Si $L/S \leq 15$
- B. Si $15 < L/S \leq 18$
- C. Si $18 < L/S \leq 25$
- D. Si $25 < L/S$

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 13: Clasificación según parámetro 8

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 13 | 65.00 |
| B | 7 | 35.00 |
| C | 0 | 0.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.9. Tipos de cubierta:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. El edificio presenta las siguientes características:
 - a. Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido.
 - b. Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande.
 - c. Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.
- B. Edificio que no cumple una de las características presentada en la clase A.
- C. Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.

D. Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 14: Clasificación según parámetro 9

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 0 | 0.00 |
| B | 14 | 70.00 |
| C | 6 | 30.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.10. Elementos no estructurales:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- A. Edificio sin parapetos y sin cornisas.
- B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
- C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D. Edificio que presenta 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.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 15: Clasificación según parámetro 10

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 13 | 65.00 |
| B | 0 | 0.00 |
| C | 7 | 35.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

4.3.11. Estado de conservación:

Según el método de BENEDETTI – PETRINI, se considera lo siguiente:

- 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.

En la siguiente tabla observamos las viviendas según lo establecido en este parámetro:

Tabla 16: Clasificación según parámetro 11

| CATEGORIA | N° DE LOTES | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-------------|----------------|
| A | 1 | 5.00 |
| B | 8 | 40.00 |
| C | 11 | 55.00 |
| D | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

Los formatos de evaluación de las viviendas de albañilería confinada vienen adjuntas a esta investigación en los anexos. En las siguientes tablas se muestra la evaluación visual rápida de las viviendas de albañilería confinada del Anexo Vilcacoto de forma resumida:

Tabla 17: Resumen de la evaluación de viviendas de albañilería confinada

| TEM | P-1 | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | P-11 | IV | VULNERABILIDAD |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------|
| | 1.00 | 0.25 | 1.50 | 0.75 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.25 | 1.00 | 0.25 | 1.00 | | |
| V-1 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 | 5 | 45 | 5 | 15 | 0 | 25 | 126.25 | MEDIA |
| V-2 | 5 | 25 | 0 | 5 | 0 | 5 | 45 | 0 | 15 | 25 | 0 | 83.75 | MEDIA |
| V-3 | 5 | 25 | 0 | 5 | 5 | 5 | 45 | 0 | 15 | 0 | 25 | 107.50 | MEDIA |
| V-4 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 45 | 0 | 15 | 0 | 5 | 77.50 | BAJA |
| V-5 | 45 | 45 | 0 | 5 | 15 | 0 | 45 | 0 | 15 | 0 | 5 | 140.00 | ALTA |
| V-6 | 5 | 5 | 0 | 25 | 0 | 0 | 45 | 5 | 15 | 0 | 25 | 111.25 | MEDIA |
| V-7 | 5 | 5 | 0 | 25 | 5 | 5 | 45 | 5 | 15 | 0 | 25 | 118.75 | MEDIA |
| V-8 | 5 | 5 | 0 | 5 | 15 | 25 | 45 | 0 | 15 | 25 | 25 | 128.75 | MEDIA |
| V-9 | 5 | 25 | 0 | 5 | 5 | 5 | 45 | 0 | 15 | 25 | 25 | 113.75 | MEDIA |
| V-10 | 20 | 25 | 0 | 5 | 5 | 25 | 45 | 5 | 25 | 25 | 25 | 150.00 | ALTA |
| V-11 | 20 | 25 | 0 | 5 | 25 | 0 | 45 | 5 | 25 | 25 | 25 | 157.50 | ALTA |
| V-12 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 25 | 45 | 5 | 15 | 0 | 5 | 93.75 | MEDIA |
| V-13 | 20 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 45 | 5 | 15 | 25 | 5 | 98.75 | MEDIA |
| V-14 | 20 | 25 | 0 | 25 | 5 | 0 | 45 | 0 | 25 | 0 | 25 | 145.00 | ALTA |
| V-15 | 20 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 45 | 0 | 15 | 0 | 5 | 95.00 | MEDIA |
| V-16 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 45 | 0 | 15 | 0 | 5 | 76.25 | BAJA |
| V-17 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 5 | 45 | 0 | 25 | 0 | 25 | 140.00 | ALTA |
| V-18 | 20 | 25 | 0 | 25 | 15 | 25 | 0 | 0 | 15 | 25 | 25 | 118.75 | MEDIA |
| V-19 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 25 | 45 | 0 | 25 | 0 | 5 | 102.50 | MEDIA |
| V-20 | 20 | 25 | 0 | 5 | 5 | 5 | 45 | 0 | 25 | 0 | 5 | 112.50 | MEDIA |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18: Porcentaje de viviendas vulnerables

| VULNERABILIDAD | CANTIDAD DE VIVIENDAS | PORCENTAJE DE VIVIENDAS |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Baja | 2 | 10.00 |
| Media | 13 | 65.00 |
| Alta | 5 | 25.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar, el 10% de las viviendas del Anexo de Vilcacoto presentan una vulnerabilidad sísmica baja, el 65% presentan una vulnerabilidad sísmica media y el 25% presentan una vulnerabilidad sísmica alta.

4.4. Reforzamiento Estructural:

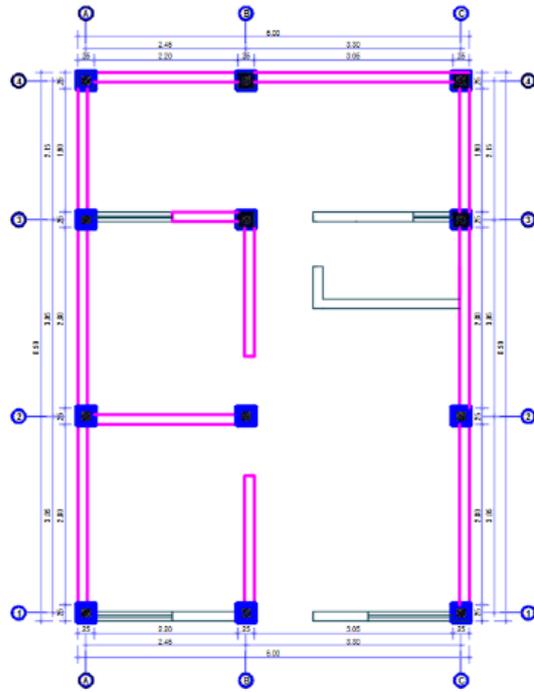
El reforzamiento estructural se realizará a todas las viviendas que presentan una vulnerabilidad sísmica alta.

Como ejemplo se tomó la vivienda N° 5 del cual se realizará un análisis sísmico dinámico con la finalidad de determinar el reforzamiento adecuado que requiere.

4.4.1. Análisis sísmico dinámico de la estructura existente:

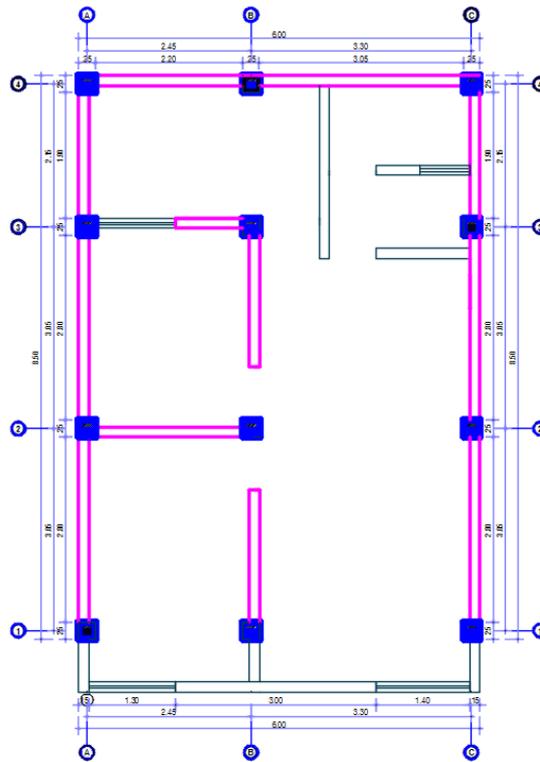
Como ejemplo se tomó la vivienda N° 5 del cual se realizará un análisis sísmico dinámico con la finalidad de determinar el reforzamiento adecuado que requiere.

Figura 15: Estructura existente 1° nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Estructura existente 2° nivel



Fuente: Elaboración propia.

A. Propiedades de los materiales:

a. Concreto:

- Resistencia a la compresión ($F'c$): 210 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 217370.65 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 2400 Kg/cm²
- Módulo de poisson: 0.20

b. Acero de refuerzo:

- Límite de fluencia (F_y): 4200 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 2100000 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 78450 Kg/cm²
- Módulo de poisson: 0.30

c. Albañilería:

- Resistencia de ladrillo (F_m): 65 Kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E): 32500 Kg/cm²
- Peso específico (γ_c): 1800 Kg/cm²
- Módulo de poisson: 0.25

B. Cargas verticales:

a. Carga muerta en pisos típicos:

- Losa aligerada: 300 kg/m²
- Acabados: 100 kg/m²

b. Carga viva en pisos típicos:

- Viviendas: 200 kg/m²
- Corredores y escaleras: 200 kg/m²

c. Carga muerta en azote:

- Aligerado: 300 kg/m²
- Parapeto: 270 kg/m

d. Carga viva en azotea:

- Viviendas: 100 kg/m²

C. Parámetros de diseño:

La norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones exige que se cumpla con los parámetros de diseño como son el factor de zona (Z), factor de uso (U), factor de ampliación sísmica ©, factor de ampliación de suelo (S), periodo largo (TL), periodo de plataforma (Tp) y el

coeficiente de reducción sísmica β , a continuación, determinamos cada uno de estos parámetros descritos:

a. Factor de zona (Z):

La vivienda se encuentra ubicado en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín que según la norma E.030 pertenece a la zona 3 del territorio nacional, por lo tanto, el factor de zona (Z) será igual a 0.35.

b. Factor de uso (U):

El inmueble corresponde a una vivienda unifamiliar y según la norma E.030 corresponde a la categoría C, por lo tanto, el factor de uso (U) será igual a 1.00.

c. Factor de ampliación de suelo (S):

Para determinar este factor fue necesario realizar un estudio de mecánica de suelos con la finalidad de obtener la capacidad portante del terreno el cual es igual a 0.83 Kg/cm².

Figura 17: Clasificación de los perfiles de suelo

| Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO | | | |
|--|--------------------------------|----------------|------------------|
| Perfil | \bar{V}_s | \bar{N}_{60} | S_u |
| S ₀ | > 1500 m/s | - | - |
| S ₁ | 500 m/s a 1500 m/s | > 50 | >100 kPa |
| S ₂ | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S ₃ | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S ₄ | Clasificación basada en el EMS | | |

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Según la figura anterior, el perfil de suelo se clasifica como S2 el cual corresponde a un suelo intermedio. Para determinar el factor de suelo S aplicamos la siguiente figura:

Figura 18: Clasificación de suelos

| Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ZONA \ SUELO | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Ya que nos encontramos en la zona 3 y tenemos un tipo de suelo S2, nuestro factor de suelo es igual a 1.15.

d. Periodo largo (TL) y periodo de plataforma (Tp):

Los determinamos aplicando la siguiente figura:

Figura 19: Periodos Tp y TL

| Tabla N° 4 PERÍODOS "T _p " Y "T _L " | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _p (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Nuestro periodo de plataforma y periodo largo será igual a 0.60 y 2.00 respectivamente.

e. Factor de ampliación sísmica ©:

Este parámetro se determina haciendo aplicando los criterios descrito en la siguiente figura:

Figura 20: Factor de ampliación sísmica

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Para determinar este factor es necesario conocer el periodo fundamental de vibración (T), por lo tanto, lo determinaremos más adelante.

f. Coeficiente básico de reducción sísmica ®:

El sistema estructural a analizar consta de muros de albañilería confinada en ambas direcciones y según la siguiente figura nuestro coeficiente básico de reducción sísmica será igual a 3.

Figura 21: Sistemas estructurales

| Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|--|
| Sistema Estructural | Coficiente Básico de Reducción R_o (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada. | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

Fuente: Norma E.030 del RNE.

El resumen de los parámetros de diseño se puede observar de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 19: Parámetros de diseño

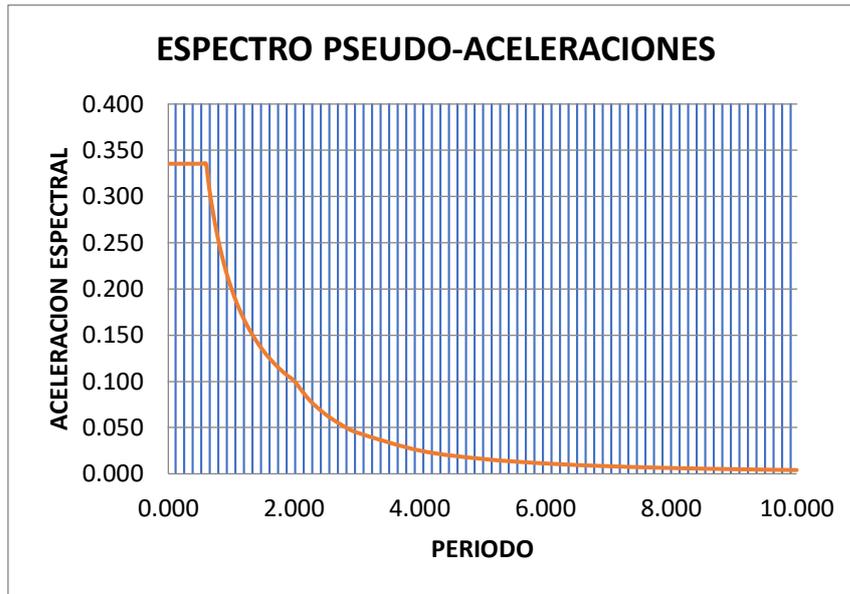
| DESCRIPCIÓN | VALOR |
|--|-------|
| Factor de zona (Z) | 0.35 |
| Factor de uso (U) | 1.00 |
| Factor de ampliación de suelo (S) | 1.15 |
| Periodo largo (TL) | 2.00 |
| Periodo de plataforma (Tp) | 0.60 |
| Coficiente de reducción de fuerzas sísmica | 3.00 |

Fuente: elaboración propia.

D. Espectro Pseudo - Aceleraciones:

El Espectro - Pseudo fue creado para ambas direcciones debido a que el sistema estructural corresponde a muros de albañilería confinada en las dos direcciones.

Figura 22: Espectro Pseudo-Aceleraciones

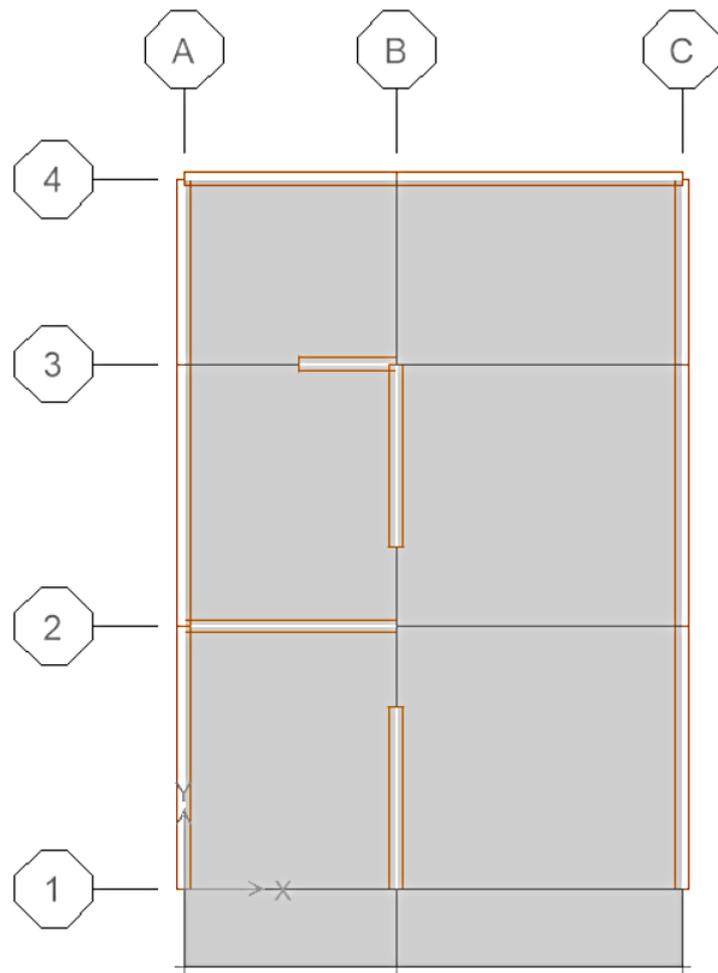


Fuente: Elaboración propia.

E. Modelamiento en el software ETABS:

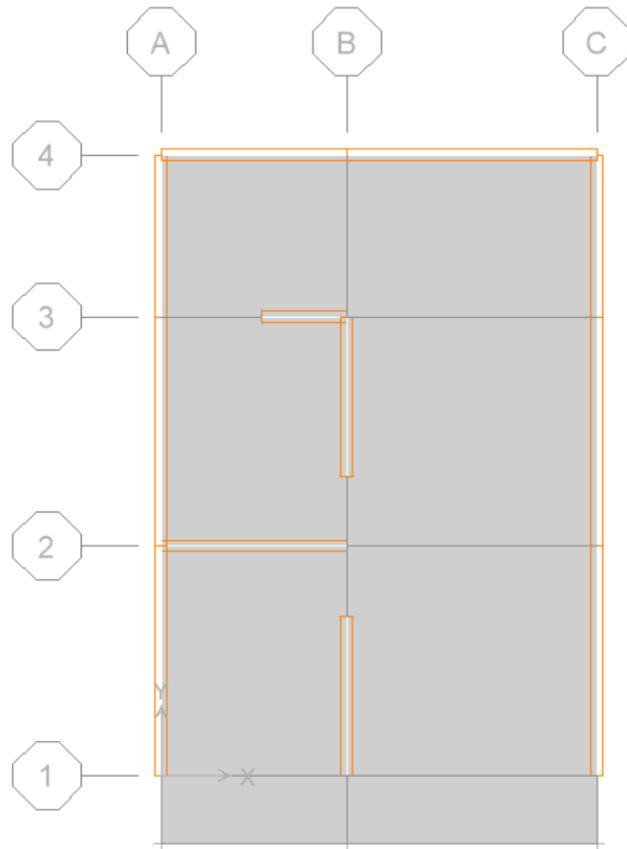
Todos los parámetros de diseño y los elementos estructurales descritos anteriormente fueron asignados al software ETABS para realizar el análisis sísmico dinámico.

Figura 23: Estructura existente 1° nivel en ETABS



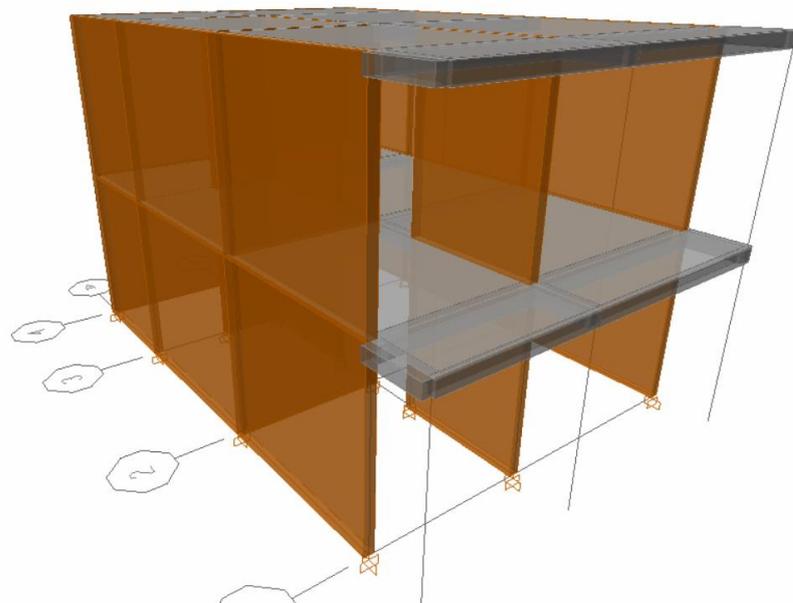
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Estructura existente 2° nivel en ETABS



Fuente: elaboración propia.

Figura 25: Estructura existente en 3D



Fuente: Elaboración propia.

F. Resultados:

a. Desplazamientos laterales:

La norma e.030 del reglamento nacional de edificaciones especifica que para las estructuras de albañilería confinada el desplazamiento máximo admisible es igual a 0.005.

Tabla 20: Desplazamientos laterales estructura existente en X – X

| N° DE PLANTA | UX (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 1.15 | 2.59 | 280 | 0.001 |
| 1° NIVEL | 0.98 | 2.21 | 280 | 0.008 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21: Desplazamientos laterales estructura existente en Y – Y

| N° DE PLANTA | UY (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 1.18 | 2.66 | 280 | 0.002 |
| 1° NIVEL | 0.93 | 2.09 | 280 | 0.007 |

Fuente: elaboración propia.

En las tablas anteriores podemos observar que los desplazamientos laterales en el 1° nivel de ambas direcciones son mayores a la máxima admisible especificada en la norma e.030 del reglamento nacional de edificaciones por lo tanto la estructura es flexible y colapsará durante un evento sísmico.

b. Efectos de torsión:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que existe efectos de torsión si la relación entre el máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20.

Tabla 22: Efecto de torsión estructura existente en X – X

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.003411 | 0.001366 | 2.497 |
| 1° NIVEL | 0.003191 | 0.007875 | 0.405 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23: Efecto de torsión estructura existente en Y – Y

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.002441 | 0.002009 | 1.215 |
| 1° NIVEL | 0.002455 | 0.007473 | 0.328 |

Fuente: elaboración propia.

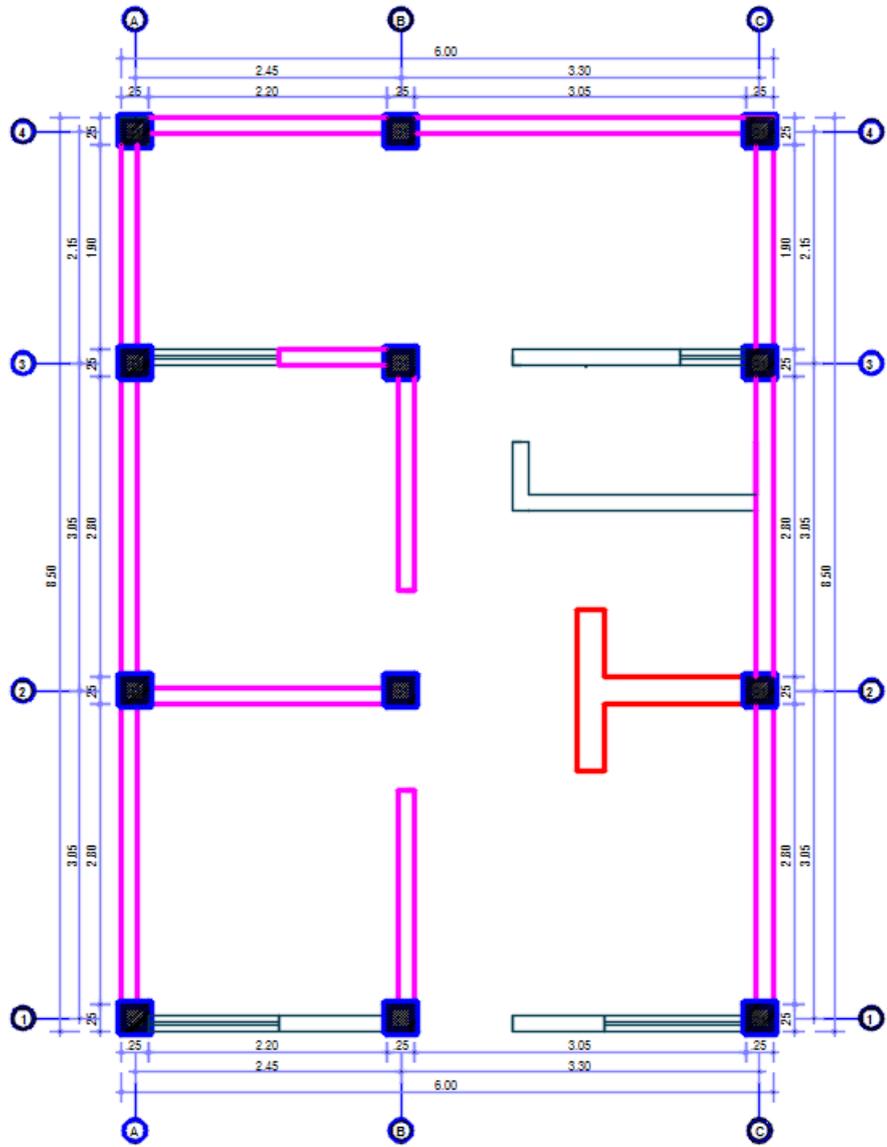
En las tablas anteriores podemos observar que los que la relación entre los drifts inelásticos y los desplazamientos laterales en el 2° nivel de ambas direcciones son mayores a 1.20 por lo tanto la estructura sufrirá efectos de torsión durante un evento sísmico.

4.4.2. Análisis sísmico dinámico de la estructura reforzada:

La estructura existente es flexible y vulnerable a los efectos de torsión, por lo tanto, necesita un reforzamiento que ayude a incrementar su rigidez y disminuya la excentricidad en ambos sentidos.

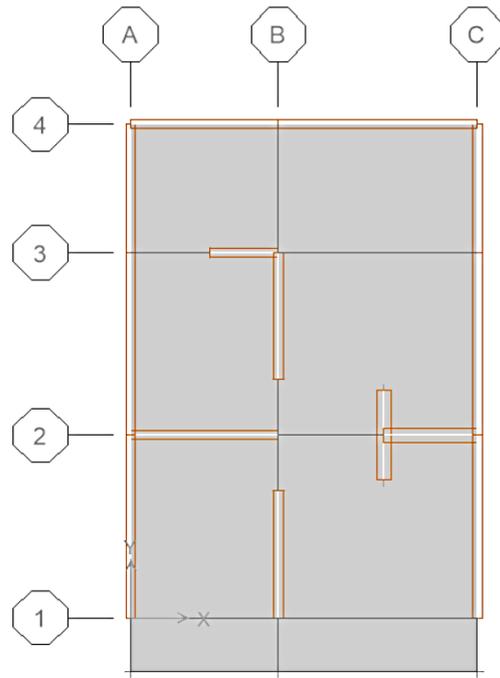
En la siguiente figura podemos observar el reforzamiento planteado el cual consiste en dos muros de 25cm de ancho en la zona que no presenta reforzamiento, respetando la arquitectura de la vivienda.

Figura 26: Estructura reforzada 1° nivel



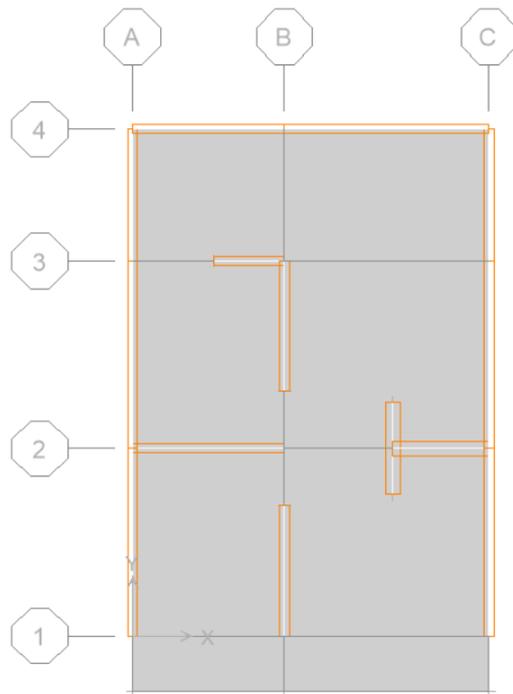
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: Estructura reforzada 2° nivel



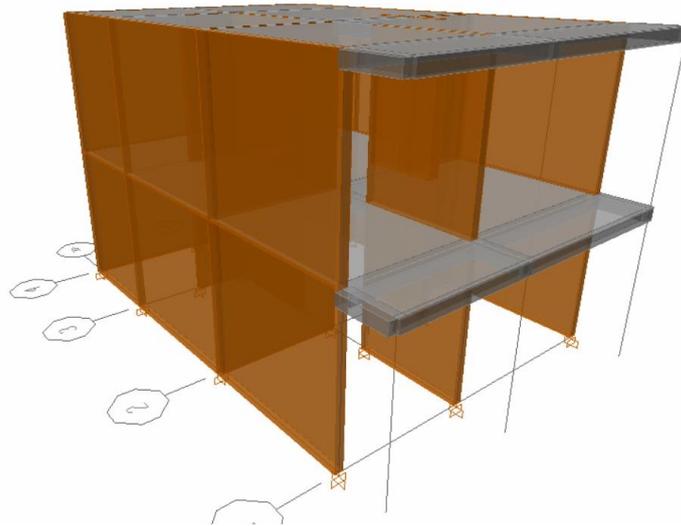
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29: Estructura reforzada 2° nivel en ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Estructura reforzada en 3D



Fuente: elaboración propia.

B. Resultados:

a. Desplazamientos laterales:

Los desplazamientos laterales de la estructura reforzada se muestran a continuación:

Tabla 24: Desplazamientos laterales estructura reforzada en X – X

| N° DE PLANTA | UX (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 0.87 | 1.96 | 280 | 0.003 |
| 1° NIVEL | 0.52 | 1.17 | 280 | 0.004 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25: Desplazamientos laterales estructura reforzada en Y – Y

| N° DE PLANTA | UY (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 0.82 | 1.85 | 280 | 0.003 |
| 1° NIVEL | 0.40 | 0.90 | 280 | 0.003 |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, los desplazamientos laterales

son menores a 0.005, por lo tanto, la estructura es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico evitando la pérdida de vidas humanas, asegurando la continuidad de los servicios básicos y se minimizará los daños a la propiedad.

- b. Efectos de torsión: Los cálculos de los efectos de torsión se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 26: Efecto de torsión estructura reforzada en X – X

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.002 | 0.003 | 0.758 |
| 1° NIVEL | 0.002 | 0.004 | 0.459 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27: Efecto de torsión estructura reforzada en y – y

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.002 | 0.003 | 0.557 |
| 1° NIVEL | 0.001 | 0.003 | 0.445 |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, los factores de torsión son menores a 1.20, por lo tanto, el reforzamiento planteado ayudara a evitar los efectos de torsión durante un movimiento sísmico, evitando el volteo y los daños en los elementos estructurales.

4.5. Prueba estadística de la hipótesis

Se procederá a realizar la comparación de la hipótesis general considerando los datos obtenidos por la simulación en el programa contrastaremos si existe una relación directa y significativa entre el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.

4.5.1. Definición de las hipótesis específicas a:

Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.

- **H0:** $\mu_1 < \mu_2$ si Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de

albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.

- **H1:** $\mu_1 > \mu_2$ no Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.

a. Definición del α

Lo definido es de $\alpha = 0,05$

b. Aplicando las fórmulas α^2 de donde:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sqrt{V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

$$V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)$$

para Como n es pequeño.

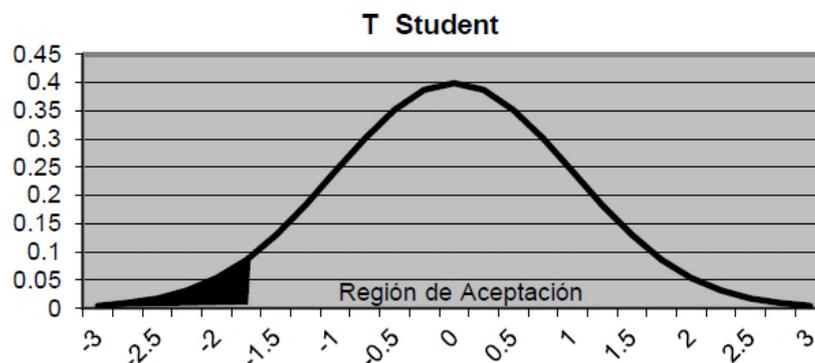
c. Si $t < t_\alpha$ entonces se rechaza H_0 ; donde t_α

$$t_\alpha = t_{32,0.05} = -1.28922$$

d. Se realiza los cálculos

$$t = \frac{(908.0832 - 90.8.189)}{\sqrt{82536563.77}} = 0.000016629$$

Figura 31: Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica A y B



Fuente: propia

e. Evaluación del grafica se acepta la hipótesis H_0

si Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini, con un nivel de confianza del 95%.

4.5.2. Definición de hipótesis específica b

Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

- **H0:** $\mu_1 > \mu_2$: Si Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.
- **H1:** $\mu_1 < \mu_2$: No Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

a. Definición del α

Lo definido es de $\alpha = 0,05$

b. Aplicando las fórmulas α^2 de donde:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sqrt{V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

$$V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)$$

para Como n es pequeño.

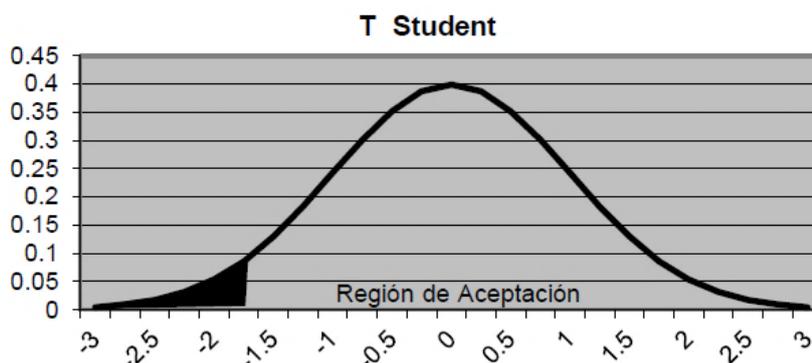
f. si $t < t_\alpha$ entonces se rechaza H_0 ; donde t_α

$$t_\alpha = t_{32,0.05} = -1.8701111$$

g. se realiza los cálculos

$$t = \frac{(908.0832 - 90.8.189)}{\sqrt{82536563.77}} = 0.0020593121$$

Figura 32: Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica c



Fuente: propia

h. evaluación del grafica se acepta la hipótesis H_0

Si Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta., con un nivel de confianza al 95%.

4.5.3. Definición de hipótesis específica b

Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

- **H0:** $\mu_1 > \mu_2$: Si Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.
- **H1:** $\mu_1 < \mu_2$: No Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.

a. Definición del α

Lo definido es de $\alpha = 0,05$

b. Aplicando las fórmulas α^2 de donde:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sqrt{V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

$$V(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)$$

para Como n es pequeño.

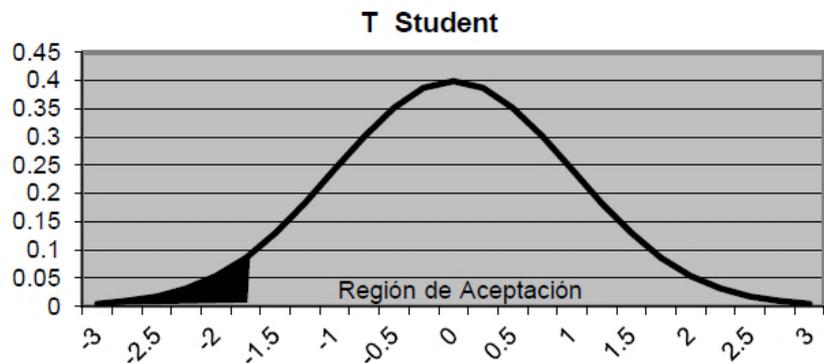
i. si $t < t_\alpha$ entonces se rechaza H_0 ; donde t_α

$$t_\alpha = t_{32,0.05} = -1.8701111$$

j. se realiza los cálculos

$$t = \frac{(908.0832 - 90.8.189)}{\sqrt{82536563.77}} = 0.0020593121$$

Figura 33: Grafica del nivel de confiabilidad al 95% de la hipótesis específica c



Fuente: propia

k. evaluación del grafica se acepta la hipótesis H_0

Si Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta., con un nivel de confianza al 95%.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados

5.1.1. Modos y periodo fundamental de vibración:

Se determinó el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto mediante el método de Benedetti – Petrini, de las cuales el 10.00% presentan una vulnerabilidad sísmica baja, el 65.00% presentan una vulnerabilidad sísmica media y el 25.00% presentan una vulnerabilidad sísmica alta.

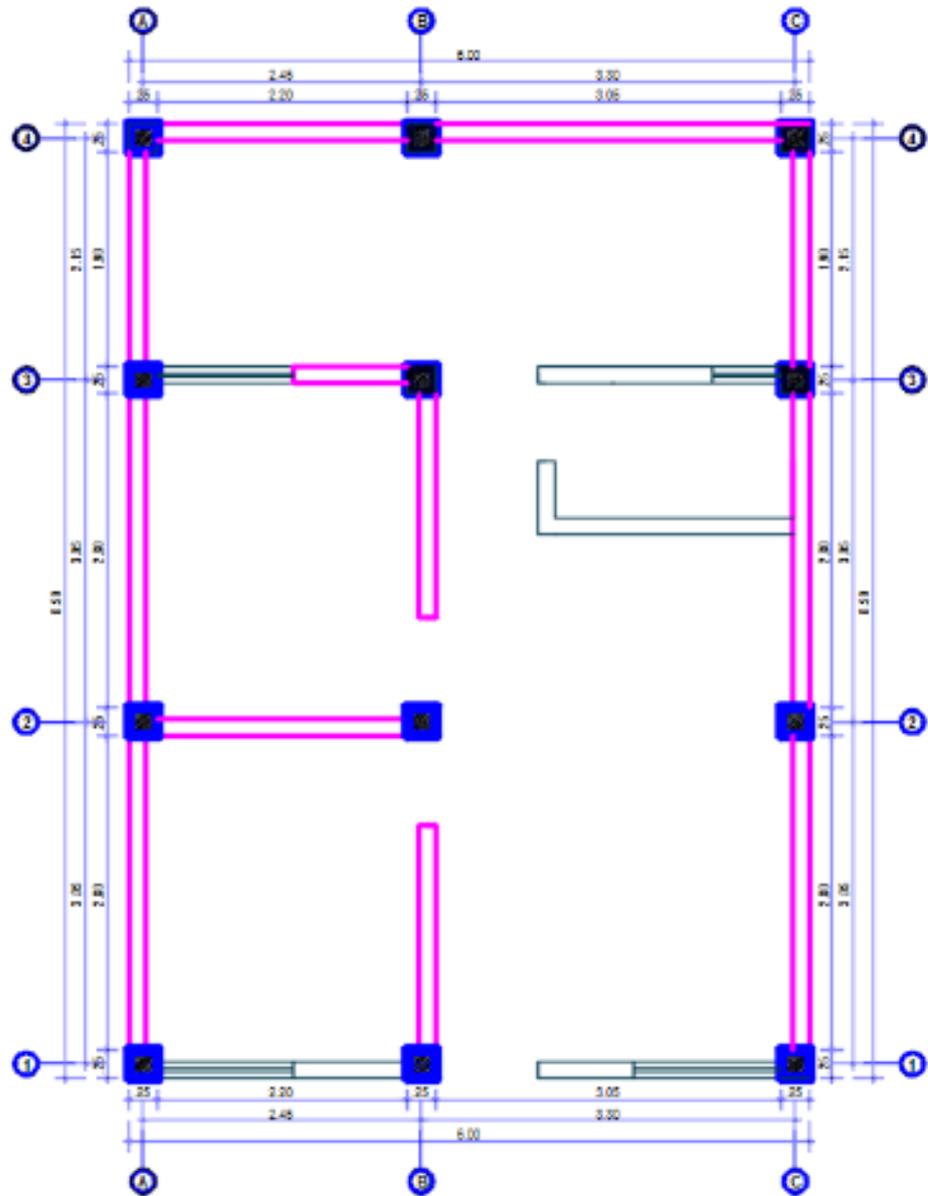
Tabla 28: Porcentaje de viviendas vulnerables

| VULNERABILIDAD | CANTIDAD DE VIVIENDAS | PORCENTAJE DE VIVIENDAS |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Baja | 2 | 10.00 |
| Media | 13 | 65.00 |
| Alta | 5 | 25.00 |
| TOTAL | 20 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

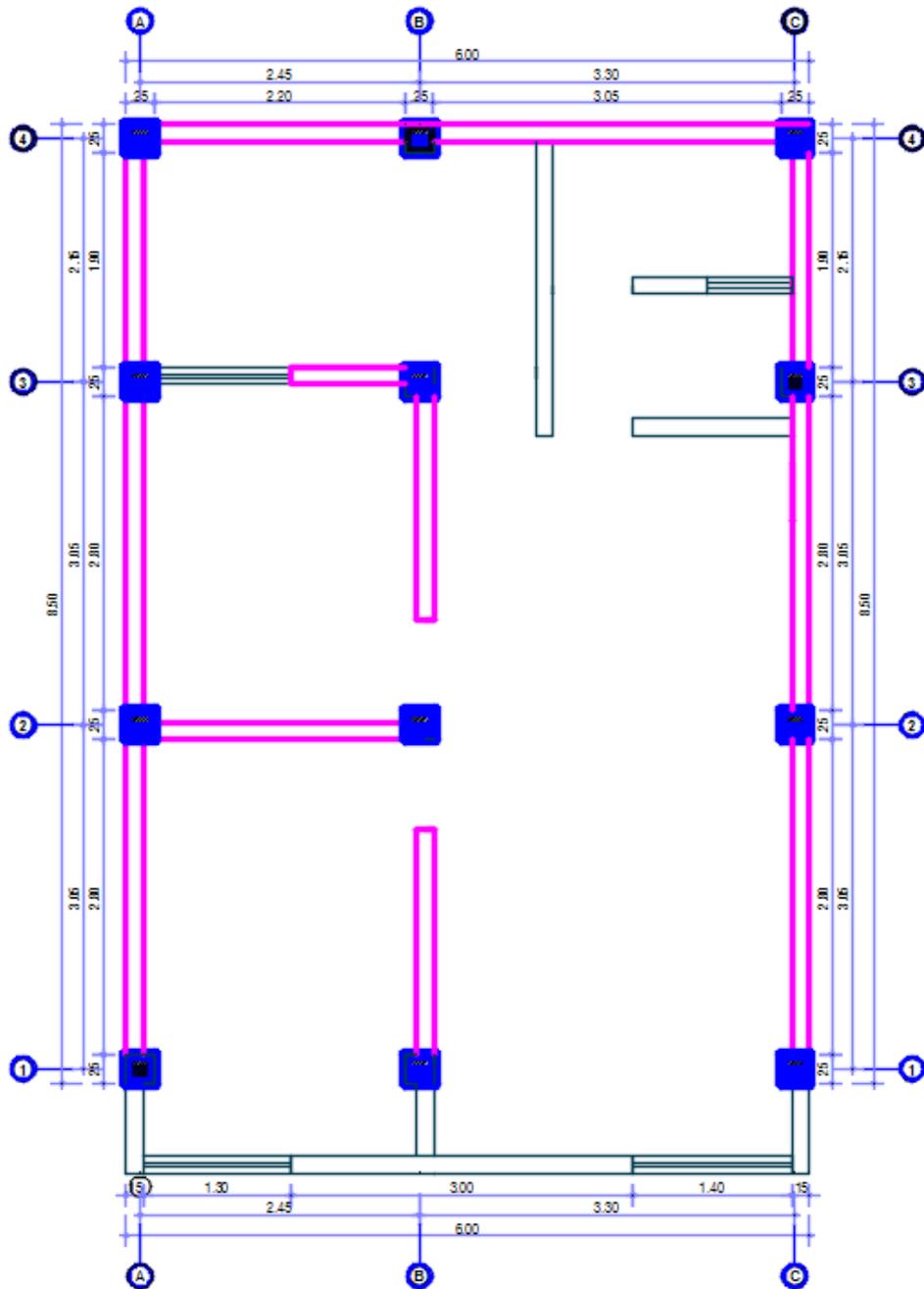
El reforzamiento estructural se realizó a todas las viviendas que presentan una vulnerabilidad sísmica alta. Como ejemplo se tomó la vivienda N° 5 del cual se realizará un análisis sísmico dinámico con la finalidad de determinar el reforzamiento adecuado que requiere, para lo cual se elaboró los planos respetando las distribuciones y elementos estructurales con la que cuenta actualmente la vivienda.

Figura 34: Estructura existente 1° nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35: Estructura existente 2° nivel



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis sísmico de la vivienda N° 5 se muestran a continuación:

5.1.2. Desplazamientos laterales:

La norma e.030 del reglamento nacional de edificaciones especifica que para las estructuras de albañilería confinada el desplazamiento máximo admisible es igual a 0.005.

Tabla 29: Desplazamientos laterales estructura existente en X – X

| N° DE PLANTA | UX (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 1.15 | 2.59 | 280 | 0.001 |
| 1° NIVEL | 0.98 | 2.21 | 280 | 0.008 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30: Desplazamientos laterales estructura existente en Y – Y

| N° DE PLANTA | UY (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 1.18 | 2.66 | 280 | 0.002 |
| 1° NIVEL | 0.93 | 2.09 | 280 | 0.007 |

Fuente: elaboración propia.

En las tablas anteriores podemos observar que los desplazamientos laterales en el 1° nivel de ambas direcciones son mayores a la máxima admisible especificada en la norma e.030 del reglamento nacional de edificaciones por lo tanto la estructura es flexible y colapsará durante un evento sísmico.

5.1.3. Efectos de torsión:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones especifica que existe efectos de torsión si la relación entre el máximo desplazamiento relativo de entrepiso (Drift) y el desplazamiento lateral es mayor que 1.20.

Tabla 31: Efecto de torsión estructura existente en X – X

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.003411 | 0.001366 | 2.497 |
| 1° NIVEL | 0.003191 | 0.007875 | 0.405 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32: Efecto de torsión estructura existente en Y – Y

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
|--------------|------------------|---------------------------|--------|

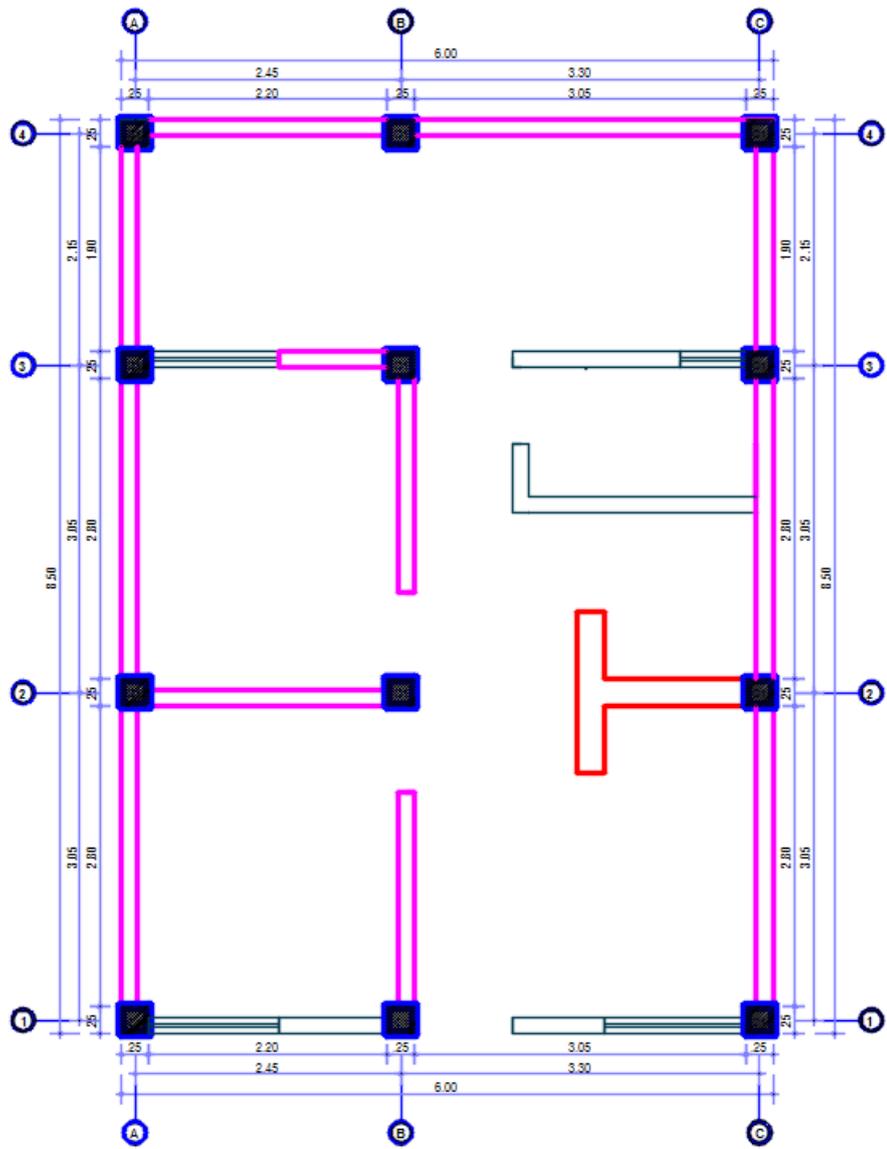
| | | | |
|----------|----------|----------|-------|
| | | | |
| 2° NIVEL | 0.002441 | 0.002009 | 1.215 |
| 1° NIVEL | 0.002455 | 0.007473 | 0.328 |

Fuente: elaboración propia.

En las tablas anteriores podemos observar que los que la relación entre los drifts inelásticos y los desplazamientos laterales en el 2° nivel de ambas direcciones son mayores a 1.20 por lo tanto la estructura sufrirá efectos de torsión durante un evento sísmico.

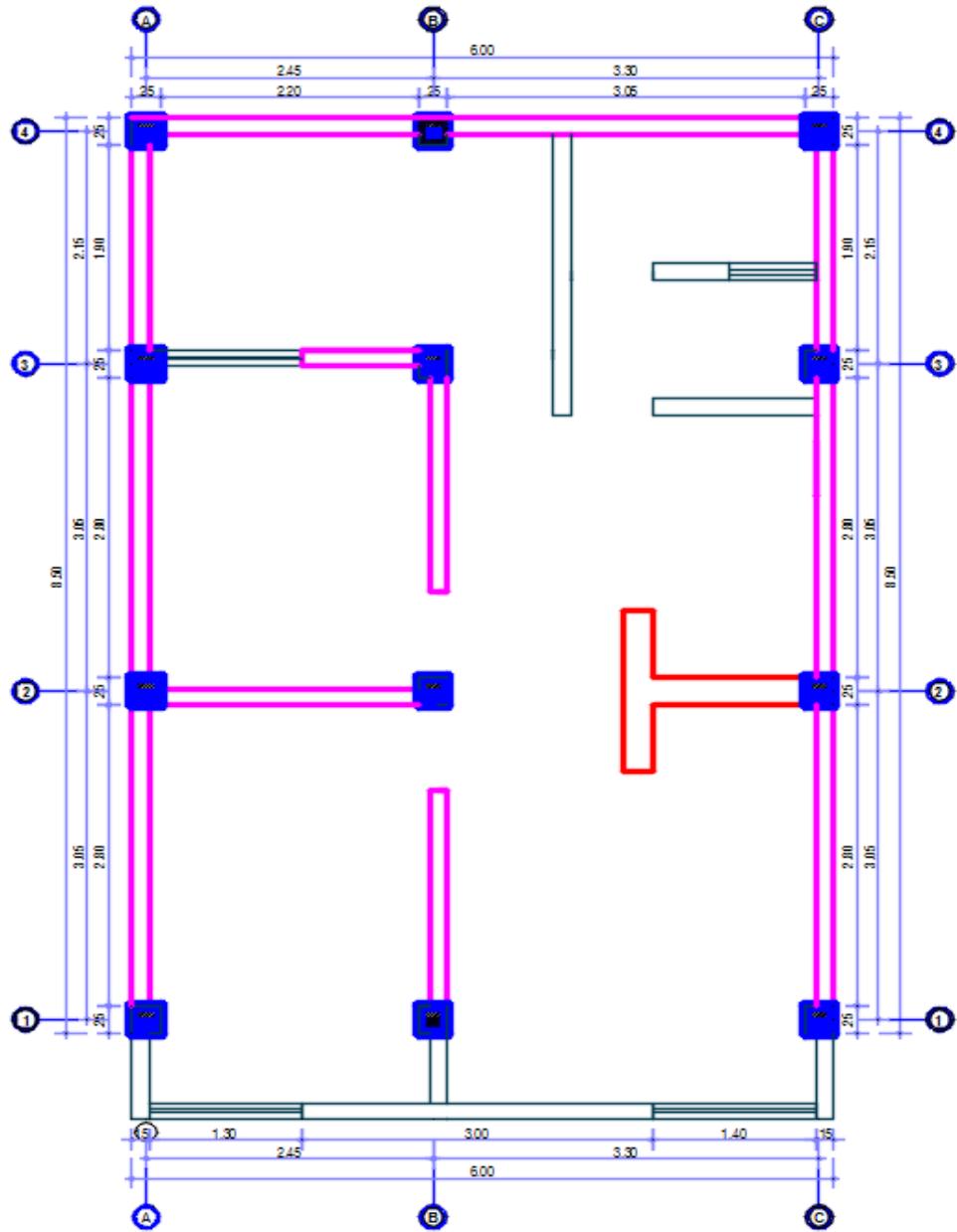
Se propuso un reforzamiento estructural tomando como ejemplo la vivienda N° 5 de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto, la cual consiste en muros de 25cm de ancho en forma de T, planteados en los lugares donde se presenta refuerzo y respetando la arquitectura del inmueble, esto con la finalidad de incrementar la rigidez en ambos sentidos y reducir la excentricidad para evitar los efectos de torsión.

Figura 36: Estructura reforzada 1° nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37: Estructura reforzada 2° nivel



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis sísmico de la vivienda N° 5 reforzada se muestra a continuación:

5.1.4. Desplazamientos laterales:

Los desplazamientos laterales de la estructura reforzada se muestran a continuación:

Tabla 33: Desplazamientos laterales estructura reforzada en X – X

| N° DE PLANTA | UX (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 0.87 | 1.96 | 280 | 0.003 |
| 1° NIVEL | 0.52 | 1.17 | 280 | 0.004 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34: Desplazamientos laterales estructura reforzada en Y – Y

| N° DE PLANTA | UY (cm) | DESPLAZAMIENTO ELASTICOS | ALTURA DE PLANTA | DESPLAZAMIENTO INELASTICOS |
|--------------|---------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| 2° NIVEL | 0.82 | 1.85 | 280 | 0.003 |
| 1° NIVEL | 0.40 | 0.90 | 280 | 0.003 |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, los desplazamientos laterales son menores a 0.005, por lo tanto, la estructura es rígida y tendrá un buen comportamiento durante un evento sísmico evitando la pérdida de vidas humanas, asegurando la continuidad de los servicios básicos y se minimizará los daños a la propiedad.

5.1.5. Efectos de torsión:

El cálculo de los efectos de torsión se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 35: Efecto de torsión estructura reforzada en X – X

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.002 | 0.003 | 0.758 |
| 1° NIVEL | 0.002 | 0.004 | 0.459 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Efecto de torsión estructura reforzada en Y – Y

| N° DE PLANTA | DRIFT INELASTICO | DESPLAZAMIENTO INELASTICO | FACTOR |
|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2° NIVEL | 0.002 | 0.003 | 0.557 |
| 1° NIVEL | 0.001 | 0.003 | 0.445 |

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los factores de torsión son menores a 1.20, por lo tanto, el reforzamiento planteado ayudara a evitar los efectos de torsión durante un movimiento sísmico, evitando el volteo y los daños en los elementos estructurales.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el reforzamiento estructural de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto en cual consiste en muros de 25cm de ancho en forma de T, la cuales se deben plantear en los lugares que presentan poco refuerzo, esto nos ayuda a aumentar la rigidez de la estructura y a disminuir la excentricidad de los muros evitando los efectos de torsión en ambos sentidos.
2. Se determinó el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto mediante el método de Benedetti – Petrini, de las cuales el 10.00% presentan una vulnerabilidad sísmica baja, el 65.00% presentan una vulnerabilidad sísmica media y el 25.00% presentan una vulnerabilidad sísmica alta.
3. Se propuso un reforzamiento estructural tomando como ejemplo la vivienda N° 5 de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto, la cual consiste en muros de 25cm de ancho en forma de T, planteados en los lugares donde se presenta refuerzo y respetando la arquitectura del inmueble, esto con la finalidad de incrementar la rigidez en ambos sentidos y reducir la excentricidad para evitar los efectos de torsión.
4. Se analizó el reforzamiento estructural propuesto para la vivienda N° 5 de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto mediante un análisis sísmico dinámico aplicando el software ETABS, la cual nos brindó resultados satisfactorios, debido a que aumento la rigidez de la estructura provocando que los desplazamientos laterales sean menores a 0.005 y se redujo los efectos de torsión ya que los factores son menores a 1.20 en ambos sentidos.

RECOMENDACIONES

- 1** Para realizar un adecuado refuerzo estructural, se recomienda tener el asesoramiento de profesionales calificados con conocimiento en reforzamiento de estructuras de edificaciones porque la etapa de reforzamiento es un proceso delicado que implica mucho el conocimiento y experiencia en este tipo de trabajos. Concientizar a la población a no realizar autoconstrucciones.
- 2** En los resultados obtenidos en su gran mayoría las viviendas se construyeron por etapas, se recomienda evitar este tipo de construcciones ya que al realizarse se hace sin supervisión y sin tener en cuenta las etapas técnicas que estos requieren, se recomienda realizar la estabilidad de los tabiques y parapetos empleando lo indicado en la norma técnica E.030 y E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- 3** Siendo un problema social el crecimiento poblacional que trae como consecuencia el autoconstrucción en el país es necesario realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica en todo el país ya que en su mayoría se hacen construcciones de albañilería confinada.
- 4** En la calidad de los materiales es importante mencionar la calidad del puntal o pie derecho que se utiliza para realizar el reforzamiento estructural, se recomienda que el personal a realizar el apuntalamiento de los elementos estructurales tenga conocimiento, experiencia o capacitación de manipulación y colocación de apuntalamiento. se recomienda utilizar puntales de madera de nombre reconocido o en mejor de los casos puntales metálicos.

BILIOGRAFIA

- Aguiar, R. (2008). Análisis sísmico de edificios. Ecuador, Centro de investigaciones científicas.
- Arnold, C. y Reitherman, R. (1997). Diseño en Concreto Armado. Lima, Editorial Limusa.
- Arnold, C. y Reitherman, R. (1991). Manual de configuración y diseño sísmico de edificios, Tomo I y II Editorial Limusa, México, D.F.
- Blanco, A. (1998). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado.(2ª ed.) Lima, Colegio de ingenieros del Perú
- Barbat, Oller y Vielma. (2002). Cálculo y diseño sismorresistente de edificios. (2ª ed.) Barcelona, Editor A.H.Barbat.
- Cervera, M y Blanco, Elena. (2002). Métodos de análisis.(2ª ed.) Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Cruz, A. (2009). Aspectos estructurales para caracterizar la respuesta sísmica dinámica de edificios torsionalmente acoplados. (Tesis de Maestría). Recuperada de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/3437>
- Garcia,L. (1998). Dinámica Estructural aplicada al Diseño Sísmico. Bogotá: Universidad de Los Andes.
- Gullpi, D. (2015). Análisis de torsión accidental en edificios con diafragma flexible. (Tesis de Pregrado). Recuperada de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137105>
- Herrera, R. (2016). Vulnerabilidad y daño sísmico de edificios aporticados de hormigón armado, irregulares en planta, en Barquisimeto – Venezuela. (Tesis de Doctorado). Recuperada de <http://hdl.handle.net/2117/107951>

- Kassimali, A. (2015). Análisis Estructural. (5ª ed.) México: Cengage Learning Editores
- Morales, R. (1998). Diseño en Concreto Armado.(3ª ed.). (2ª ed.) Lima, ICG Norma E.030.(2016) Diseño Sismorresistente, Lima Perú.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO:



Albañilería confinada
(Fuente elaboración propia)



Muro con grieta vertical
(Fuente elaboración propia)



Muro con grieta vertical
(Fuente elaboración propia)



Grietas en muro segundo piso
Fuente elaboración propia



Grietas en piso
(Fuente elaboración propia)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

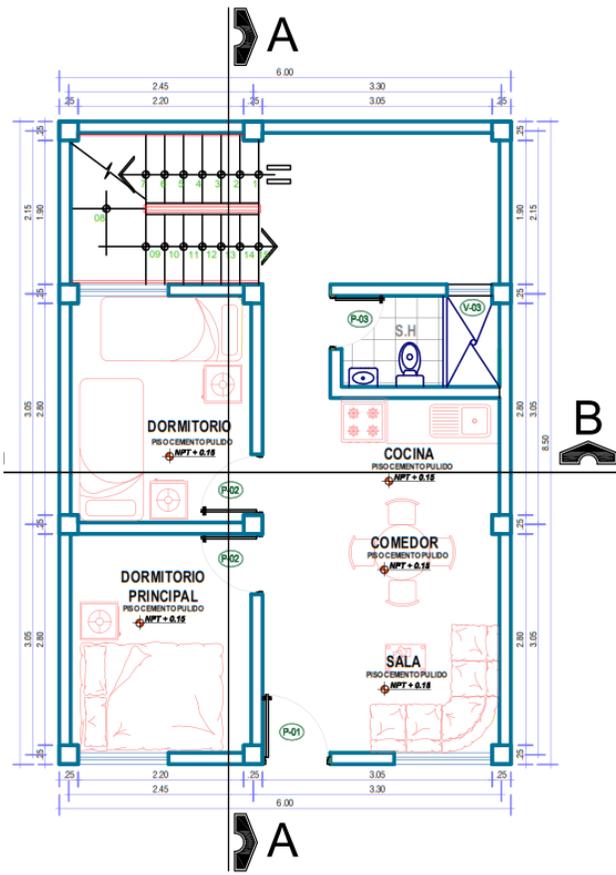
Título: “REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS | FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS | VARIABLES Y DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|---|--|--|--|---|
| <p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿De qué manera se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cómo se relaciona el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Establecer en qué medida se relaciona el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS GENERALES</p> <p>a) Analizar cómo se relaciona el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Existe una relación directa y significativa entre el reforzamiento estructural y las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Existe una relación directa y significativa entre el tipo de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de</p> | <p>Variable Independiente (X):</p> <p>Reforzamiento estructural</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apuntalamiento. • Muros portantes <p>Variable dependiente (Y):</p> <p>Viviendas autoconstruidas de albañilería confinada</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterio sísmico. • Material idóneo. | <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Método Científico.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo comparativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>no experimental de corte transversal</p> |

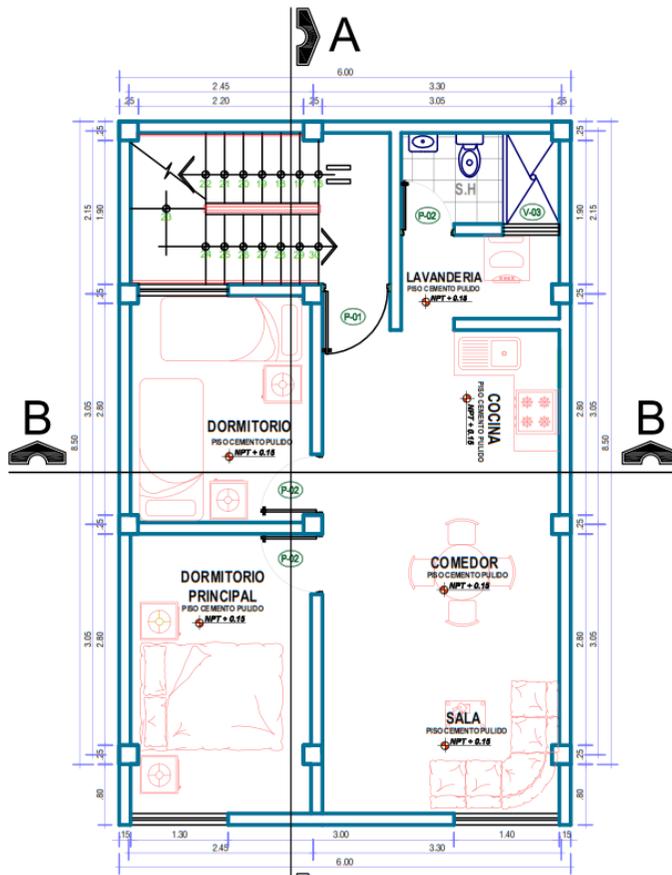
| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| <p>b) ¿Cómo se relaciona las propuestas de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta</p> <p>c) ¿Cómo se relaciona el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta?</p> | <p>Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.</p> <p>b) Analizar cómo se relaciona la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.</p> <p>c) Analizar como se relaciona el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.</p> | <p>albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y el método de Benedetti – Petrini.</p> <p>b) Existe una relación directa y significativa entre la propuesta de reforzamiento estructural en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.</p> <p>c) Existe una relación directa y significativa entre el análisis de reforzamiento estructural propuesto en las viviendas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto y su vulnerabilidad sísmica alta.</p> | | <p>POBLACIÓN:</p> <p>Para la presente investigación la población corresponde a las 169 viviendas del centro poblado de Vilcacoto.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>El valor de la muestra fue por conveniencia donde se escogió por conveniencia el estudio de 20 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el centro poblado de Vilcacoto.</p> <p>Se determinó el reforzamiento estructural de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada del Anexo de Vilcacoto en cual consiste en muros de 25cm de ancho en</p> |
|---|--|--|--|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>forma de T, la cuales se deben plantear en los lugares que presentan poco refuerzo, esto nos ayuda a aumentar la rigidez de la estructura y a disminuir la excentricidad de los muros evitando los efectos de torsión en ambos sentidos.</p> |
|--|--|--|--|---|

PLANO



ARQUITECTURA 1° NIVEL
ESCALA: 1/50



ARQUITECTURA 2° NIVEL
ESCALA: 1/50

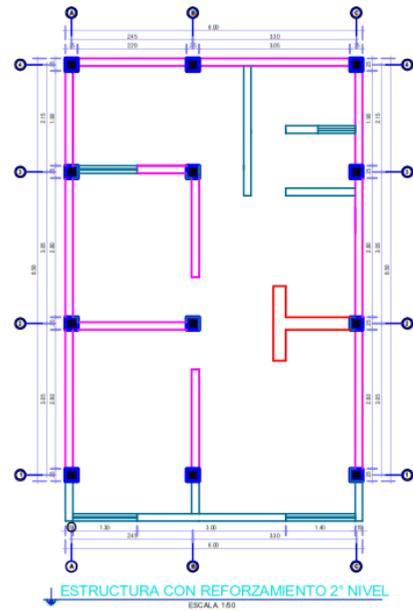
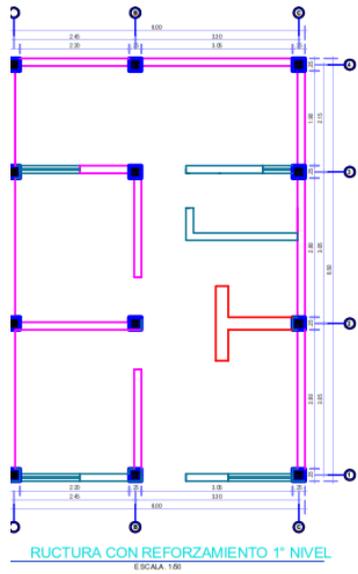
| CUADRO DE VENTANAS | | | | |
|--------------------|-------|----------|------|-------------------|
| TIPO | ANCHO | ALFEIZER | ALTO | MATERIAL |
| V01 | 2.50 | 0.00 | 2.45 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V02 | 2.90 | 0.90 | 1.55 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V03 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V04 | 1.05 | 0.00 | 2.45 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V05 | 2.35 | 0.50 | 1.95 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V06 | 2.50 | 0.00 | 2.40 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V07 | 1.00 | 0.20 | 2.20 | ALUMINIO + VIDRIO |
| V08 | 1.00 | 0.00 | 2.40 | ALUMINIO + VIDRIO |

| CUADRO DE PUERTAS | | | |
|-------------------|-------|------|-----------------------|
| TIPO | ANCHO | ALTO | MATERIAL |
| P1 | 0.85 | 2.25 | MADERA APANELADA |
| P2 | 0.85 | 2.25 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P3 | 1.00 | 2.45 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P4 | 0.75 | 2.10 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P5 | 0.85 | 2.25 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P6 | 1.20 | 2.45 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P7 | 0.90 | 2.20 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |
| P8 | 0.75 | 2.20 | CONTRAPLACADA MDF 4MM |

PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE ALBARILERIA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"

| | | | |
|----------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| PLANO: PLANTA ARQUITECTURA | Dpto: HUANCAYO | Dista: BENEICORAZA | LAMINA: AR-01 |
| DISEÑADO POR: [Logo] | Región: JUNIN | Provincia: HUANCAYO | Fecha: NOVIEMBRE 2020 |





ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.0 CONCRETO
 Tipo: F-150
 Resistencia característica: 150 kg/cm²
 Resistencia promedio: 140 kg/cm²
 Resistencia mínima: 130 kg/cm²

2.0 ACERO DE REFUERZO
 Tipo: E-60
 Resistencia característica: 60 kg/cm²
 Resistencia promedio: 55 kg/cm²
 Resistencia mínima: 50 kg/cm²

3.0 TABICADA
 Tipo: Tabicada normal
 Resistencia característica: 10 kg/cm²
 Resistencia promedio: 9 kg/cm²
 Resistencia mínima: 8 kg/cm²

4.0 MORTAR
 Tipo: Mortar normal
 Resistencia característica: 10 kg/cm²
 Resistencia promedio: 9 kg/cm²
 Resistencia mínima: 8 kg/cm²

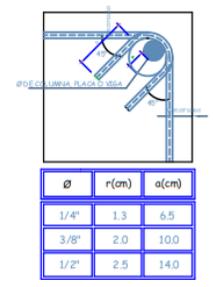
5.0 APORTE
 Tipo: Aporte normal
 Resistencia característica: 10 kg/cm²
 Resistencia promedio: 9 kg/cm²
 Resistencia mínima: 8 kg/cm²

PARAMETROS SISMO-RESISTENTES

1. SISTEMA ESTRUCTURAL: SISMO-RESISTENTE
 2. ALDEFRASE: CONTINUA (MUR-COLUMNA-MUR)
 3. ESPECTRO DE DISEÑO: ESPECTRO DE DISEÑO
 4. FACTOR DE ZONA SISMO: Z=0.35
 5. FACTOR DE DISEÑO (S/C): S=1.10 (S=1.00 S=1.10)
 6. FACTOR DE DISEÑO (C/C): C=1.00
 7. FACTOR DE REDUCCIÓN: R=1.00 R=1.00
 8. NIVEL DE DISEÑO: SISMO

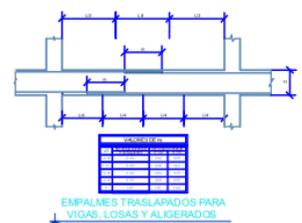
NOTA

1.- NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCION.
 2.- EN CASO DE EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON HORIZONTALS ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% O CONFORME AL PROYECTISTA.

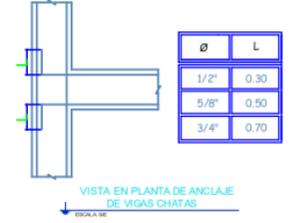
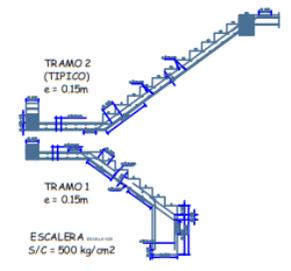
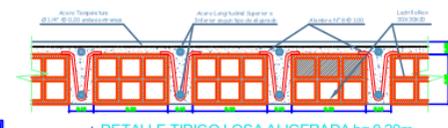


| Ø | r(cm) | a(cm) |
|------|-------|-------|
| 1/4" | 1.3 | 6.5 |
| 3/8" | 2.0 | 10.0 |
| 1/2" | 2.5 | 14.0 |

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS
ESCALA: SE



| Ø | L |
|------|------|
| 1/2" | 0.30 |
| 5/8" | 0.50 |
| 3/4" | 0.70 |



| | | | | |
|---|----------------------|-------------------------------|---------------|--|
| PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE ALBAÑILERÍA CONSTRUIDA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO" | | | | |
| PLANO: ESTRUCTURA CON REFORZAMIENTO | UBICACIÓN: HUANCAYO | PROYECTADO: PROYECTADO | LÁMINA: ES-02 | |
| DISEÑADO POR: JUNEN | PROYECTADO: HUANCAYO | FECHA: 15 DE FEBRERO DEL 2018 | | |