

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Vulnerabilidad estructural y propuesta de diseño
sismoresistente de viviendas en laderas del AA. HH Jorge
Chávez – Las Moras”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Valdivieso Pillco, Nelson Ignacio

ASESOR: Valdivieso Echevarría, Martín Cesar

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72879900

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22416570

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-0579-5135

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Tuanama Lavi, José Wicley	Maestro en gerencia pública	05860064	0000-0002-5148-6384
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 10:00 horas del día **martes 12 de marzo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI - PRESIDENTE
- ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA - SECRETARIA
- ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0498-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ – LAS MORAS", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado..* por *Unanimitad* con el calificativo cuantitativo de *14*... y cualitativo de *Superior*... (Art. 47).

Siendo las *11:00*... horas del día 12 del mes de marzo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI
DNI: 05860064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
Presidente

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
Secretario

MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
Vocal

DIRECTIVA N° 006-2020-VRI-UDH PARA EL USO DEL SOFTWARE TURNITIN DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20 y modificatoria R. N° 046-2020-VRI-UDH, 19OCT20



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA**, asesor del PA Ingeniería Civil y designado mediante documento **RESOLUCION N°1855-2022-D- FI-UDH** del estudiante **Bach. Nelson Ignacio Valdivieso Pillco**, de la investigación titulada **“VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ – LAS MORAS”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **21%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 12 de marzo del 2024



.....
Ing. Martín C. Valdivieso Echevarría,
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 40443

M.Sc. Ing. Martin Cesar Valdivieso Echevarria
DNI N° 22416570
CODIGO ORCID N° 0000-0002-0579-5135

INFORME FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

22 %

FUENTES DE INTERNET

3 %

PUBLICACIONES

6 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	8 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2 %
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
8	1library.co Fuente de Internet	<1 %
9	bibliotecadigital.udea.edu.co Fuente de Internet	<1 %


Ing. Martin C. Valdivieso Echevarria
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 40444

M.Sc. Ing. Martin Cesar Valdivieso Echevarria

DNI N° 22416570

CODIGO ORCID N° 0000-0002-0579-5135

DEDICATORIA

A mis padres, Nelson Valdivieso y Sonia Pillco, por el apoyo incondicional en mi formación profesional y sobre sus enseñanzas a ser perseverante. Su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes siempre han creído en mí, dándome el deseo de superación, enseñándome la humildad, sacrificio y a valorar todo lo que tengo.

Facultad de Ingeniería Civil de mi alma mater, la Universidad de Huánuco por los conocimientos académicos recibidos.

Mis maestros, quienes me orientaron y forjaron en la profesión.

Mi asesor, Mg. Ing. Martin César Valdivieso Echevarría, por sus orientaciones y apoyo académicos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	19
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. OBJETIVOS.....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	20
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	20
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICO	20
1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA.....	21
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	21
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	26

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	33
2.2. BASES TEÓRICAS	35
2.2.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	35
2.2.2. DISEÑO SISMO RESISTENTE	45
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	56
2.4. HIPÓTESIS.....	60
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	60
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	60
2.5. VARIABLES.....	60
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	61
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	61
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	62
CAPÍTULO III.....	64
METODOLOGÍA	64
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	64
3.1.1. ENFOQUE	64
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	64
3.1.3. DISEÑO	65
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	66
3.2.1. POBLACIÓN	66
3.2.2. MUESTRA.....	66
3.2.3. MUESTREO PROBABILÍSTICO	66
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
3.3.1. TÉCNICA	68
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	68
3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS (CUADROS Y/O GRÁFICOS)	69
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	69
3.5. DESARROLLO DE TESIS	70
3.5.1. DATOS GENERALES.....	70
3.5.2. GENERALIDADES DE VIVIENDAS.....	73
3.5.3. PROCEDIMIENTOS.....	73

3.6. MODELACIÓN ETABS PARA MATRIZ DE DAÑOS	78
CAPITULO IV.....	92
RESULTADOS.....	92
4.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	92
4.2. PROPUESTA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE	109
4.2.1. CINCO VIVIENDAS SELECCIONADAS	125
4.3. CORRELACIÓN DE VARIABLES.....	130
4.4. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.....	130
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	132
4.5.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	132
4.6. CONTRASTACIÓN HIPÓTESIS GENERAL.....	133
4.6.1. CONTRASTACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	133
CAPITULO V.....	135
DISCUSION DE RESULTADOS.....	135
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES.....	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
ANEXOS.....	149

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	Matriz de calificación de la vulnerabilidad de edificaciones de mampostería no reforzada.....	40
Tabla 2	Matriz de daños post terremoto según la deriva en viviendas de albañilería confinada.....	42
Tabla 3	Factores modificadores de los desplazamientos elásticos.....	43
Tabla 4	Limites para la distorsión del entrepiso.....	44
Tabla 5	Pesos Unitarios para el cálculo de Cargas Muertas	47
Tabla 6	Pesos Unitarios para el cálculo de Cargas Vivas.....	48
Tabla 7	Resistencias de la Albañilería.....	49
Tabla 8	Resistencia de Albañilería Tubular	49
Tabla 9	Factor de Amplificación del Suelo.....	54
Tabla 10	Períodos T_p y T_I	54
Tabla 11	Coefficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas	55
Tabla 12	Irregularidad en Altura.....	56
Tabla 13	Irregularidad en Planta.....	56
Tabla 14	Operacionalización de las variables en estudio	62
Tabla 15	Valor del Margen de Confiabilidad	67
Tabla 16	Vulnerabilidad Inicial. Vivienda 8	87
Tabla 17	Vulnerabilidad Inicial. Vivienda 8	91
Tabla 18	Vulnerabilidad Final. Vivienda 8.....	91
Tabla 19	Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 2	95
Tabla 20	Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 3	99
Tabla 21	Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 4	102
Tabla 22	Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 5	106
Tabla 23	Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 8	109
Tabla 24	Resumen Vulnerabilidad Inicial.....	109
Tabla 25	Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 2.....	112
Tabla 26	Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 3.....	115
Tabla 27	Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 4.....	119
Tabla 28	Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 5.....	122
Tabla 29	Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 8.....	125
Tabla 30	Resumen Vulnerabilidad Inicial.....	126

Tabla 31 Resumen Vulnerabilidad Final	126
Tabla 32 Nivel de Vulnerabilidad de las Viviendas	126
Tabla 33 Resumen de Derivas por Eje	128
Tabla 34 Resumen de Rigideces por Eje.....	129
Tabla 35 Resumen de Excentricidades por Eje	130
Tabla 36 Valores de variables en diagrama de dispersión	131
Tabla 37 Cálculo del Coeficiente de Correlación	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Factores que influyen en la vulnerabilidad estructural de edificaciones	38
Figura 2 Clasificación de los métodos para evaluar la vulnerabilidad estructural	39
Figura 3 Zonificación Sísmica	53
Figura 4 Mapa político del Departamento de Ayacucho	71
Figura 5 Mapa político del Perú	71
Figura 6 Mapa de la provincia de Huánuco	71
Figura 7 Ubicación de AA. HH Jorge Chávez	72
Figura 8 Plano Lotización	72
Figura 9 Esquema general del Procedimiento	73
Figura 10 Fotografía de la fachada de la vivienda en análisis	75
Figura 11 Muro de ladrillos KK artesanal, de $f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$	76
Figura 12 Elementos de concreto armado, de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$	77
Figura 13 Distribución Inicial de la Estructura - Desarrollo	78
Figura 14 Propiedades del material - Desarrollo.....	79
Figura 15 Definición de elementos estructurales – Desarrollo.....	80
Figura 16 Definición del Muro de Concreto.....	81
Figura 17 Vista de modelado	81
Figura 18 Asignación de Cargas - Desarrollo	82
Figura 19 Cálculos de Espectro de Pseudo Aceleraciones - Desarrollo	83
Figura 20 Combinaciones de Carga	85
Figura 21 Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Desarrollo	86
Figura 22 Tablas de derivas Iniciales de Piso - Desarrollo	86
Figura 23 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8.....	87
Figura 24 Distribución de Estructuración final - Desarrollo	88
Figura 25 Modelo Etabs Estructuración Final - Desarrollo.....	89
Figura 26 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Desarrollo	89
Figura 27 Tabla derivas de piso - Desarrollo	90

Figura 28	Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8.....	91
Figura 29	Tabla matriz de daños	91
Figura 30	Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°2.....	93
Figura 31	Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°2.....	94
Figura 32	Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°2.....	94
Figura 33	Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°2..	95
Figura 34	Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°2.....	95
Figura 35	Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°3.....	96
Figura 36	Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°3.....	97
Figura 37	Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°3.....	97
Figura 38	Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°3..	98
Figura 39	Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°3.....	98
Figura 40	Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°4.....	99
Figura 41	Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°4.....	100
Figura 42	Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°4.....	101
Figura 43	Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°4	101
Figura 44	Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°4.....	102
Figura 45	Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°5.....	103
Figura 46	Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°5.....	104
Figura 47	Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°5.....	104
Figura 48	Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°5	105
Figura 49	Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°5.....	105
Figura 50	Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°8.....	106
Figura 51	Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°8.....	107

Figura 52 Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°8.....	107
Figura 53 Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8	108
Figura 54 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8.....	108
Figura 55 Nivel de Vulnerabilidad Inicial de las Viviendas	109
Figura 56 Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°2	110
Figura 57 Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°2	111
Figura 58 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°2.....	111
Figura 59 Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°2 .	112
Figura 60 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°2.....	112
Figura 61 Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°3	113
Figura 62 Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°3	114
Figura 63 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°2.....	114
Figura 64 Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°3 .	115
Figura 65 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°3.....	115
Figura 66 Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°4	116
Figura 67 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°4.....	117
Figura 68 Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°4 .	118
Figura 69 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°4.....	118
Figura 70 Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°5	119
Figura 71 Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°5	121
Figura 72 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°5.....	121
Figura 73 Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°5 .	122
Figura 74 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°5.....	122

Figura 75 Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°8	123
Figura 76 Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°8	124
Figura 77 Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°8.....	124
Figura 78 Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8 .	124
Figura 79 Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8.....	125
Figura 80 Nivel de Vulnerabilidad Inicial y Final de las Viviendas.....	127
Figura 81 Barras Comparación de Deriva por eje Inicial y Final	128
Figura 82 Barras Comparación de Rigideces por eje Inicial y Final.....	129
Figura 83 Diagrama de dispersión con líneas de tendencias.	131

RESUMEN

La presente investigación estudia la “Vulnerabilidad estructural y propuesta de diseño sismorresistente de viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez – las Moras”. De no mejorarse, un sismo puede ocasionar el colapso de viviendas, lo cual podría resultar en pérdidas humanas y económicas.

La metodología del estudio tuvo un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo y un diseño no experimental. En esta tesis se seleccionaron 5 viviendas en el AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras sin diseño sismo resistente. El objetivo de la investigación fue determinar si la vulnerabilidad estructural se reduce al implementar una propuesta de diseño sismo resistente. Se utilizó el método de la matriz de daños y se recopiló información mediante observaciones en las viviendas. Esta metodología se aplicó antes y después de la implementación del diseño sismo resistente. Los resultados revelaron que las viviendas analizadas mostraban inicialmente alta vulnerabilidad y riesgo de colapso. Sin embargo, después de la implementación del diseño sismo resistente, se observó una disminución de la vulnerabilidad a niveles moderados y leves, con reducciones del 51.82% en el Eje X y del 55.60% en el Eje Y de las derivas iniciales.

En conclusión, se determinó que la implementación del diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en las laderas del AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras. Se recomienda que las autoridades brinden asesoramiento a los propietarios y capaciten a los trabajadores en la construcción adecuada de muros portantes, teniendo en cuenta la calidad de las unidades de albañilería utilizadas.

Palabras claves: Vulnerabilidad, propuesta, diseño, sismorresistente, viviendas, laderas.

ABSTRACT

The present research examines the "Structural Vulnerability and Seismic-Resistant Design Proposal for Housing in the Slopes of AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras". Without improvement, an earthquake can lead to the collapse of houses, resulting in human and economic losses.

The study employed a quantitative approach, an explanatory level, and a non-experimental design. Five houses were selected in the AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras without seismic-resistant design for this thesis. The objective was to determine if the structural vulnerability decreases with the implementation of a seismic-resistant design proposal. The damage matrix method was used, and information was collected through observations in the houses. This methodology was applied before and after the implementation of the seismic-resistant design. The results revealed that the analyzed houses initially exhibited high vulnerability and risk of collapse. However, after the implementation of the seismic-resistant design, a decrease in vulnerability to moderate and mild levels was observed, with reductions of 51.82% in the X-Axis and 55.60% in the Y-Axis of the initial drifts.

In conclusion, it was determined that the implementation of the seismic-resistant design reduces the structural vulnerability of houses in the slopes of AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras. It is recommended that the relevant authorities provide guidance to homeowners and train workers in proper construction of load-bearing walls, considering the quality of masonry units used.

Keywords: Vulnerability, proposal, design, earthquake-resistant, housing, slopes.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de grado se enfoca en el estudio de la vulnerabilidad estructural y propuesta de diseño sismorresistente de viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez – Las Moras. Este tema es importante debido a que la falta de diseño sismorresistente en las viviendas ubicadas en laderas puede generar colapsos, pérdidas de vidas humanas y económicas en caso de ocurrir un sismo. Por tanto, la investigación busca determinar si la implementación de un diseño sismorresistente puede reducir la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas y proporcionar recomendaciones para mejorar la estructura de la construcción en estas áreas vulnerables.

El objetivo principal de esta investigación es determinar el cambio de la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras al implementar una propuesta de diseño sismorresistente, con el fin de favorecer a la seguridad y protección de los residentes y sus bienes en caso de desastres naturales. Se ha observado que existe una carencia de diseño sismorresistente en las viviendas ubicadas en laderas, lo cual las hace particularmente vulnerables a los eventos sísmicos. Además, se ha identificado la falta de supervisión profesional, la construcción llevada a cabo por trabajadores inexpertos y la ausencia de planos estructurales como factores que contribuyen a la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras.

La justificación de esta investigación se basa en su relevancia académica, social y práctica al expandir los conocimientos sobre la vulnerabilidad estructural y mejorar el comportamiento de las viviendas ante eventos sísmicos. Utilizando una metodología basada en la matriz de daños, se evalúa la vulnerabilidad sísmica considerando desplazamientos máximos, atributos del lugar y estructura. Esta investigación contribuirá al campo de estudio, impactando positivamente la seguridad y bienestar de los residentes, y proporcionando recomendaciones prácticas para prevenir y mitigar los riesgos sísmicos en la construcción de viviendas.

El enfoque metodológico utilizado es cuantitativo, con un nivel explicativo y un diseño no experimental. Se seleccionaron 5 viviendas en el AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras que carecían de diseño sismorresistente. Los métodos y técnicas incluyen la recopilación de información a través de observaciones realizadas a las viviendas seleccionadas, el uso de formatos para recopilar y procesar los datos, y el empleo de herramientas informáticas como Excel, Google Earth, AutoCAD y Etabs. Las fuentes de información utilizadas comprenden sitios web bibliográficos y otras fuentes relacionadas con el tema de estudio. Se ha realizado una revisión minuciosa de la literatura existente para respaldar la fundamentación teórica de la investigación.

La investigación se estructura de las siguientes partes:

Capítulo I, se presenta una descripción de la situación problemática, se formula el problema y se establecen los objetivos. Además, se expone sus limitaciones, justificación de la investigación, y su viabilidad.

Capítulo II, se describen los antecedentes locales, nacionales e internacionales, así como las bases teóricas. Se detalla las teorías que más resaltantes. Después se proporciona una posible respuesta a la investigación y se detallan las variables junto con su operacionalización.

Capítulo III, se presentan los aspectos metodológicos de la investigación, los cuales abarca el alcance, enfoque, muestra, población, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como análisis de la información referentes y el procedimiento de la investigación.

El Capítulo IV, presenta los resultados, incluyendo el procesamiento de datos, gráficos y su interpretación.

Capítulo V se discuten los resultados obtenidos a través de los antecedentes y la base teórica. Finalmente, se dan conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo entero, enfrentar los eventos sísmicos ha sido un gran desafío debido a su naturaleza impredecible y las diversas magnitudes e intensidades que se presentan por medio de ondas sísmicas que se extienden en el suelo y pueden ser dañinos en algunos casos (Seiner, 2017). Es por eso que a lo largo del tiempo se han desarrollado nuevos métodos y procesos constructivos que buscan reforzar las estructuras ante los sismos. Además, se han creado institutos y organizaciones encargados de supervisar y hacer cumplir las normas vigentes, registrar los eventos sísmicos e investigar sobre ellos. Durante el último siglo, Indonesia, Japón, China y Pakistán han sido testigos de algunos de los mayores eventos sísmicos registrados en la historia, con magnitudes que llegaron a alcanzar 9.1 y 7.9 en la escala Richter.

Según Rivas (2014), estos terremotos han resultado en la pérdida de más de ochocientos treinta mil vidas humanas, así como en la destrucción de viviendas, edificios, centrales eléctricas e instalaciones industriales.

Asimismo, en 2010, la región de Biobío en Chile experimentó eventos sísmicos más intensos de la historia, 8.8 en la escala Richter de intensidad y una duración de 4 minutos. El terremoto resultó en un saldo de más de 520 vidas perdidas y dejó aproximadamente 500 mil viviendas con daños graves, siendo considerado como la peor catástrofe desde el terremoto ocurrido en 1960. (Tapia, 2010).

En América Latina, este es un problema de gran magnitud, ya que se ha observado que más del 80% de las pérdidas causadas por desastres naturales ocurren en zonas urbanas. Esto se debe principalmente a dos factores: la imprevisibilidad de los fenómenos naturales y una gestión urbana deficiente. Además, a nivel mundial, se estima que Hasta el año 2018, más de la mitad (55%) de familias residían en zonas urbanas, y se proyecta que esta proporción alcance el 66% para el año 2050.

En Perú, la ingeniería sismorresistente ha conseguido disminuir los daños que sufren las obras civiles perjudicadas por sismos, gracias a la investigación teórica, experimental y observaciones en campo. Como resultado, se han creado las normas de diseño sismorresistente (E030), las cuales proporcionan una variedad de metodologías para evaluar las respuestas estructurales, calcular las demandas sísmicas, y establecer los requisitos de resistencia y rigidez que deben tener las edificaciones en función de su importancia, ubicación y sistema estructural (SENCICO, 2020). En los últimos años, en Lima se ha observado un aumento en la sensibilización hacia los eventos sísmicos y su repercusión, especialmente en países con un bajo nivel de crecimiento, donde los factores estructurales pueden aumentar la vulnerabilidad ante los sismos y generar un mayor riesgo ante un evento desastroso (Rosario, 2007). Este problema se hace más evidente en asentamientos humanos y distritos emergentes, como el Asentamiento Humano Huascata del distrito de Chaclacayo, que se encuentra en un entorno geográfico con laderas de montaña y viviendas de material noble, lo que lo hace especialmente vulnerable a los eventos sísmicos. Por lo tanto, resulta oportuno llevar a cabo investigaciones orientadas al análisis de la vulnerabilidad estructural, del mismo modo como lo establecen las normas escritas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

A nivel local, en Huánuco, la geografía accidentada de gran parte de su territorio ha reducido el área disponible para el asentamiento poblacional, lo que ha generado una rápida expansión urbana. Debido a esto, es necesario que los gobiernos regionales, universidades e instituciones públicas realicen estudios de vulnerabilidad estructural en la zona.

En el AA.HH. "Jorge Chávez" de las Moras, los factores que afectan la vulnerabilidad estructural de las viviendas autoconstruidas son diversos. Entre ellos se encuentran la construcción llevada a cabo por trabajadores sin experiencia en diferentes momentos, la carencia de planos estructurales, la falta de supervisión profesional, la calidad del material utilizado y, especialmente, la ausencia del diseño sismo resistente adecuado. Estas son

los factores más comunes que afectan la vulnerabilidad estructural de las viviendas en dicha área.

En este estudio, se analizará el impacto que tiene la presencia o falta del diseño sismo resistente de las edificaciones en laderas. Por lo tanto, se requiere llevar a cabo una valoración que posibilite determinar el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas antes y después de proponer un diseño sismorresistente adecuado que refuerce estas estructuras ante eventos sísmicos. De esta manera, se podrán tomar decisiones oportunas para prevenir el colapso potencial de las estructuras frente a movimientos telúricos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo cambia la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras al implementar una propuesta de diseño sismorresistente en aquellas que la carecen?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente?

¿Cuál es el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras que implementan un diseño sismo resistente?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el cambio de la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras al implementar una propuesta de diseño sismorresistente.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente.
- Determinar el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras. que si implementan una propuesta de diseño sismo resistente.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los motivos que respaldan esta investigación son:

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se basa en el propósito de expandir los conocimientos existentes sobre la vulnerabilidad estructural, con el fin de sistematizar los resultados obtenidos y proponer un diseño estructural con criterio sísmico. De esta manera, se busca mejorar el comportamiento estructural de las viviendas ante eventos sísmicos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Se sustenta en el uso de una metodología denominada "matriz de daños", la cual permite evaluar la vulnerabilidad estructural de viviendas a través de mediciones de desplazamientos máximos, también se analizará en relación a los atributos del lugar, la arquitectura y la estructura. Este estudio es de tipo no experimental y explicativa.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICO

Se toman en cuenta los parámetros sísmicos para identificar coeficiente de reducción de fuerza sísmica, el peligro en la zona de estudio, como, amplificación sísmica, perfil de suelo y la zonificación urbana para los sistemas constructivos. Además, se emplean herramientas informáticas como Excel, Google Earth, AutoCAD, Excel y Etabs.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

De este estudio se enfoca en asegurar las construcciones futuras en el AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras ante la posible llegada de eventos sísmicos de gran magnitud. Se busca aportar a elevar la calidad de vida de las personas y reducir el riesgo ante desastres naturales.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Cierta desconfianza e ignorancia de algunos propietarios por proporcionar datos.
- Existen métodos no definidos y no reglamentados en el momento de evaluar el estado de una vivienda.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad se refiere a la posibilidad de llevar a cabo un proyecto científico en la práctica. Si una idea de investigación no es viable, esto significa que no puede ser realizada en la vida real y, por lo tanto, debe ser desestimada (Rodríguez Puerta, 2021).

1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA

Se dispone de la todos los sitios web bibliográfica e información relaciona para el desarrollo del trabajo de investigación. Sobre la pre disponibilidad por parte de algunos habitantes de la zona para ser parte de esta investigación, se considera que si se va contar con la colaboración ya que vamos a realizar encuestas a diferentes personas sobre nuestra investigación.

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

Se cuenta con los medios financieros para poder realizar el trabajo de investigación.

1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL

Se dispone del tiempo suficiente para realizar el presente trabajo de investigación, no expira a un plazo mayor a los 2 años por ende se considera un proyecto vial temporal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Tras realizar una minuciosa revisión de una amplia gama de fuentes, que incluyen numerosas investigaciones científicas llevadas a cabo en destacadas universidades locales, nacionales e internacionales, se han identificado investigaciones pertinentes al tema de investigación abordado en este trabajo. A continuación, se describen dichos estudios:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Se cuenta con:

Alonso & Galdeano (2021). Instituto CIFOT, Argentina, desarrollo una investigación titulada “Propuesta metodológica para la evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica en áreas periurbanas” El objetivo del estudio fue seleccionar un método que aborde adecuadamente la dificultad y analizar la vulnerabilidad sísmica urbana a modo de un constructo sistémico. La aplicación del enfoque metodológico propuesto implica realizar un análisis exhaustivo de los subatributos mencionados y evaluar las matrices de comparaciones pareadas con el fin de obtener una valoración numérica para cada uno de ellos. Estas valoraciones son sustituidas en ecuaciones propuestas para obtener los índices correspondientes a cada criterio. Se concluye esta metodología tiene el potencial de ser una valiosa contribución en la creación de instrumentos con un enfoque geográfico, basados en la experiencia y conocimiento de estudiosos locales. Además, se destaca que la especialización de las opiniones manifestadas en la metodología podría facilitar la creación de un Sistema de Investigación Geográfica.

Sidney (2018) México, desarrollo una investigación titulada “Propuesta de Intervención Constructiva para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de la Vivienda Autoconstruida en el Área

Metropolitana de Guadalajara”, con el objetivo es examinar las viviendas autoconstruidas en el metropolitana de Guadalajara con el fin de proponer medidas constructivas que ayuden a disminuir la vulnerabilidad sísmica existente. Además, se busca desarrollar herramientas prácticas que faciliten su implementación, promoviendo una mayor participación de los usuarios y mejorando sus prácticas constructivas. Además, se pretende elevar el bienestar de las personas al mejorar las condiciones habitacionales y la calidad de las viviendas. La investigación analiza comportamiento estructural, la forma de vivienda, los métodos de construcción, y la condición física para comprender sus limitaciones y oportunidades. En este estudio se considera la perspectiva de los usuarios y se plantean opciones factibles de intervención constructiva para que los residentes puedan mejorar y expandir sus viviendas, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad sísmica característica de las construcciones informales en el país. Se concluyo a investigación llevada a cabo permitió el análisis detallado de la edificación autoconstruida en el metropolitano de Guadalajara, lo ha possibilitado la formulación de propuestas constructivas factibles que permitan a los residentes mejorar y expandir sus viviendas, lo cual a su vez contribuye a reducir la vulnerabilidad sísmica inherente a estas construcciones autoconstruidas en el país. Los resultados determinados en esta investigación muestran que la vivienda autoconstruida tiene un gran potencial y que existen soluciones técnicas y económicamente viables para superar los obstáculos actuales y beneficiar a los habitantes. En este sentido, se destaca la importancia de ofrecer herramientas prácticas y soluciones tecno económicas que permitan a los habitantes mejor calidad constructiva de sus viviendas y disminuye su vulnerabilidad ante eventos sísmicos.

Torres A.(2018). Colombia, desarrollo una investigación titulada “Identificación de las malas prácticas constructivas en la vivienda informal”, este proyecto tuvo como objetivo elevar la calidad de vida de las personas residentes en zonas lejanas de la ciudad, específicamente en viviendas autoconstruidas, con el propósito de reducir las malas

prácticas constructivas mediante la introducción de mano de obra calificada. La metodología utilizada consistió en observar las malas construcciones, realizar un análisis cuantitativo y estadístico para identificar la problemática en las viviendas evaluadas. Se concluyó que es necesario implementar una educación que facilite la identificación y resolución de problemas relacionados con la vivienda., junto con iniciativas sociales que eleven la calidad de vida de las familias afectadas. Se sugiere que se introduzca un enfoque habitacional en los planes de estudio para que los estudiantes puedan brindar una contribución significativa para mejorar las condiciones de habitabilidad y el entorno de estas familias.

(Giraldo Alvarez & Berrio Hoyos, 2021) desarrollo una investigación titulada Análisis Sísmico De Edificaciones Con Emplazamiento Escalonado En Laderas: Revisión De Literatura Y Caso Práctico.El objetivo es realizar una revisión exhaustiva de la literatura y analizar información relevante sobre los aspectos principales para evaluar la resistencia sísmica de edificios en zonas de pendiente. También, se llevará a cabo un ejemplo práctico que consistirá en la simulación de una estructura que refleje las características propias de la ciudad de Medellín, utilizando herramientas computacionales. Esto permitirá aplicar los principios previamente investigados y proporcionar una herramienta útil para ingenieros que trabajen en proyectos con características similares.

Bajo estos lineamientos y premisas establecidos en este análisis, se pudo concluir los derivas y desplazamientos resultan inferiores en la modelación que considera las consecuencias del ISE (Interacción Suelo-Estructura) en la carga sísmica en el eje X, mientras que son mayores para la carga sísmica en el eje Y, en contraste con la modelación de base fija. Esto atribuida presumiblemente a la geometría escalonada de la ubicación del edificio en dirección X y al confinamiento del talud perpendicular en esa misma dirección, que se adoptó en la modelación en ISE. Además, se observó que, en los casos de análisis sísmico, se

produjo un incremento notable en los desplazamientos perpendiculares a la dirección del sismo estudiado, lo que lleva a la conclusión de que, en esta situación específica, el análisis mediante el ISE acentuó los efectos torsionales de la estructura. Teniendo en cuenta esto, refleja una representación más fiel a la estructura real.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

(Tito Vargas, 2018) desarrollo el estudio titulado “Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas”.

El objetivo de este estudio de investigación fue examinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales, situadas en calle El Parral, en el distrito de Comas. Para alcanzar los objetivos del estudio, se seleccionaron tres viviendas de dos, tres y cuatro pisos, respectivamente, que presentaban un sistema estructural mixto, pórticos de concreto armado en el ancho y albañilería confinada en la dirección larga. El método utilizado para evaluar el comportamiento sísmico de estas viviendas se basó en determinar la curva de desempeño, la cual fue seguidamente comparada con curvas de demanda sísmica. Se determinó el nivel de desempeño, que corresponde a la intersección entre el espectro de capacidad y el espectro de demanda, para realizar una evaluación analítica del desempeño sísmico de la estructura.

Los resultados del estudio indican que las edificaciones informales tienen vulnerabilidad a los terremotos, y algunas de ellas están cerca del punto de colapso. Para abordar esta situación, se propuso un reforzamiento estratégico de las columnas mediante su ensanchamiento. Posteriormente, se aplicó la misma metodología para evaluar el desempeño de las viviendas después del reforzamiento propuesto y se encontró que este logró mejoras sustanciales en los niveles de desempeño, cambiando de un estado de colapso a seguridad. En resumen, esta tesis se enfocó en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en un área específica y propuso una solución viable para mejorar su resistencia sísmica.

Chávez & Reátegui.(2019), llevaron a cabo un estudio titulado “Identificación de fallas estructurales en edificaciones de albañilería confinada ante un evento sísmico en el Balneario de Buenos Aires Sur, Trujillo”, cuyo El objetivo de esta tesis fue determinar la existencia de fallas estructurales en viviendas confinadas durante movimientos sísmicos. Los investigadores emplearon un enfoque de recolección de datos sencillo, el cual consistió en recopilar fichas técnicas relacionadas con la realidad del lugar investigado. La muestra abarcó 43 manzanas y 377 lotes. Como resultado del estudio realizado, se pudo concluir que la mayoría de las construcciones en este balneario serían vulnerables ante un terremoto debido a la insuficiente resistencia de los muros confinados. Un 73% de las viviendas presentarían fallas debido a la ausencia de juntas de dilatación entre edificaciones adyacentes, en tanto que un 77% de las edificaciones experimentarían fallas por a un deficiente arrostramiento de muros no estructurales en los volados. Además, se encontró que el 28% de las fallas por vibración fuerte de rigidez lateral se debió a la forma asimétrica de los muros altos, en tanto un 49% se debió a la flexión del apoyo soporta los tanques elevados. En general, llegando a la conclusión de que las principales fallas que se producirían en caso de un terremoto son la debilidad de los muros confinados, el impacto entre estructuras adyacentes, las fallas causadas por muros no estructurales en voladizos y el colapso repentino debido a la vibración de la rigidez.

Llauce (2019), desarrollo una investigación denominada “Vulnerabilidad estructural de las viviendas de puerto Casma, Distrito de Comandante Noel” el objetivo de este estudio fue determinar el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas en Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma, Región Ancash, teniendo como propósito proteger la seguridad de la población en caso de un sismo. Con el fin de evaluar el potencial de daño que podrían experimentar en caso de un terremoto, se utilizó el método de Benedetti y Petrini, originario de Italia. Este modelo calcula el índice de vulnerabilidad basado en las especificaciones estructurales que

afectan su respuesta sísmica, y lo asocia con un índice de daño que se deriva al sismo. Además, se consideró la corrosión como un factor que afecta la estructura en esta zona. Se recopilaron datos de cada edificación (viviendas) a través de encuestas que se prepararon específicamente para este propósito, utilizando diferentes Se diseñaron formatos específicos adaptados a la clase de material de construcción utilizado. De resultados arrojados se utilizarían para dar evaluaciones y valoraciones, así como para proponer soluciones alternativas., además de sugerir alternativas de solución en caso de desastres naturales que pudieran afectar las edificaciones.

Ccoarite (2020), desarrollo una investigación titulada “Influencia de la configuración estructural, en la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales – Juliaca” el objetivo de esta tesis fue determinar de qué forma la configuración estructural influye en el en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones autoconstruidas de Juliaca, utilizando un método cuantitativo basada en un análisis estático no lineal. Se eligieron 383 viviendas de muestra y se evaluaron de dos formas distintas: un 20% mediante encuestas realizadas a los propietarios y un 80% mediante observaciones aéreas utilizando un drone. Además, se emplearon herramientas de medir, un distanciómetro láser, encuestas de constructores y ensayos de esclerómetro en elementos estructurales de las viviendas autoconstruidas, para obtener una caracterización precisa de las viviendas. Luego, se incorporaron las características técnicas obtenidas en las configuraciones estructurales y se sometieron a un análisis estático no lineal (fundamentado en desempeño) para determinar el nivel de desempeño sísmico y vulnerabilidad sísmica. Los resultados del estudio indican que las estructuras con configuraciones regulares presentan un desempeño sísmico superior en contraste con las estructuras irregulares. Esto lleva a la conclusión de que la configuración estructural tiene un impacto significativo en el nivel de vulnerabilidad sísmica de una edificación. Adicionalmente, se descubrió que, pese a las restricciones técnicas de los métodos de construcción informales, tener en cuenta una configuración estructural adecuada y

una cantidad pisos recomendado puede brindar a las viviendas la capacidad de resistir sismos frecuentes, ocasionales e incluso aquellos poco comunes en algunos escenarios.

Al concluir el estudio se proporciona información sobre el número recomendado de pisos para la construcción de la edificación, según su configuración estructural. Para lograr estos resultados, se combinaron diferentes métodos de recolección de datos, y se utilizó un análisis estático no lineal para evaluar el desempeño sísmico y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en Juliaca. Con esta información, se espera que sea posible implementar acciones para elevar la seguridad sísmica de las edificaciones informales.

Tocto & Martinez (2022), desarrollo una investigación titulada “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Utilizando el Método de Hirosawa en Instituciones Educativas de la Ciudad de Jaén-2021”.El objetivo principal de este estudio fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de algunas Instituciones Educativas de la ciudad de Jaén utilizando un método llamado Hirosawa. Se utilizó una combinación de investigación cualitativa y cuantitativa, en la que se recopiló información sobre las especificaciones de las viviendas y se aplicaron fórmulas para calcular los índices I_s e I_{so} . Se seleccionaron 6 instituciones educativas como muestra de una población total de 98 instituciones en la ciudad.

Los resultados del estudio indican que los módulos 3B-1, 3B-2, 3C-1 y 3C-2, institución educativa Fe y Alegría N° 22 San Luis Gonzaga, no tienen seguridad (vulnerables) dirección “X” del piso 1 y 2, en tanto que los módulos 3D, 4B y 4C no son seguros (vulnerables) en “X” y “Y” del piso 1 y en la dirección X del segundo nivel. También se determinó que la institución educativa N° 17001 no es segura (vulnerable) en “X” del piso 1 y 2, pero que las otras edificaciones analizadas si son seguras en todos sus pisos. También, se utilizó un software llamado ETABS v.19.0.0. para analizar la distorsión en las edificaciones, y se encontró que, en todas las edificaciones, excepto en la I.E N°16002 y la I.E. N°17001, se cumple con los requisitos de seguridad.

Bermudez & Piscoya (2021) desarrollaron una investigación titulada “Análisis De La Vulnerabilidad Sísmica De Viviendas Autoconstruidas En Buenos Aires, Distrito De Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad 2021” Los objetivos del estudio se centran en 2 aspectos: el análisis subjetivo y el método analítico de vulnerabilidad. Al hacer el análisis busca unificar la vulnerabilidad en relación a ambos factores. Para lograr estos objetivos, se utilizó el método de investigaciones descriptivas y se determinó una muestra de acuerdo con la población objetivo como la población total. Empleándose metodologías estadísticas y diversas herramientas de recopilación de datos, así como softwares computacionales durante el proceso de investigación. Los resultados obtenidos proporcionaron información precisa sobre la vulnerabilidad de las viviendas, revelando valores superiores al 50%. El estudio comparó estos valores con investigaciones previas y llegó a la conclusión de que, a pesar de las limitaciones, las viviendas autoconstruidas presentan un nivel de vulnerabilidad alto o muy alto.

Aguilar (2021) desarrollo una investigación titulada “Vulnerabilidad Estructural Y Diseño Sismo Resistente En Las Viviendas Del AA.HH. El Progreso Del Distrito De Carabayllo” esta investigación seleccionó una muestra de cinco viviendas del AA.HH. El Progreso del distrito de Carabayllo que carecían del diseño sismo resistente, a fin del objetivo, determinar si la vulnerabilidad estructural disminuía después de la implementación del diseño sismo resistente. Al llevar a cabo la tesis, se usó el método de la matriz de daños, y se juntó la información de las edificaciones mediante fichas técnicas, se hizo el análisis sísmico, una antes y otra después de la implementación del diseño sismo resistente.

Los resultados obtenidos revelaron que el total de las edificaciones estudiadas presentaban al inicio una alta vulnerabilidad, pero después de implementar el diseño sismo resistente, su vulnerabilidad disminuyó a un grado leve, con una reducción del 30% y 24% en las derivas del inicio para los ejes X e Y. Con base en estos hallazgos, la investigación

concluye que la implementación del diseño sismo resistente reduce significativamente la vulnerabilidad estructural en las viviendas en el AA.HH. El Progreso, ubicadas en Carabayllo. Por último, se sugiere a los gobernantes responsables informar a la población sobre el estado de sus viviendas y brindar capacitación continua al trabajador del área de la construcción.

Guzman (2022) desarrollo una investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de 02 niveles en el Barrio Miraflores, San Juan Bautista, Ayacucho 2022” El objetivo de este estudio es determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones informales de dos niveles el barrio Miraflores, San Juan Bautista, Ayacucho en el año 2022. Este estudio es de tipo aplicado y enfoque cuantitativo, nivel de investigación explicativo y con un diseño no experimental. La población objeto de estudio está conformada por 210 viviendas de dos niveles, y se seleccionó una muestra de 29 viviendas utilizando un método de muestreo probabilístico. Para recopilar los datos, se emplearon técnicas e instrumentos como fichas técnicas, observación directa y el uso de programas de computación. Los resultados generados utilizando el método de Benedetti y Petrini revelan que un 17.24% de las viviendas se encuentran con alta vulnerabilidad, un 31.03% en una condición de vulnerabilidad media, y un 51.72% en un estado de vulnerabilidad baja. De acuerdo a el PIVR - FEMA154, un 13.79% de las viviendas implican una evaluación minuciosa, mientras que el 86.21% no la necesitan. Mediante la aplicación del método de la matriz de daños, se determina que ambas viviendas muestran un nivel de vulnerabilidad que las clasifica como propensas al colapso. Se concluye, que es fundamental evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones utilizando múltiples métodos para determinar su capacidad de resistencia ante un sismo.

Hinostroza (2021) desarrollo una investigación titulada “Comportamiento sísmico de viviendas de albañilería confinada reforzadas con malla electro soldada, vivienda típica del Asentamiento

Humano Señor de Luren, Ica 2021” El objetivo de esta investigación fue determinar el comportamiento sísmico de viviendas de albañilería confinada mejorada con malla electro soldada del AA. HH Señor de Luren, Ica – 2021. Se utilizó un método aplicado, con un enfoque práctico y un diseño no experimental. Los resultados calculados indican que las viviendas de albañilería confinada, después de ser mejoradas con malla electro soldada en los muros seleccionados, muestran un nivel moderado de daño sísmico. Esto se debe a la deriva de entrepiso del eje X es del 0.36% en nivel 1 y del 0.42% en el segundo piso, valores inferiores al límite del 0.50% establecido en la norma E030. Se enfocó en evaluar las fuerzas internas de corte, ya que principalmente afectan a los muros. Estas fuerzas aumentan en los muros reforzados y se liberan en los no reforzados. Asimismo, se observa una reducción de la cortante basal con el uso de la malla electro soldada, con valores de V_y de 40.20 tonf y V_x de 46.83 tonf. En conclusión, el estudio demuestra que las edificaciones de albañilería confinada mejoradas por malla electro soldada tienen un comportamiento sísmico satisfactorio. Después de reforzar los muros seleccionados, se asegura la estabilidad estructural de las viviendas y se previene el colapso en caso de un terremoto severo. Esto da seguridad a las personas y protege sus vidas.

Huamán (2021) desarrollo una investigación titulada “Propuesta estructural para la reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de las laderas distrito de Independencia Lima 2021” este trabajo se enfocó en analizar la propuesta estructural para el diseño de viviendas en laderas, con el objetivo de analizar su efectividad en la reducción de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones informales en laderas de Independencia, Lima en el año 2021. Se efectuó un análisis detallado de una vivienda existente de 105 m², revelando la presencia de múltiples defectos tanto estructurales como constructivos, además de una ubicación en terrenos poco estable. Se desarrollaron 2 propuestas de estructuras, una utilizando concreto armado y otra utilizando acero estructural, las cuales fueron sometidas a análisis sísmico estático y dinámico. Como resultado, se concluyó que la estructura de acero es un

30% más liviana en contraste con la de concreto armado, presenta mínimas distorsiones y desplazamientos entre pisos, y resulta más factible y beneficiosa en términos de presupuesto y construcción en estas áreas geográficas.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Narro (2022), Huánuco, desarrollo una investigación titulada “Evaluación Del Desempeño Sismorresistente Aplicando El Método De Análisis Estático No Lineal Pushover En Una Edificación De 4 Niveles En La Ciudad De Huánuco 2019” En este estudio se evaluó el desempeño sísmico de un edificio de albañilería confinada de 4 pisos en Huánuco. Se emplearon modelos de plasticidad concentrada en los componentes viga-columna, el modelo puntal tirante en muros de albañilería confinada y constitutivos de Martinelli. Los resultados obtenidos demostraron que hubo en la estructura un desempeño sísmico seguro en caso a un terremoto con un período de retorno de 475 años por ambas direcciones (X e Y). Para un terremoto con una ocurrencia estimada cada 2500 años, la respuesta sísmica demostró una capacidad de resistencia al colapso en la dirección perpendicular.

Cristóbal (2021) desarrollo una investigación titulada, desarrollo una investigación titulada. “Estudio sobre la vulnerabilidad y riesgo de los movimientos en masa en las viviendas de las Moras” el objetivo de esta tesis es determinar la vulnerabilidad y las amenazas asociadas a los deslizamientos de tierra en las viviendas de Las Moras, con el fin de evaluar el riesgo local frente a posibles desastres naturales, se concretó un análisis de movimientos de masa ocurridos en esta década. Además, se desarrolló un programa de prevención con el fin de hacer frente a estos eventos y se propusieron soluciones a través del reconocimiento de lugares de potencial riesgo. Como conclusión, se pudo realizar un estudio exhaustivo de la vulnerabilidad y los riesgos, utilizando una muestra adecuada. Se elaboraron matrices y mapas concernientes, se identificó la existencia de movimientos de masa a lo largo del tiempo y se determinaron las áreas que presentan riesgo.

Atayauri (2019), Huánuco desarrollo una investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones existentes en Cayhuayna baja, distrito de Pillco marca – Huánuco”. Esta investigación propone un método para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en Cayhuayna Baja, en el Distrito de Pillco Marca, con un enfoque en las viviendas de albañilería confinada. Se han evaluado los lineamientos establecidos en este estudio. Los hallazgos revelan que la mayor parte de las edificaciones en esta área tienen carencia de asistencia técnica, incluyendo un diseño arquitectónico y estructural apropiado. El estudio revela que el índice de vulnerabilidad es del 15.89% para las estructuras de mampostería, 8.16% para las de albañilería y 3.96% para las de concreto armado. Estos resultados son relevantes para prevenir daños y víctimas humanas en caso de un terremoto severo en Pillco Marca, Huánuco.

Abal (2018) la presente investigación titulada “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas del Asentamiento Humano Comité 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares -Huánuco 2018”, La presente investigación se clasifica como diseño no experimental, descriptiva, de correlacional-transversal y de enfoque cuantitativo. La selección de la muestra no sigue un criterio probabilístico y consiste en 20 edificaciones del comité 2 de Aparicio Pomares. Para la prueba de hipótesis se realizó mediante el método de Benedetti y Petrini. Según los resultados del análisis, se evidencia una vulnerabilidad sísmica significativa, dado que más del 55% de las viviendas estudiadas necesitan mejoras estructurales. Se ha identificado que el 35% de las edificaciones encuestadas muestran un nivel medio a alto de vulnerabilidad sísmica y requieren de una acción a mediano plazo para fortalecer o mejorar sus elementos estructurales. Además, el 20% de viviendas tienen una vulnerabilidad alta y requieren respuesta inmediata. El 20% de edificaciones evaluadas tienen baja vulnerabilidad, mientras que el 25% muestra un nivel medio a bajo de vulnerabilidad.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

2.2.1.1. INTRODUCCIÓN

En países en desarrollo, como el nuestro, durante las décadas de los 80 y 90 se produjo un aumento significativo en la construcción de edificaciones utilizando la albañilería confinada como sistema estructural. Perú se encuentra en una región de elevado riesgo sísmico, lo que implica que las estructuras en nuestro territorio son vulnerables de sufrir daños significativos, especialmente aquellas de mayor antigüedad o construidas sin cumplir con las normas sísmicas actuales, como ocurre en el área de estudio de esta investigación. Si se identifica que la vulnerabilidad estructural de las construcciones en laderas es elevada, se deben tomar medidas adecuadas para reducirla. Para ello, es necesario entender completamente el concepto y el propósito de la vulnerabilidad estructural en edificaciones e implementar los métodos más adecuada.

2.2.1.2. DEFINICIÓN

El concepto vulnerabilidad estructural es “definido como la medida de susceptibilidad o la predisposición intrínseca de los elementos expuestos a una amenaza, a sufrir daños o pérdidas” (Wong et al., 1997). Es importante señalar que la vulnerabilidad estructural es una especificación que está determinada por el diseño y construcción de la estructura en sí misma, más no está determinada por la peligrosidad del sitio en el que se localiza. Por lo tanto, cualquier estructura que pueda ser perjudicada por un terremoto debe considerarse en investigación de vulnerabilidad estructural. (UNDRO, 1979).

En consecuencia, es posible calcular la vulnerabilidad estructural utilizando un método de análisis que se ajuste a los objetivos establecidos. Si se determina que la vulnerabilidad

estructural es elevada, es necesario tomar medidas apropiadas para reducir dicho nivel y mantenerlo dentro de un rango seguro para evitar posibles colapsos.

2.2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

De acuerdo con Sandi (1986), la vulnerabilidad estructural, definida como característica intrínseca de la estructura, sigue una secuencia de relación causa-efecto, donde la actividad sísmica desempeña el papel de causa y el deterioro ocasionado por el sismo como el resultado. Por lo tanto, al mencionar la vulnerabilidad estructural, es crucial tener en cuenta la acción sísmica a la que la edificación está expuesta y el daño sísmico que se espera.

➤ La acción sísmica

La acción sísmica es un factor clave que afecta la vulnerabilidad estructural de las edificaciones, ya que genera esfuerzos cortantes que pueden causar daños críticos si superan el rango permisible. Por lo tanto, es fundamental definir y caracterizar adecuadamente la acción sísmica en cualquier investigación de vulnerabilidad estructural.

A pesar de que se han desarrollado nuevas metodologías para evaluar la vulnerabilidad estructural, aún existen incertidumbres debido a la complejidad del fenómeno sísmico, lo que puede llevar a una sobrestimación o subestimación de la intensidad de la acción sísmica esperada. Esto puede resultar en un aumento excesivo de los costos de construcción o en un incremento de los daños esperados, lo que a su vez aumenta el riesgo de pérdidas económicas y de vidas humanas.

Por lo tanto, es crucial establecer una representación precisa de la acción sísmica desde el inicio del estudio para garantizar una

respuesta estructural que refleje los daños reales que deben ser evaluados y mitigados. Este enfoque es fundamental para lograr una construcción con mayor nivel de seguridad y capacidad de resistencia frente a los terremotos., lo que a su vez puede salvar vidas y reducir los costos a largo plazo (Singh, 1995).

El daño sísmico

Por lo general, el término "daño sísmico" Se emplea para hacer alusión al desgaste físico de los diferentes componentes que integran una estructura, así como el efecto económico que puede generar un evento sísmico. En este sentido, el daño sísmico se clasifica como económico o físico, según lo indica (Yépez, 1996).

El daño físico se divide en 2 categorías principales: estructural y no estructural. Daño estructural se refiere al desgaste de los componentes resistentes en la estructura a efectos de la actividad sísmica, Por lo tanto, la caracterización del daño físico depende en gran medida del sistema estructural y de las propiedades de los materiales que lo componen. En contraste, el daño no estructural se menciona a los perjuicios sufridos por elementos adicionales de la estructura, como elementos arquitectónicos, sanitarios y sistemas electromecánicos, entre otros. En otras palabras, se hace referencia a elementos que no conforman parte del sistema de resistencia sísmica.

La estimación del daño económico, que se refiere a la representación del daño ocasionado en términos monetarios, es muy complicada y se realiza a través de métodos empíricos, teóricos o subjetivos. En general, guarda relación con el deterioro estructural identificado.

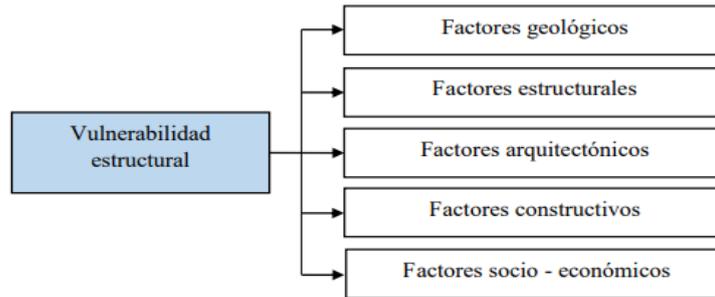
En la investigación de evaluación de vulnerabilidad, se suele prestar más atención a la descripción del daño físico causado por la acción sísmica, por lo que es un aspecto importante a considerar

en la presente investigación.

Por lo general, los daños son resultado de una mezcla de variables que se incluyen en los aspectos presentados en la figura.

Figura 1

Factores que influyen en la vulnerabilidad estructural de edificaciones



Fuente: Alonso. (2018).

2.2.1.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Clasificación de los métodos

De acuerdo con Caicedo et al. (1994), existen dos grandes categorías para la evaluación de la vulnerabilidad estructural:

Vulnerabilidad Calculada

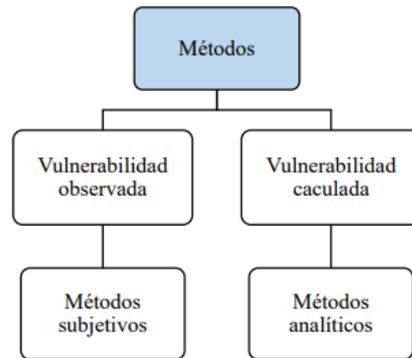
Este grupo de métodos para evaluar la vulnerabilidad estructural que se basa en la modelación estructural y el uso de términos numéricos con el fin de determinar la vulnerabilidad. Esta técnica permite obtener resultados objetivos y cuantificar la posible variación en la vulnerabilidad en términos porcentuales.

Vulnerabilidad Observada

Estos métodos son utilizados para evaluar de forma rápida la vulnerabilidad estructural mediante la revisión visual que se basa en principios empíricos o subjetivos. Los resultados obtenidos suelen ser descripciones cualitativas: alta, media o baja vulnerabilidad.

Figura 2

Clasificación de los métodos para evaluar la vulnerabilidad estructural



2.2.1.5. MEDICIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

A. Vulnerabilidad Observada

Índice de Vulnerabilidad

El Índice de Vulnerabilidad, planteado por Petrini y Benedetti (1984) y elaborado en Italia, se fundamenta en los datos recopilados sobre el deterioro visualizado en viviendas impactados por sismos a partir de 1976. Su objetivo es evaluar de forma simple, rápida y económica la vulnerabilidad de viviendas, especialmente de albañilería, a gran escala.

El método consiste en puntuar la estructura a través de 11 parámetros, siendo A considerado como óptimo y D como pésimo. (ver la Tabla 1).

Tabla 1

Matriz de calificación de la vulnerabilidad de edificaciones de mampostería no reforzada

Número	Parámetro	Calificación K_i				Peso W_i
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Entrepisos	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Benedetti (1984).

La vulnerabilidad se expresa como la suma de las

$$I_v = \left(\sum K_i \cdot W_i \right)$$

puntuaciones de los parámetros, tal como se observa:

Método japonés

El método de Hirosawa (1992) es una técnica utilizada para evaluar el riesgo sísmico de edificios de concreto armado de baja o mediana altura construidos por medio de proceso más usados. El objetivo de este método es calcular un índice sísmico (I_s) que refleja la conducta general de la estructura investigada.

El índice sísmico se calcula multiplicando cuatro factores que se estiman individualmente. El primer parámetro (E_o) se encuentra relacionado con la capacidad de carga máxima de los elementos estructurales de la edificación, la ductilidad del sistema y el tipo de

mecanismo de fallo. El segundo parámetro (G) toma en cuenta la magnitud de las oscilaciones del suelo en el área de cimentación. El tercer parámetro (Sd) explica el impacto del diseño estructural en la respuesta sísmica de la vivienda por medio de variables como la distribución de masas o rigideces. Para terminar, el parámetro (T) evalúa el estado de deterioro y fallos presentes en los elementos de la estructura, pueden ser grietas o deformaciones.

Este índice sísmico se utiliza para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la edificación. El método es valioso porque proporciona una evaluación global de la vulnerabilidad sísmica de la edificación, considerando múltiples factores. Además, es adecuado para evaluar rápidamente el riesgo sísmico de un gran número de viviendas.

Es importante tener en cuenta que este método fue desarrollado específicamente para edificios de concreto armado de mediana o baja altura construidos por medio de procesos comunes. Por lo tanto, no es conveniente para evaluar la vulnerabilidad sísmica de otros tipos de estructuras o viviendas con características diferentes.

En resumen, el método de Hirosawa es una técnica útil para determinar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de concreto armado de baja o mediana altura construidos mediante procesos habituales. A través del cálculo de un índice sísmico, se pueden evaluar rápidamente múltiples factores para determinar el nivel de peligro sísmico de la estructura. La fórmula para el cálculo de I_s es:

$$I_s = (E_o) \cdot (G) \cdot (S_d) \cdot (T)$$

Donde:

□ índice sísmico de comportamiento estructural : E_o

□ índice sísmico de movimiento del terreno : G

- índice sísmico de concepción estructural : Sd
- índice sísmico de deterioro estructural : T

Utilizando los cálculos generados para el parámetro I_s y teniendo en cuenta factores generales como la antigüedad, la importancia y el propósito de la estructura, se evaluará el grado de vulnerabilidad sísmico.

B. Vulnerabilidad Calculada

Matriz de daños

Estas metodologías buscan evaluar el nivel de vulnerabilidad estructural del daño que se espera que ocurra en caso de un terremoto, utilizando una matriz de daños. Estas matrices de daños se hacen partiendo del análisis estadístico de los daños detectados en estructuras después de un evento sísmico, y la deriva de entrepiso se utiliza como indicador del daño.

Durante un extenso período de tiempo, el CISMID ha realizado una gran cantidad de pruebas en viviendas construidas con albañilería confinada a escala real, lo que les ha permitido recopilar datos experimentales y desarrollar una matriz de daños útil para evaluar la vulnerabilidad estructural.

Tabla 2

Matriz de daños post terremoto según la deriva en viviendas de albañilería confinada.

Deriva	Nivel de daño	Nivel de vulnerabilidad
1/2000-1/1000	Sin daños	Leve
1/800	Daños leves	Moderado
1/350	Daños severos	Severo
>1/200	Colapso	Colapso

Fuente: Zavala (2016)

➤ Reglamento nacional de edificaciones - RNE

El propósito del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) es establecer una serie de normas técnicas que aseguren un nivel base de confiabilidad en el diseño de estructuras y edificios, con el propósito de salvaguardar tanto la seguridad y bienestar de los residentes como la inversión económica asociada.

Para cumplir con este propósito, el reglamento establece recomendaciones específicas en cuanto a la resistencia, rigidez y ductilidad de las estructuras. En particular, se requiere que el análisis y diseño de los componentes estructurales cumplan con los requerimientos y normas definidos del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E.020. “Cargas”. (RNE, 2016)
- E.030. “Diseño Sismorresistente”. (RNE, 2018)
- E.050. “Suelos y Cimentaciones”. (RNE, 2009)
- E.060. “Concreto armado”. (RNE, 2019)
- E.070. “Albañilería”. (2009)

Determinación de Desplazamientos Laterales

Los desplazamientos laterales determinados mediante el análisis elástico (Δ) y lineal varían en función a la regularidad estructural, de acuerdo como se muestra:

Tabla 3
Factores modificadores de los desplazamientos elásticos

Regularidad estructural	Desplazamientos laterales
Regular	$\Delta t = \Delta \cdot 0.75R$
Irregular	$\Delta t = \Delta \cdot R$

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles La norma E-030 define parámetros para desplazamientos laterales según el tipo de estructuración por medio de distorsión de entre piso (desplazamiento máximo de entrepiso entre la altura del nivel)

Tabla 4
Limites para la distorsión del entrepiso.

Material Predominante	Deriva
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Concreto Armado + Muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Este método se basa en cumplir con las normas establecidas del reglamento, lo que posibilitará determinar el nivel de vulnerabilidad de una estructura, ya sea bajo o alto. En resumen, el cumplimiento de las normas del reglamento es esencial para evaluar la vulnerabilidad en una estructura.

C. Método seleccionado

El método escogido es de la matriz de daño establecida por el CISMID y presentada por el Ing. Carlos Zavala. Una de los principales beneficios de este método es que se puede identificar rápidamente el nivel de vulnerabilidad estructural. Así mismo, se beneficia del respaldo de los múltiples ensayos realizados por el CISMID en estructuras de albañilería confinada.

Resumiendo, se presentan de forma concisa los pasos a utilizar para determinar el cambio de la vulnerabilidad de viviendas en laderas, utilizando el método elegido:

1. Se recopila información de la edificación, como planos y memorias.

2. Se realiza una inspección visual de la vivienda en investigación.
3. En caso de que no estén disponibles, se levantan planos de la edificación.
4. Se determina el nivel de vulnerabilidad a partir del cálculo de la deriva.
5. Se elabora una propuesta de modelo estructural que considera las cargas de gravedad y sísmicas.
6. Se realiza un análisis matricial tridimensional utilizando el método de análisis elástico lineal.
7. Se calculan las derivas.
8. Se determina el nivel de vulnerabilidad partiendo del cálculo de la deriva.

2.2.2. DISEÑO SISMO RESISTENTE

2.2.2.1. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales, como los terremotos, son una realidad en el Perú. El diseño sismo resistente busca reducir los daños y las pérdidas de vida en un terremoto, mediante la aplicación de estándares específicos. Por ejemplo, el terremoto de Pisco en 2007, que tuvo una magnitud de 8.0 dejando más de 500 personas muertas y dejó más de 2000 heridos. En comparación, el terremoto de Cajamarca en 2019, que tuvo una magnitud similar, no causó muertes gracias a la implementación de tecnologías de diseño sismo resistente. La finalidad principal de esta técnica radica en evitar la pérdida de vidas de las personas, garantizar la continuidad de los servicios indispensables y disminuir los perjuicios en las estructuras en caso de un sismo.

Si se hubiera implementado un diseño sismo resistente en las edificaciones, siguiendo los lineamientos de la E-030, se habrían podido reducir significativamente las cifras de víctimas y daños

materiales. El objetivo principal del diseño sismo resistente es:

- Prevenir las posibles pérdidas de vidas humana.
- Reducir los daños de la estructura.
- Permitir la continuidad de los servicios esenciales.

2.2.2.2. DEFINICIÓN

Un diseño estructural sismo resistente tiene el propósito de dotar a la estructura de una mezcla adecuada de ductilidad, resistencia y rigidez para soportar un evento telúrico (RNE, 2016).

Basándonos en este enunciado, el diseño debe cumplir con ciertos principios económicos, que son:

- La estructura no debe sufrir daños ante sismos leves.
- En caso de sismos moderados, la edificación podría sufrir daños que puedan ser reparados.
- La estructura podría tener daños significativos, pero sin colapsar o poner en peligro las vidas, ante sismos severos.

En resumen, un diseño sismo resistente se elabora para proporcionar la flexibilidad, resistencia y fortaleza necesarias a la estructura, de manera que pueda resistir terremotos de diferentes intensidades sin comprometer la seguridad de las personas y con la posibilidad de reparación ante daños menores o moderados.

2.2.2.3. NORMAS USADAS

Las normas usadas del RNE 2016:

- (E-020) Cargas.
- (E-030) Diseño Sismo Resistente.
- (E-060) Concreto Armado.
- (E-070) Albañilería.

2.2.2.4. CARGAS DE DISEÑO

En esta tesis de investigación, se requiere que todos los elementos estructurales de las edificaciones analizadas sean capaces de soportar las diversas cargas aplicadas para hacer frente a un sismo de gran intensidad. La resistencia adecuada de la totalidad de los elementos estructurales, como vigas, columnas, cimientos, etc., es esencial para que las viviendas permanezcan seguras y habitables durante un evento sísmico.

2.2.2.5. CARGAS MUERTAS

Según la definición de Rivera (2017), la carga muerta es la suma de los pesos de los elementos permanentes de una construcción que actúan constantemente sobre la estructura, (p.105). Incluyen el peso de paredes, vigas, columnas, losas de piso, techos, materiales de revestimiento, instalaciones eléctricas, plomería y aire acondicionado fijos, así como cualquier mobiliario fijo. En conjunto, estos pesos constituyen la carga muerta.

Tabla 5
Pesos Unitarios para el cálculo de Cargas Muertas

Materiales	Pesos Unitarios
Albañilería de unidades de arcilla cocida	1800 Kg/m ³
Concreto armado	2400 Kg/m ³
Enlucido o revoque de mortero de cemento (tarrajeo)	2000 Kg/m ³
Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado	300 Kg/m ²

Fuente: Norma E.020 (RNE, 2016)

➤ CARGAS VIVAS

La carga viva se refiere al peso de todos los individuos que ocupan la vivienda, los materiales almacenados, los muebles y cualquier objeto que se coloque temporalmente sobre la estructura. En (E-020) del RNE, se incluyen tablas que contienen valores

mínimos de cargas vivas que se distribuyen de forma uniforme en el elemento. Para llevar a cabo los análisis y diseños estructurales, se pueden extraer los valores necesarios de estas tablas, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 6
Pesos Unitarios para el cálculo de Cargas Vivas

Descripción	Cargas vivas
Para viviendas	200 Kg/m ²
Para techos	100 Kg/m ²

Fuente: Norma E.020 (RNE, 2016)

➤ **CARGAS SÍSMICAS**

Según Ruiz (2016) la carga sísmica se refiere a la fuerza dinámica que ejerce su efecto sobre una estructura durante un terremoto. Esta carga es causada por las ondas y puede producir desplazamientos horizontales y verticales en la estructura. (p. 56).

2.2.2.6. MATERIALES ESTRUCTURALES

Cuando se lleva a cabo un análisis estructural, es necesario crear un modelo numérico que simula la estructura. Este modelo debe incluir las especificaciones mecánicas y/o físicas de los materiales estructurales que influyen en el comportamiento de la estructura, de modo que se pueda ajustar el modelo tanto como sea posible a lo real.

➤ **ALBAÑILERÍA**

Las propiedades de la albañilería varían según el tipo de material utilizado. Es importante destacar que los muros existentes fueron construidos con ladrillos King Kong artesanales y pandereta, mientras que los muros que se agregarán a la estructura serán de ladrillos King Kong industriales.

Tabla 7
Resistencias de la Albañilería

RESISTENCIAS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA (Kg/cm ²)				
Materia	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
prima		(f'b)	(f'm)	(v'm)
Arcilla	King Kong Artesanal	55	35	5.1
	King Kong Industrial	145	65	8.1

Fuente: Norma E.070 (RNE, 2016)

Tabla 8
Resistencia de Albañilería Tubular

RESISTENCIAS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA (Kg/cm ²)				
Materia	Denominación	Unidad	Pilas	Muretes
prima		(f'b)	(f'm)	(v'm)
Arcilla	Pandereta Artesanal	40.4	33.2	9.6
	Pandereta Industrial	43.3	22.1	6.7

Fuente: (CISMID, 2007)

-Módulo de Rigidez de corte de los Muros de Albañilería (G):

$$G = 0.4Em$$

$$G = 13\ 000\ kg/cm^2 \quad f'm = 65\ kg/cm^2$$

$$G = 7\ 000\ kg/cm^2 \quad f'm = 35\ kg/cm^2$$

-Módulo de Elasticidad de los Muros de Albañilería

$$Em = 500f'm$$

$$Em = 32\ 500\ kg/cm^2 \quad f'm = 65\ kg/cm^2$$

$$Em = 17\ 500\ kg/cm^2 \quad f'm = 35\ kg/cm^2$$

-Módulo de Poisson de los Muros de Albañilería (ν):

De acuerdo a los principios

$$Ec / 2G = 1 + \nu$$

Al utilizar la ecuación previa del Módulo de Rigidez al cortante, se obtiene como resultado: $\nu = 0.25$.

➤ **CONCRETO ARMADO**

□ Módulo de Elasticidad del Concreto (E_c):

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

Donde:

□ Resistencia a compresión del concreto = f'_c

$$\text{Para } f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad E_c = 217\,370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para } f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2 \quad E_c = 198\,431.35 \text{ kg/cm}^2$$

□ Módulo de Rigidez al Cortante del Concreto (G):

$$G = E_c / 2.3$$

$$G = 86\,274.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Para } f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$G = 94\,508.98 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Para } f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

□ Módulo de Poisson (ν): $\nu = 0.15$

□ Módulo de Elasticidad del Acero de Refuerzo (E_s):

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}$$

2.2.2.7. PREDIMENSIONAMIENTO

Conforme el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de Perú, el predimensionamiento en el contexto del concreto armado se define como la estimación preliminar de las dimensiones de los elementos estructurales, basada en cargas conocidas y sin considerar los detalles constructivos. El propósito del predimensionamiento es obtener medidas iniciales de los elementos de la estructura, para hacer el análisis sísmico y cálculos

estructurales detallados para asegurar la seguridad y estabilidad de la estructura. En esta situación, se ha tomado en cuenta las sugerencias del Ing. Antonio Blanco, del Ing. Roberto Morales y del RNE - 2016.

➤ **MUROS DE ALBAÑILERÍA**

Se consideran pautas preliminares:

Cálculo del Espesor Efectivo Mínimo (t)

De acuerdo con la norma E.070 del RNE, se establece que el espesor efectivo mínimo deberá ser:

$$t \geq h / 20$$

• **Densidad de Muros**

Es necesario satisfacer la ecuación establecida por la norma E.070.

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

- longitud del muro (con columnas) = L
- espesor efectivo del muro = t
- factor de zona sísmica (RNE, E-030) = Z
- factor de importancia (RNE, E-030) = U
- factor de suelo (RNE, E-030) = S
- cantidad de pisos de la edificación = N

➤ **VIGAS**

En el proceso de predimensionamiento de vigas, da mayor importancia al peralte de la sección que a su ancho. Se utilizan las siguientes fórmulas para calcular:

$$\frac{\text{Luz Libre}}{10} ; \frac{\text{Luz Libre}}{12}$$

Los valores correspondientes al ancho de la sección oscilan entre el 0.30 y el 0.50 de la altura de la viga.

2.2.2.8. METRADO DE CARGAS

Se aplicarán las siguientes cargas gravitacionales a los modelos matemáticos de las edificaciones:

➤ **CARGA MUERTA**

- Techo del piso:

Losa aligerada 17: 270 kg/m²

Tabiquería: 100 kg/m²

Acabados: 100 kg/m²

➤ **CARGA VIVA**

- Techo del piso:

Sobrecarga: 200 kg/m²

- Techo del piso:

Sobrecarga: 100 kg/m

2.2.2.9. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El propósito del análisis estructural es calcular los desplazamientos de los componentes y los esfuerzos internos de una estructura. Acorde a lo definido en el E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de 2016, el análisis estructural es de 2 tipos dinámico o estático. La misma normativa indica en estructuras irregulares o regulares que no superen los 15 metros

de altura, es suficiente utilizar un análisis estático. Sin embargo, en esta investigación se utilizará un análisis dinámico para el análisis estructural de la estructura en cuestión.

➤ PARÁMETROS SÍSMICOS

- **Factor de Zona (Z):**

El país se divide en cuatro zonas, de acuerdo con las características comunes de los sismos, tal como se ilustra en la Figura, rasgos generales de los movimientos sísmicos.

Figura 3
Zonificación Sísmica



Fuente: Norma E.030 (RNE, 2016)

- **Parámetros de Sitio (S, TP y TL)**

Los parámetros de lugar incluyen los valores de los 2 períodos (TP y TL) y del Factor de Amplificación del Suelo (S) y, los cuales se encuentran detallados a continuación:

Tabla 9
Factor de Amplificación del Suelo

ZONA	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Tabla 10
Períodos T_p y T_l

PERIODOS	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP	0.3	0.4	0.6	1
TL	3	2.5	2	1.6

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

- **Factor de Amplificación Sísmica (C):**

El E.030 lo obtiene de la siguiente forma:

$$C = 2.5 \quad \text{Si} \quad T < T_P$$

$$C = 2.5 \cdot (T_P/T) \quad \text{Si} \quad T_P < T < T_L$$

$$C = 2.5 \cdot (T_P \cdot T_L / T^2) \quad \text{Si} \quad T > T_L$$

T representa el periodo fundamental de vibración, se determina con:

$$T = h_n / C_T$$

h_n : altura total de la estructura

C_T : 60 para albañilería confinada.

- **Factor de Uso (U):**

Las estructuras se clasifican en función de su uso y

relevancia, tal como se define en la norma E-030. Según lo establecido por esta norma, las viviendas analizadas en esta tesis corresponden al tipo C (Edificaciones Comunes) y poseen un Factor de Uso igual a 1.0.

- **Coefficiente Básico de Reducción de F. Sísmicas (R₀):**

Según el tipo de estructura bajo análisis, se le dará un valor específico al coeficiente básico de reducción.

Tabla 11

Coefficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas

Sistema estructural	R ₀
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería confinada	3
Madera	7

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Debido a que las edificaciones en investigación son de albañilería confinada, R₀ = 3.

- **Factores de Irregularidad (I_a, I_p):**

En la E-030 del RNE establece un factor correspondiente a cada tipo de irregularidad, para altura y en planta. Este número se le denomina como Factor de Irregularidad.

- **Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R):**

Este coeficiente se calcula teniendo en cuenta la condición de irregularidad de la estructura, y su determinación se realiza mediante el procedimiento:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Tabla 12
Irregularidad en Altura

IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)	
TIPO	FACTOR
Irregularidad de Rigidez	0.75
Irregularidad de Resistencia	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.5
Irregularidad de Masa	0.9
Irregularidad Geométrica Vertical	0.9
Discontinuidad de Sistema Resistente	0.8

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Tabla 13
Irregularidad en Planta

IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)	
TIPO	FACTOR
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.75
Esquinas Entrantes	0.5
Discontinuidad de Diafragma	0.5
Sistemas No Paralelos	0.9

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a) Albañilería confinada:** La albañilería reforzada se encuentra compuesta por elementos de concreto armado que rodean completamente su perímetro, los cuales son vertidos después de la construcción de la albañilería. (Norma E.070, 2019)
- b) Albañilería o mampostería:** material estructural que se compone comúnmente de unidades de albañilería que son colocadas con mortero, aunque en algunos casos se utilizan unidades de albañilería integradas con concreto líquido. (Norma E.070, 2019)
- c) Análisis modal espectral:** Es un enfoque utilizado para calcular las fuerzas y los desplazamientos en los componentes de la estructura. Su método de análisis se basa en que la oscilación del suelo se transmite a

través de los elementos de la estructura, lo que provoca que la masa se mueva de manera relativa al suelo. La modelo estructural se compara con una serie de péndulos invertidos que se encuentran expuestas a una vibración en su base., donde cada uno refleja la respuesta de los modos de vibración de la estructura. (Rodríguez, 2016).

- d) Construcción en laderas:** El rápido crecimiento de la población y el uso de la tierra ha llevado al uso indebido de áreas con pendientes pronunciadas, de difícil entrada y con un nivel elevado de peligro sísmico y probabilidad alta de desastres naturales. El uso de terrenos inapropiados y la llegada de personas desplazadas en todo el país eleva la vulnerabilidad de las personas y, en consecuencia, de los sistemas en los que residen. Además, las laderas son sitios desfavorecidos que necesitan una intervención significativa por parte del ser humano para su uso, como la realización de grandes excavaciones, el transporte de materiales a largas distancias y la implementación de sistemas de contención considerables. (Quiroga, 2013).
- e) Ductilidad:** es una propiedad mecánica que permite a un material deformarse plásticamente sin romperse, común en aleaciones metálicas y materiales asfálticos (Enciclopedia Concepto, 2023).
- f) Eficiencia:** Está relacionada con el uso eficiente de los recursos disponibles para lograr una meta específica. Implica la habilidad de alcanzar un objetivo predefinido en el tiempo más óptimo y con la menor cantidad de recursos utilizados, lo que implica una optimización. (Lozano Medina, 2012).
- g) Eflorescencias:** Las manchas blancas que aparecen en las paredes son el resultado de la humedad constante. Estas manchas son claramente visibles. (Bustamante S. 2008).
- h) Elementos estructurales:** Los elementos estructurales son componentes de una estructura diseñados para resistir los efectos de los movimientos

sísmicos. Estos elementos pueden incluir vigas, columnas, losas, cimientos, entre otros. (Norma E.060, 2018)

- i) **Elementos no estructurales:** son aquellos que conforman el sistema de resistencia sísmica de la vivienda y, por lo tanto, no contribuyen a su capacidad de resistir sismos. Algunos ejemplos de estos elementos son los falsos techos tabiques, parapetos y cerramientos. (Norma E.030, 2018)
- j) **Esfuerzos cortantes:** Estos esfuerzos se originan al ejercer una fuerza perpendicular sobre una superficie, lo cual produce un deslizamiento relativo entre las partículas del material. (Hibbeler, R. C. ,2011)
- k) **Espectro de diseño:** es una curva que representa la aceleración espectral máxima que puede experimentar una estructura en función de su periodo de vibración y su amortiguamiento, para un nivel de riesgo sísmico dado. El espectro de diseño se obtiene a partir del espectro de amenaza, que es la aceleración espectral máxima esperada en el suelo, y se modifica por factores que dependen de la categoría y el sistema estructural de la construcción. El espectro de diseño se utiliza para determinar las fuerzas sísmicas de diseño y los desplazamientos máximos de la estructura, mediante métodos de análisis estático o dinámico. (Norma E.030, 2018)
- l) **Infraestructura:** Es un conjunto de servicios, recursos técnicos e instalaciones diseñados y dirigidos por profesionales de la arquitectura, ingeniería civil, urbanismo, entre otros, que permiten el desarrollo de diversas actividades en la ciudad. (Construmática, s.f.)
- m) **Irregularidades del sistema:** La disposición estructural no uniforme puede generar configuraciones que afecten negativamente el comportamiento sísmico. Estas irregularidades se dividen en 2 categorías: altura y de planta (Quiroga Medina, 2013). Además, se identifican las siguientes características de las irregularidades de planta: torsión, discontinuidad en el diafragma, desplazamiento del plano de acción de elementos verticales, desplazamientos excesivos en las esquinas y sistemas no paralelos. Las irregularidades de altura se muestran de la

siguiente forma: irregularidad geométrica, piso débil, piso flexible, distribución no uniforme de masas y desplazamiento dentro del plano de acción. (Quiroga, 2013).

- n) **Mano de obra:** La productividad de los trabajadores que se emplea para llevar a cabo una unidad de obra se calcula tomando en cuenta el desgaste de las herramientas utilizadas, especialmente en obras de larga duración, y los aranceles de las prestaciones sociales correspondientes. Estos factores se añaden al rendimiento de los operarios de obra para obtener una estimación más precisa del costo total de la unidad de obra. (Porrás Moya, 2015)
- o) **Metrados:** son la representación cuantificada de las partidas de construcción que se han planificado para llevar a cabo en un período de tiempo específico. Estas unidades se expresan en la unidad de medida establecida para cada partida, y permiten una estimación más precisa del costo y tiempo de ejecución de los trabajos de construcción. (Contratación de Obras Públicas)
- p) **Modelo mecánico o estructural:** La expresión matemática de una estructura en la realidad con el propósito de realizar simulaciones se conoce como modelo estructural o modelo matemático. (Contratación de Obras Públicas)
- q) **Respuesta estructural:** Comportamiento y la forma en que una estructura responde a las cargas o fuerzas, puede ser analizada mediante métodos numéricos o simulación del modelo. (Jacobo ,2020)
- r) **Riesgo sísmico:** El riesgo es posible obtenerlo al vincular la probabilidad de que ocurra un evento telúrico de cierta intensidad con la vulnerabilidad de los sistemas sometidos. De manera similar a la amenaza, se puede representar el riesgo en mapas, ya sean deterministas o probabilísticos. Los mapas deterministas contemplan un escenario específico que representa la distribución espacial de los posibles efectos causados por un evento específico en el área geográfica, considerando la vulnerabilidad de

los sistemas expuestos en esa ubicación y para el evento probable. (Carreño, 2006).

- s) **Unidad de albañilería:** Existen diferentes tipos de ladrillos y bloques, fabricados con arcilla cocida, concreto o sílice calcárea. Estos elementos pueden tener una estructura sólida, hueca, alveolar o tubular. (Norma E.070, 2019).
- t) **Vulnerabilidad sísmica:** La probabilidad de colapso o falla de una estructura ante los efectos de un fenómeno sísmico particular. (Scaramelli, 2018).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La implementación de la propuesta de un diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismo resistente es alto.
- El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que si implementan una propuesta diseño sismo resistente es bajo.

2.5. VARIABLES

En esta investigación se han considerado dos variables que incluyen tanto una categoría dependiente como independiente. Para cada variable, se ha establecido una definición conceptual clara y se ha definido operacionalmente mediante indicadores específicos y una escala de medición adecuada. Las variables de estudio que se han evaluado son las siguientes:

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

X= Propuesta de Diseño sismorresistente de viviendas en laderas

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Y= vulnerabilidad estructural

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 14

Operacionalización de las variables en estudio

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	MEDICIÓN
Vulnerabilidad estructural	Se refiere a la configuración interna de una estructura o de sus elementos que los hace propensos de sufrir daños o perder su funcionalidad en caso de un sismo específico.	El nivel de vulnerabilidad estructural se determina mediante un cálculo de la capacidad de la estructura para resistir fuerzas sísmicas reales. Esta evaluación se lleva a cabo utilizando técnicas de observación, fichas técnicas y modelado por medio del software ETABS. La medida de vulnerabilidad se obtiene mediante el cálculo de la máxima deriva entre pisos.	Datos Generales	Generalidades de vivienda	Ordinal
			Análisis subjetivo	Inspección Visual, procedimientos constructivos, según los parámetros Reglamento Nacional de Edificaciones.	Ordinal
			Evaluación del grado de vulnerabilidad estructural	-Desplazamientos de entrepisos -Máxima deriva de entrepiso -Cuadro de vulnerabilidad estructural -Nivel de daño (leve, moderado, severo, colapso)	De razón
Propuesta de diseño sismorresist	Es el conjunto de procedimientos, criterios, normas ubicación, dimensionamiento de los elementos	Para la elaboración de la propuesta estructural, se consideraron diversos parámetros, como dimensionar preliminarmente la estructura, verificar aspectos estructurales de acuerdo con las normas aplicables, determinar las cargas para obtener el	Materiales y calidad de construcción (Cumplimiento normativo)	-agregado, concreto, ladrillo -Procedimientos constructivos	Ordinal
				Estructuración(m)	De razón
				Metrado de cargas (m3)	De razón
		Análisis sísmico	Análisis sísmico (tonf, m)	De razón	

ente de viviendas en laderas.	estructurales que se aplican para diseñar y construir una edificación capaz de resistir las fuerzas sísmicas sin colapsar ni sufrir daños severos.	<p>peso de la estructura y hacer un análisis sísmico. Todo esto con el objetivo de mejorar el diseño.</p> <p>Parámetros normativos, comentario y recomendaciones, del Reglamento Nacional de edificaciones. A fin de dar aporte de pautas y recomendaciones constructivas.</p> <p>Se usará:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RNE, E.030-2018 sismorresistente • RNE, E.060-2009 concreto armado • RNE, E.070-2006 albañilería. 	Propuesta Estructural	Análisis sísmico dinámico (tonf, m) Nivel de intervención	De razón Ordinal
--------------------------------------	--	---	-----------------------	--	------------------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

En cuanto al enfoque, se trata de una investigación cuantitativa, ya que utiliza métodos cuantitativos (estadística, análisis estructural, modelado y simulación), aplicadas mediante análisis estructural, pero también generando ideas de diseño útil para mejorar la práctica de diseño estructural y construcción.

El análisis cuantitativo mediante ETABS sería el componente principal, con un enfoque aplicado y práctico.

Para proporcionar una mejor comprensión del tipo de investigación que se llevará a cabo. Según Hernández, Fernández y Batista (2014) señalan que nuestro estudio tiene un enfoque CUANTITATIVO. Los datos recopilados en campo se han modelado fielmente, sin manipular las variables de estudio. para establecer un reporte de resultados. Según Carrasco (2006), la investigación se lleva a cabo como una investigación APLICADA, se investiga con el fin de cambiar, alterar o generar modificaciones en un área específica de la realidad.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Esta investigación tiene un nivel explicativo, ya que no solo describe y analiza las características de las viviendas en laderas que carecen de diseño sismorresistente; sino que también se propondría soluciones para mejorar su comportamiento y la estructuración general de las viviendas en ladera.

Dentro del ámbito de la investigación, se encuentra el nivel de investigación explicativa, el cual se distingue por ser más estructurada. Como su nombre lo sugiere, su objetivo principal es proporcionar una

explicación sobre las causas y condiciones en las que ocurre un evento específico. De acuerdo con esta definición, podemos concluir que nuestra investigación se encuadrará en la categoría de investigación explicativa, ya que su propósito será comprender las circunstancias que han contribuido a la reducción vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Esto se logrará mediante la recopilación de datos y, a su vez, se proporcionará una explicación sobre la causa de la vulnerabilidad estructural.

3.1.3. DISEÑO

No experimental, al no manipular deliberadamente variables, ni asignar aleatoriamente participantes a grupos, ni crearías condiciones artificiales para observar los efectos; sino que utilizarías datos existentes y simulaciones en ETABS para evaluar las viviendas.

Longitudinal: Se analizarán las viviendas en dos momentos temporales: antes y después de aplicar las medidas resistentes. Esto implica un análisis en el tiempo, un diseño longitudinal.

De acuerdo con Campbell y Stanley (1966), esta tesis es una investigación cuantitativa no experimental con un diseño de preprueba y posprueba. Esto se debe a que no se realizará una manipulación intencional de una variable independiente, en este caso el diseño sismorresistente, con el fin de analizar la causa que tiene sobre una variable dependiente, en este caso la vulnerabilidad estructural, en una situación controlada. (Fleiss, 2013; O'Brien, 2009 y Green, 2003). Se llevará a cabo una evaluación previa al análisis (preprueba) y otra posterior a este (postprueba), con el objetivo de tener una referencia inicial para realizar comparaciones.

Es importante destacar que la elección del diseño de investigación es esencial para fiabilidad y garantizar la validez de los resultados obtenidos.



Donde:

□ variable independiente = X

□ variable dependiente = Y

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población total está conformada por 278 viviendas. Siendo el 15% de material noble del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras.

3.2.2. MUESTRA

Para determinar el número de elementos que conformarán la muestra, se utilizó el muestreo que ayudarán a determinar qué parte de la población debe ser estudiada:

Muestreo: Se uso la técnica de muestreo aleatorio simple a través de un mecanismo de selección.

3.2.3. MUESTREO PROBABILÍSTICO

El muestreo probabilístico se refiere a una técnica de selección de muestra que se usa para obtener una muestra representativa de una población, en el cual cada miembro de la población tiene una posibilidad conocida y distinta de cero de ser elegido para conformar la muestra. (Cochran, 1977). Esta metodología es ampliamente aplicada en la investigación científica y en estudios sociales. debido a que permite obtener resultados generalizables a la población de interés y minimiza el riesgo de sesgo muestral. Se pueden encontrar diversos enfoques de muestreo probabilístico, como el muestreo sistemático, el muestreo aleatorio simple, el muestreo por conglomerados, el muestreo estratificado. La determinación del tamaño de la muestra (n) se basará en una fórmula tomada del libro de César Pérez titulado "Muestreo

Estadístico: conceptos y problemas resueltos".

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{\varepsilon^2(N - 1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

N: Tamaño de la población

Z: Margen de confiabilidad

P: Probabilidad que ocurra el evento

Q: Probabilidad que no ocurra el evento ($Q = 1 - P$)

ε : Error de estimación

Tabla 15
Valor del Margen de Confiabilidad

Z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.00	2.58
Margen de Confiabilidad	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

Fuente: César, P. (2018).

Se optó por utilizar el muestreo probabilístico en la presente investigación debido a su naturaleza cuantitativa y a que tenga en cuenta la equidad de probabilidad de los elementos.

N= 278 Número de viviendas ubicados en el AA. HH Jorge Chávez.

Z= 1.44 Margen de confiabilidad con un 85%

P= 0.95 el 95% de las viviendas que carecen de diseño sismorresistente.

Q= 0.05 Es el resultado de 1-P, % de viviendas que si tienen un diseño sismorresistente.

$\varepsilon=0.15$ Error de estimación esperado.

$$n = \frac{278 \times 1.44^2 \times 0.95 \times 0.05}{0.15^2(278 - 1) + 1.44^2 \times 0.95 \times 0.05} = 4.32$$

Se tomará una muestra de 5 viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez -Las moras.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010), las técnicas de investigación son herramientas o recursos utilizados para recopilar, preservar, analizar y enviar datos sobre los fenómenos que se estudian. En este estudio, se emplearán diversas técnicas, tales como la observación directa, el análisis de fichas de campo, fichas de evaluación, análisis computacional y fichas de reporte.

Es esencial resaltar que la selección apropiada de las técnicas de investigación es crucial para asegurar la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos en un estudio.

3.3.2. INSTRUMENTOS

Se plantea utilizar fichas técnicas como instrumentos de investigación para recopilar la información requerida para el procesamiento y análisis de este estudio. Las fichas de reporte y las fichas de campo serán utilizadas para este fin.

La Observación para identificar el estado actual de las viviendas.

El Análisis de Documentos será utilizado para recopilar información a partir de libros, tesis, informes, artículos, revistas, normas y otros materiales informativos relacionados con la investigación.

La Ficha de Campo es el registro oficial que contendrá datos generales de las edificaciones recopilada durante las visitas realizadas.

Tablas de Reporte mostrará los resultados del análisis estructural y niveles de vulnerabilidad estructural y de las edificaciones, considerando tanto la estructuración inicial como la final.

3.3.3. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS (CUADROS Y/O GRÁFICOS)

En el marco de esta investigación, se utilizó la guía de observación como una herramienta para recolectar los datos necesarios. Se emplearon formatos particulares para revisar cada unidad de los realizados. Asimismo, se utilizaron dispositivos, software, equipos y herramientas importantes para llevar a cabo el estudio, que incluyen:

- Programa ETABS.
- AutoCAD
- Excel
- Formato para investigación y análisis
- Formato de evaluación de vulnerabilidad.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Recopilación de información existente: Se refiere a la recopilación y análisis de la literatura disponible en la investigación en curso, como el Reglamento General de Edificaciones.

Para el procesamiento y análisis de los datos, se utilizarán hojas de cálculo de Microsoft Office y programas informáticos, considerando que los datos recopilados son variables cuantitativas.

Aplicación del software ETABS para el diseño: Después de obtener todos los resultados de la investigación, se lleva a cabo el análisis y diseño utilizando el programa ETABS.

3.5. DESARROLLO DE TESIS

3.5.1. DATOS GENERALES

3.5.1.1. DATOS GENERALES DE VIVIENDAS

Se llenó los formatos de ficha del anexo 6, a través de la recopilación de datos generales de las viviendas, se obtuvo la información básica y útil para elaborar los planos correspondientes y evaluar su estado actual. Para realizar esta encuesta, se llevó a cabo una conversación con el propietario de la vivienda, ya que no se disponía de planos existentes. Además, las medidas requeridas para estas fueron obtenidas manualmente.

3.5.1.2. PLANIMETRÍA DE VIVIENDA

Para hacer los planos de arquitectura y estructuras las viviendas, se usaron los formatos de la ficha del anexo 6. Para llevar a cabo este proceso, se hicieron mediciones de diferentes elementos estructurales y se evaluó la forma de la estructura utilizando una cinta métrica. Con los datos recopilados, se elaboraron los planos. Estos datos y planos son utilizados para realizar el análisis estructural necesario en la evaluación analítica de la edificación.

3.5.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

➤ UBICACIÓN POLÍTICA

El presente estudio se hizo en el AA. HH Jorge Chávez en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, en el departamento de Huánuco.

Figura 4
Mapa político del Departamento de Ayacucho



Fuente: Google (2023).

Figura 5
Mapa político del Perú



Fuente: Google (2023).

Figura 6
Mapa de la provincia de Huánuco

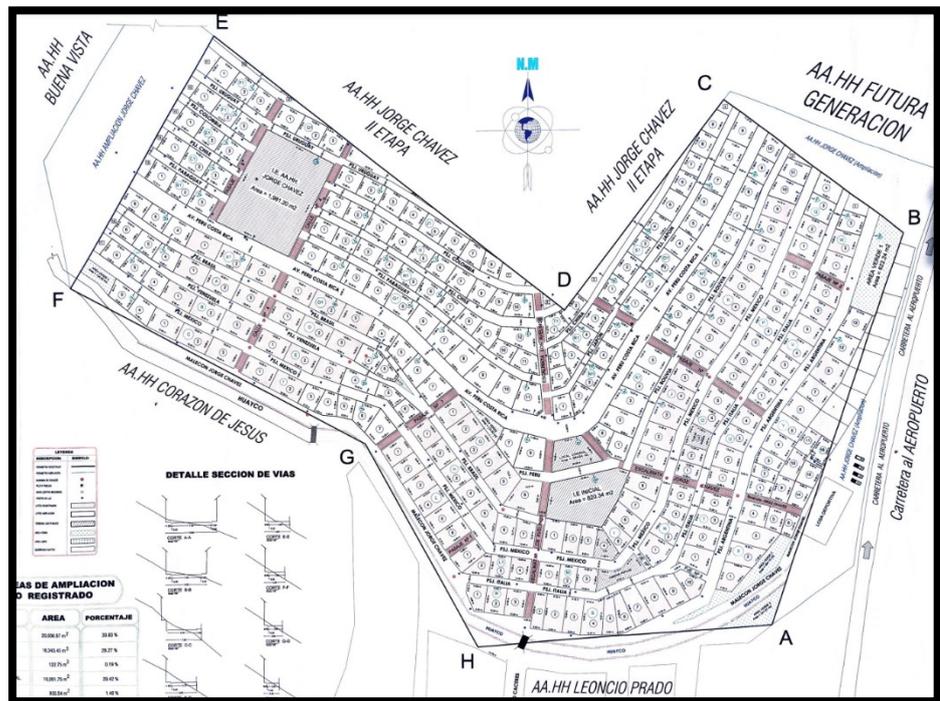


Fuente: (Google 2023).

Figura 7
Ubicación de AA. HH Jorge Chávez



Figura 8
Plano Lotización



Fuente: Municipalidad de Huánuco (2017)

3.5.2. GENERALIDADES DE VIVIENDAS

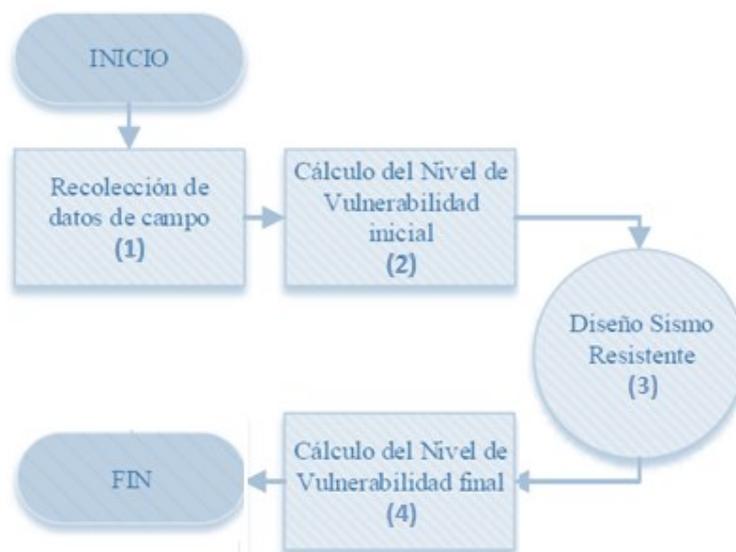
Estudio de 8 viviendas, de las cuales 3 son de 2 pisos y 5 son de 3 pisos; de las 8 viviendas para los resultados finales solo se utilizará las 5 viviendas de 3 pisos, ya que estas no cumplen con las derivas de la matriz de daños, y las 3 viviendas de 2 pisos si cumplen.

3.5.3. PROCEDIMIENTOS

➤ DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Para comenzar el estudio, se realizó una exhaustiva recopilación de información relacionada con la vulnerabilidad estructural y el diseño sísmico de estructuras. Esta recopilación se llevó a cabo consultando diversos autores nacionales e internacionales, con el objetivo de abarcar diferentes perspectivas y ampliar el marco teórico, brindando una mayor dirección o guía en relación al tema objeto de investigación. La información se obtuvo de documentos, libros, revistas, páginas web y otros estudios relevantes seleccionadas, las cuales se detallan en la sección de Referencias, ubicada al final de esta investigación.

Figura 9
Esquema general del Procedimiento



Después de recopilar información existente, fue necesario recolectar datos de lugar de la muestra escogida mediante el uso de fichas de campo. El objetivo de esta recolección de datos fue procesarlos y conseguir un valor que represente el nivel de vulnerabilidad inicial, el cual servirá como punto como referencia para realizar comparaciones.

Se realizó un análisis y diseño de resistencia sísmica para las de alto nivel de vulnerabilidad estructural, con el propósito de reducir dicho nivel. Por consiguiente, será necesario hacer otra vez el cálculo del nivel de vulnerabilidad final. Posteriormente, se compararán los resultados obtenidos con los niveles iniciales, lo que permitirá validar o refutar la hipótesis propuesta en esta investigación.

➤ **DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO**

El procedimiento mencionado debe ser realizado para las 8 viviendas que conforman la muestra en esta investigación. No obstante, en este informe se presentará únicamente el desarrollo detallado de una edificación, ya que el procedimiento se reitera de manera similar para todas las otras viviendas de la muestra.

Los resultados obtenidos para viviendas se registrarán en los formatos correspondientes, las cuales se encuentran en el Capítulo titulado "Anexos". En este capítulo, se proporcionará una visión general de los resultados de todas y cada una de las viviendas analizadas.

□ **(1) RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO:**

Se visitó la vivienda N° 08, con dirección Mz. Y Lote 14 AA.HH. Jorge Chávez, Las Moras.

Figura 10

Fotografía de la fachada de la vivienda en análisis



De acuerdo con el propietario, la construcción de la vivienda se hizo sin contar con asesoramiento técnico ni una adecuada supervisión, principalmente debido a restricciones económicas y ausencia de información. En la inspección, se pudo observar que la vivienda de tres niveles presenta la siguiente distribución:

- 1er piso: Cochera, Baño, almacén.
- 2do piso: Dormitorio 1, Dormitorio 2.
- 3er piso: Dormitorio 3, Dormitorio 4.

También, se verifico por observación que el suelo donde se encuentra la estructura es Suelo Intermedio – S2 (RNE); y que está en construida en una ladera con pendiente intermedia pronunciada.

En el transcurso de la inspección dentro de la edificación, se pudo observar que los muros de albañilería confinada y los pórticos son los elementos estructurales. Estos muros están contruidos principalmente con ladrillos de arcilla sólidos artesanales de medidas 0.24 x 0.13 x 0.09 m en el primer nivel, mientras que en el segundo y tercer nivel se utilizó

ladrillo pandereta. Los ladrillos están asentados con juntas de mortero de 1.5 cm. Para reforzar la estructura, se utilizan columnas de 0.25 x 0.25 m y vigas de amarre de 0.20 x 0.25 m. Losa de entrepiso de 20 cm de espesor, donde 15 cm corresponden a ladrillos y 5 cm a una losa de concreto. Las vigas de 0.25 x 0.40 m las columnas son de 0.25 x 0.25 m.

Al mismo tiempo, se lleva a cabo el levantamiento de la estructura mediante la elaboración del esquema de distribución en planta que seguidamente será llevado al software AutoCAD. Además, se elabora un panel fotográfico que destacará las características más relevantes de la edificación, acompañado de una breve descripción explicativa.

En la visita realizada, se lograron identificar las propiedades siguientes de los materiales utilizados inicialmente:

Figura 11

Muro de ladrillos KK artesanal, de $f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$



□ Resistencia a la compresión

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

□ Resistencia al corte

$$v'm = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$$

Figura 12
Elementos de concreto armado, de $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$



Resistencia a la compresión $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

□ (2) CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD INICIAL:

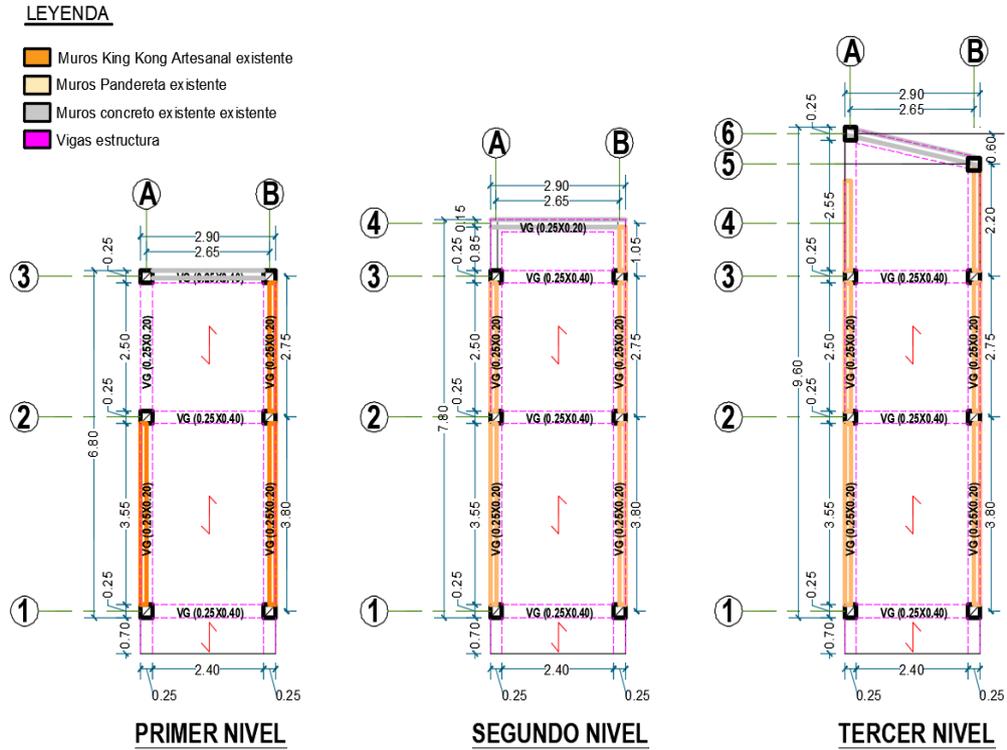
Para determinar el nivel de vulnerabilidad inicial de las edificaciones, se llevar a cabo lo siguiente:

- Obtener información sobre las características de los materiales usados en la construcción inicial.
- Realizar la estructuración y modelado de las viviendas según la distribución relevada.
- Hacer un análisis sísmico basado en las normas (RNE) y estimar la deriva o distorsión entre pisos.

Catalogar el nivel de vulnerabilidad de acuerdo al daño estructural indicado en la **Tabla 2**, de acuerdo con el método elegido.

La estructuración inicial de la edificación se obtuvo mediante un levantamiento de información del lugar, que se observa:

Figura 13
Distribución Inicial de la Estructura - Desarrollo

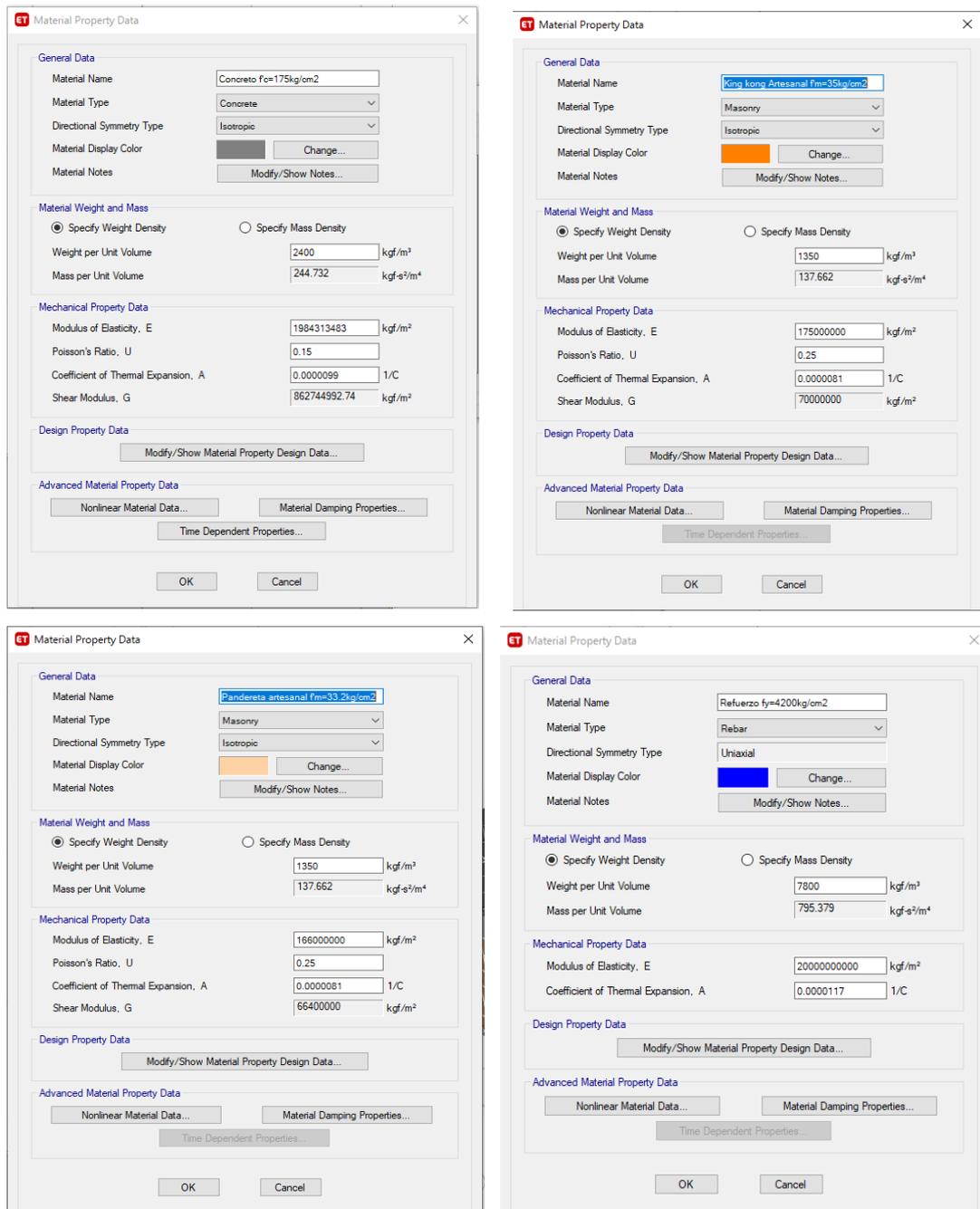


3.6. MODELACIÓN ETABS PARA MATRIZ DE DAÑOS

Durante el proceso de desarrollo del método analítico para cada vivienda en investigación se siguió el mismo enfoque. A continuación, se presenta cómo se llevó a cabo este proceso en una vivienda típica con el objetivo de obtener los resultados del estudio. El análisis se realizó utilizando el software ETABS 18.2.1, y se describe a continuación el desarrollo del procedimiento:

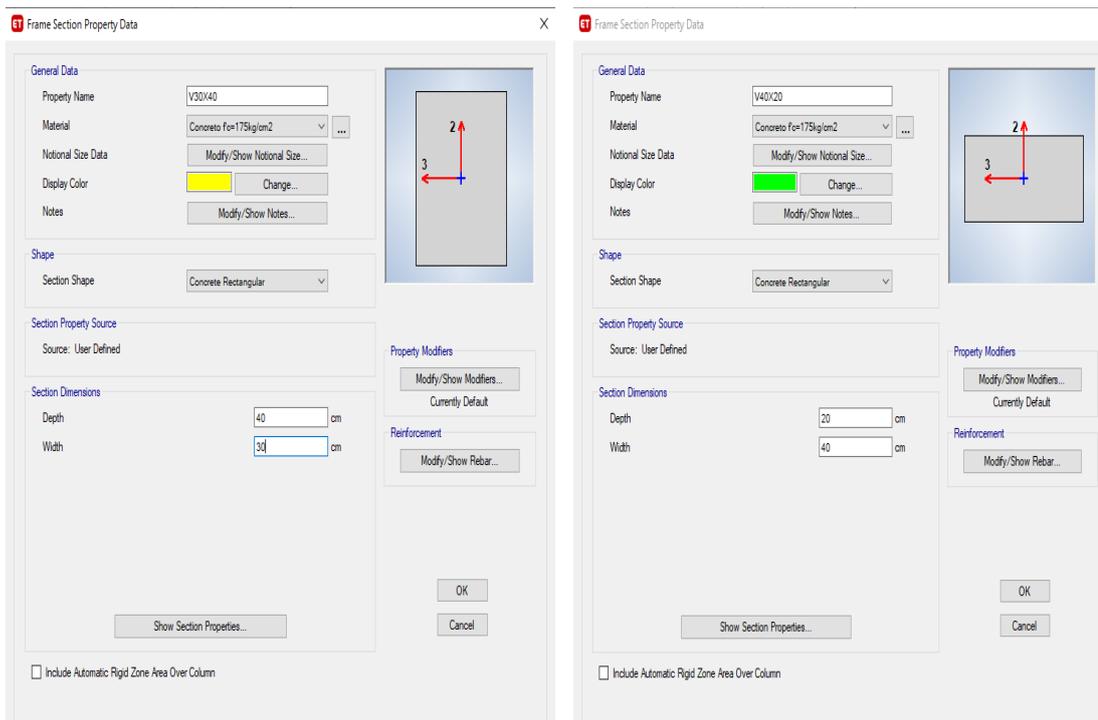
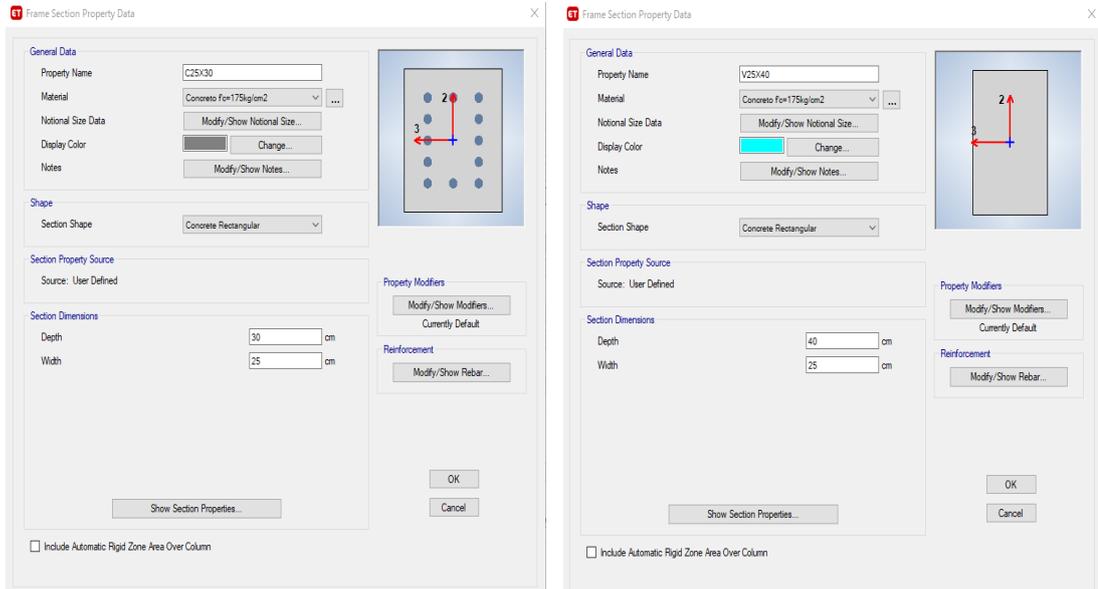
Se incorpora las propiedades del material utilizado en el modelo. En esta instancia, se describe el concreto con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, un peso unitario de 2400 kg/m^3 , una elasticidad de $198431.35 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de 0.15. Para la albañilería confinada, se introdujeron las propiedades correspondientes, como una resistencia a la compresión de $f'm=35 \text{ kg/cm}^2$, una elasticidad de 17500 kg/cm^2 , un coeficiente de Poisson de 0.25 y un peso unitario de 1350 kg/m^3 .

Figura 14
Propiedades del material - Desarrollo



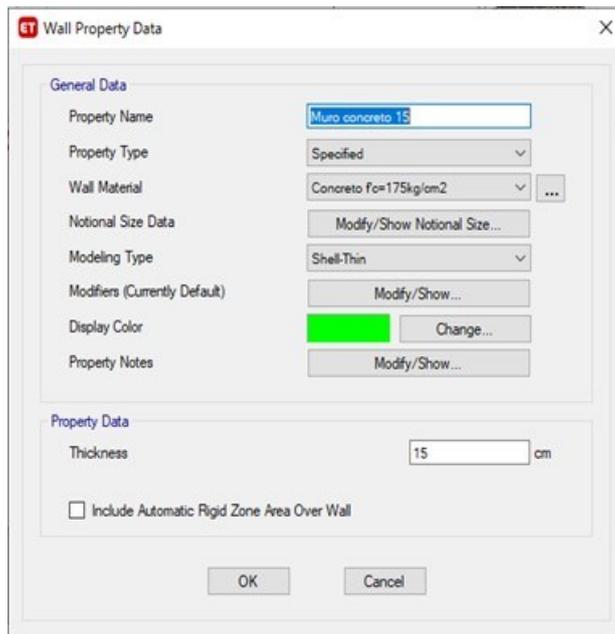
Una vez que se establecieron las propiedades de los materiales, se prosiguió a definir los elementos estructurales correspondientes. Se utilizaron elementos del tipo "Frame" para las columnas y vigas, y elementos del tipo "Wall" para los muros de albañilería y concreto.

Figura 15
Definición de elementos estructurales – Desarrollo



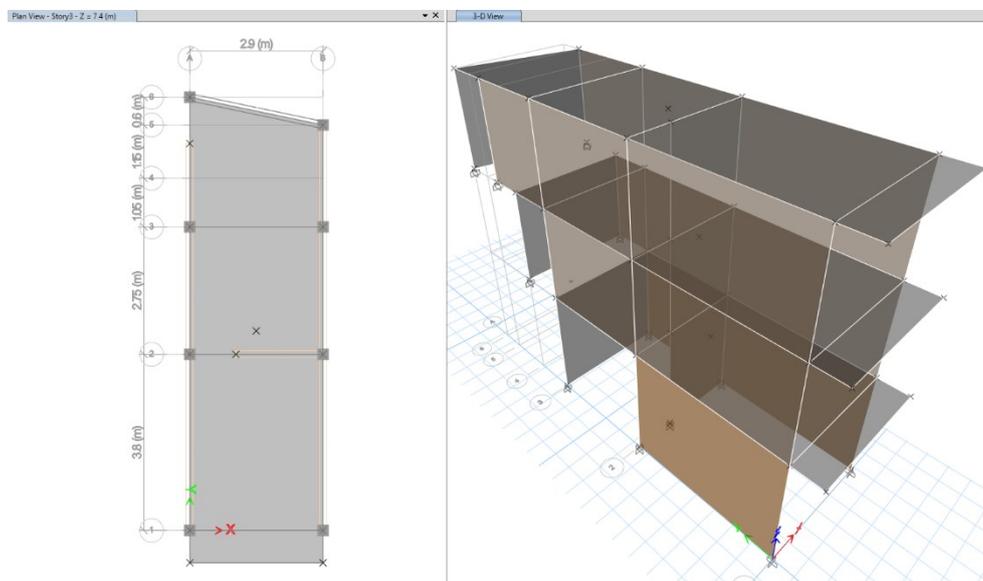
- Se define el muro delgado de la vivienda igual a 15 cm.

Figura 16
Definición del Muro de Concreto



□ El modelado se ve a continuación

Figura 17
Vista de modelado



Es importante tener en cuenta que se requiere que la unión de los elementos muestre una rigidez adecuada. Debido a eso, se les asigno un brazo a todos, con un factor de rigidez de 0.50. Esta elección es coherente y adecuada para una vivienda.

□ Después se adicionaron patrones de carga:

PESO PROPIO: Carga de elemento estructural.

CARGA MUERTA: Carga de acabados, tabiques, etc.

CARGA VIVA: Carga definida en el RNE.

Figura 18
Asignación de Cargas - Desarrollo

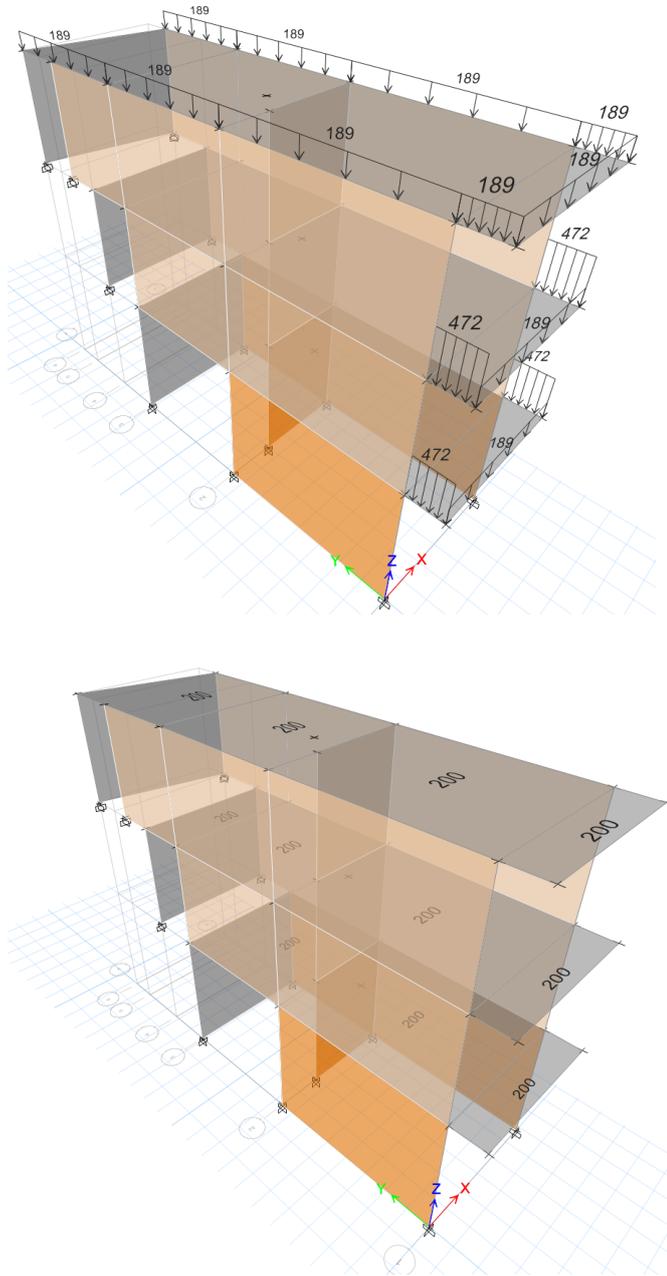


Figura 19

Cálculos de Espectro de Pseudo Aceleraciones - Desarrollo

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E 0.30/DS-003-2016)

SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES

Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 2	0.25

Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	Tp	Tl
	S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014

Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro
	DIR X-X	Albañilería Armada o Confinada	3
	DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada	3

Tabla N°8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input checked="" type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	0.50	0.50
Irregularidad de Masa o Peso	<input checked="" type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		0.90	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas crítico		0.50	0.50

Tabla N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	<input checked="" type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	0.60	0.60
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas crítico		0.60	0.60

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

la: Factor de irregularidad en altura.

Ip: Factor de irregularidad en planta.

Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

g: Aceleración de la gravedad.

T: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

Tl: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

C: Factor de amplificación sísmica.

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E 0.30/DS-003-2016)

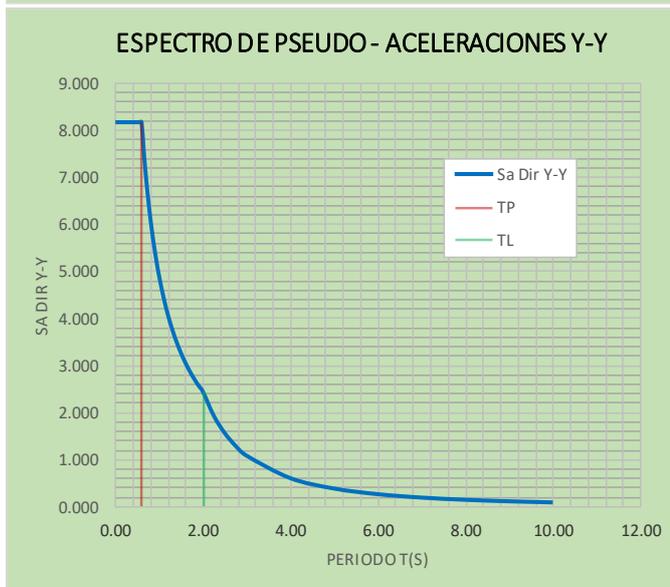
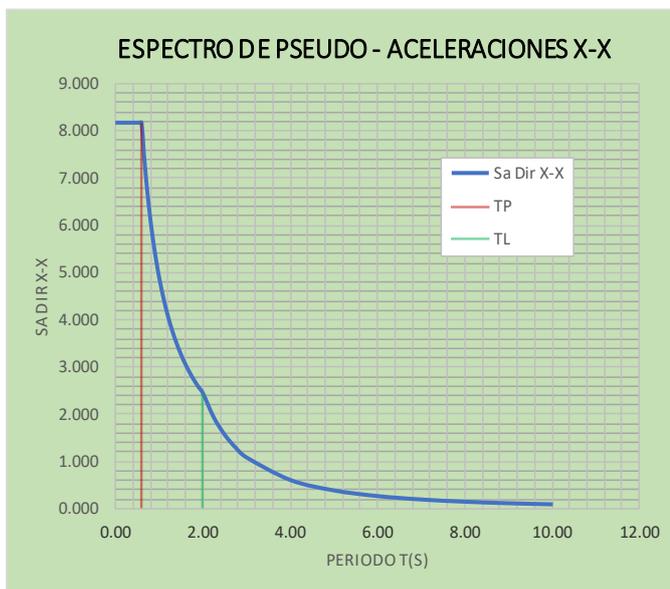
SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES

RESUMEN

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.25	R ₀	3	3
U	1.00	I _a	0.50	0.50
S	1.20	I _p	0.60	0.60
TP	0.60	R	0.9	0.9
TL	2.00	g	9.81 m/s ²	

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

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



C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	8.175	8.175
2.50	0.02	8.175	8.175
2.50	0.04	8.175	8.175
2.50	0.06	8.175	8.175
2.50	0.08	8.175	8.175
2.50	0.10	8.175	8.175
2.50	0.12	8.175	8.175
2.50	0.14	8.175	8.175
2.50	0.16	8.175	8.175
2.50	0.18	8.175	8.175
2.50	0.20	8.175	8.175
2.50	0.25	8.175	8.175
2.50	0.30	8.175	8.175
2.50	0.35	8.175	8.175
2.50	0.40	8.175	8.175
2.50	0.45	8.175	8.175
2.50	0.50	8.175	8.175
2.50	0.55	8.175	8.175
2.50	0.60	8.175	8.175
2.31	0.65	7.546	7.546
2.14	0.70	7.007	7.007
2.00	0.75	6.540	6.540
1.88	0.80	6.131	6.131
1.76	0.85	5.771	5.771
1.67	0.90	5.450	5.450
1.58	0.95	5.163	5.163
1.50	1.00	4.905	4.905
1.36	1.10	4.459	4.459
1.25	1.20	4.088	4.088
1.15	1.30	3.773	3.773
1.07	1.40	3.504	3.504
1.00	1.50	3.270	3.270
0.94	1.60	3.066	3.066
0.88	1.70	2.885	2.885
0.83	1.80	2.725	2.725
0.79	1.90	2.582	2.582
0.75	2.00	2.453	2.453
0.59	2.25	1.938	1.938
0.48	2.50	1.570	1.570
0.40	2.75	1.297	1.297
0.33	3.00	1.090	1.090
0.19	4.00	0.613	0.613
0.12	5.00	0.392	0.392
0.08	6.00	0.273	0.273
0.06	7.00	0.200	0.200
0.05	8.00	0.153	0.153
0.04	9.00	0.121	0.121
0.03	10.00	0.098	0.098

El SISMO X: fue determinado utilizando un factor obtenido a través del procedimiento dado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

El SISMO Y: también se determinó utilizando un factor basado en el procedimiento del RNE.

Por lo general, se utilizan para Z: 0.25, C: 2.5, U: 1.00, S: 1.20 y $R = R_o$ * la * I_p , en función del material que constituye el elemento estructural a las fuerzas laterales. En este contexto, se tomaron valores de $R_oX = 3$ y $R_oY = 3$. Las irregularidades se analizan de acuerdo a lo según lo establecido en el procedimiento, donde se utilizó un valor de $I_p = 1.00$ e $I_a = 1.00$.

Establecimos la combinación y el patrón de carga de la norma E-060:

REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA

RESISTENCIA REQUERIDA

La resistencia mínima para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) deber ser:

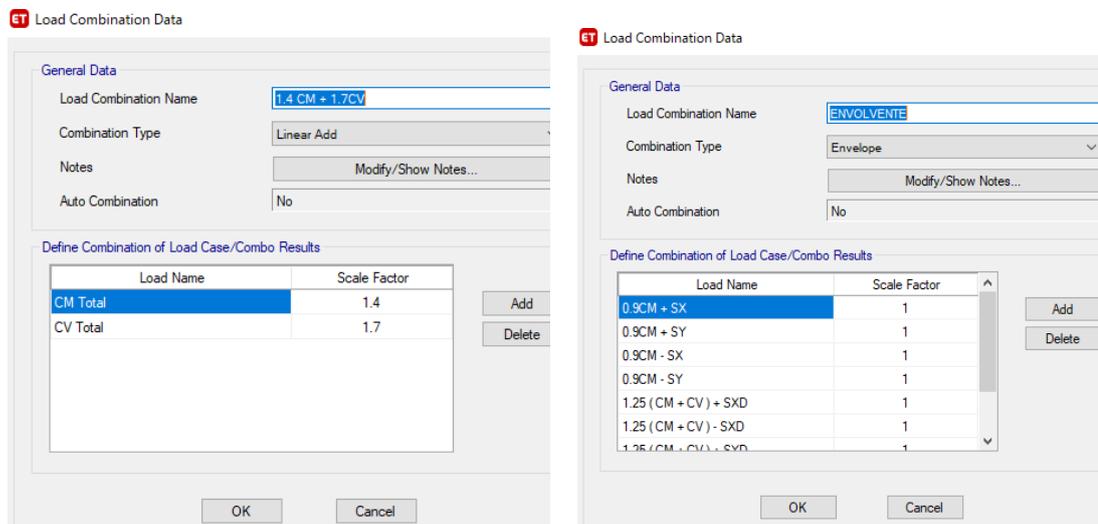
$$U = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

Si en el diseño se consideran cargas de sismo (CS),

$$U = 1,25 [\text{CM} + \text{CV}] \pm \text{CS}$$

$$U = 0,9 \text{ CM} \pm \text{CS}$$

Figura 20
Combinaciones de Carga



Una vez completado el proceso de definición del modelo, se prosiguió a ejecutar el análisis presionando la tecla F5.

Después de finalizar el análisis, se procedió a buscar los resultados y se recopiló la información requerida.

Figura 21
Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Desarrollo

Modal Participating Mass Ratios											
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.135	0.5885	0.0004	0	0.5885	0.0004	0	0.0004	0.2064	0.2669
Modal	2	0.074	0.0861	0.0013	0	0.6746	0.0017	0	0.0016	0.458	0.1086
Modal	3	0.049	0.0021	0.6055	0	0.6767	0.6072	0	0.3347	0.0033	0.0052
Modal	4	0.045	0.0015	0.0716	0	0.6781	0.6788	0	0.1112	0.0014	0.0031
Modal	5	0.031	0.0005	0.2591	0	0.6787	0.9378	0	0.5284	0.009	0.0011
Modal	6	0.019	0.1895	0.0106	0	0.8681	0.9484	0	0.0002	0.0663	0.2292
Modal	7	0.018	0.0189	0.0428	0	0.887	0.9912	0	0.0217	0.1386	0.0685
Modal	8	0.018	0.0734	0.0068	0	0.9604	0.9981	0	0.0018	0.1133	0.2326
Modal	9	0.015	0.0396	0.0019	0	1	1	0	0.0001	0.0037	0.0848

Fuente: (Autor de tesis, 2023)

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.135(donde predomina la dirección X con 0.5885, pero también teniendo rotaciones considerables en RZ y RZ),
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.074(donde predomina RY 0.458).
- **Mode/ 3**, el periodo es 0.049 (donde predomina la dirección Y con 0.6055, pero también teniendo rotaciones considerables en RY) por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 22
Tablas de derivas Iniciales de Piso - Desarrollo

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	
Story3	DERVAX	Combination	Max	X	0.003939	13	2.9	-0.7	7.4	
Story3	DERVAX	Combination	Max	Y	0.001487	9	2.9	8.75	7.4	
Story2	DERVAX	Combination	Max	X	0.001829	13	2.9	-0.7	5.1	
Story2	DERVAX	Combination	Max	Y	0.000937	20	2.9	7.6	5.1	
Story1	DERVAX	Combination	Max	X	0.002327	2	2.9	0	2.8	
Story1	DERVAX	Combination	Max	Y	0.000613	5	0	6.55	2.8	

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None						Story Drifts				
Filter: (([Output Case] = 'DERIVA Y') AND ([Step Type] = 'Max'))										
	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
	Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001709	13	2.9	-0.7	7.4
	Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001044	10	0	8.35	7.4
	Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001071	13	2.9	-0.7	5.1
	Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000548	20	2.9	7.6	5.1
	Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000911	2	2.9	0	2.8
	Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000374	5	0	6.55	2.8

Las tablas nos muestran derivas de entreciso tanto en el eje X e Y que cumple para albañilería confinada que tiene como deriva limite el 0.005, pero si llegan a sobrepasar al 50% de la deriva limite por lo que si aplicaría el factor de irregularidad torsional.

Figura 23
Máxima Deriva de Entreciso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8

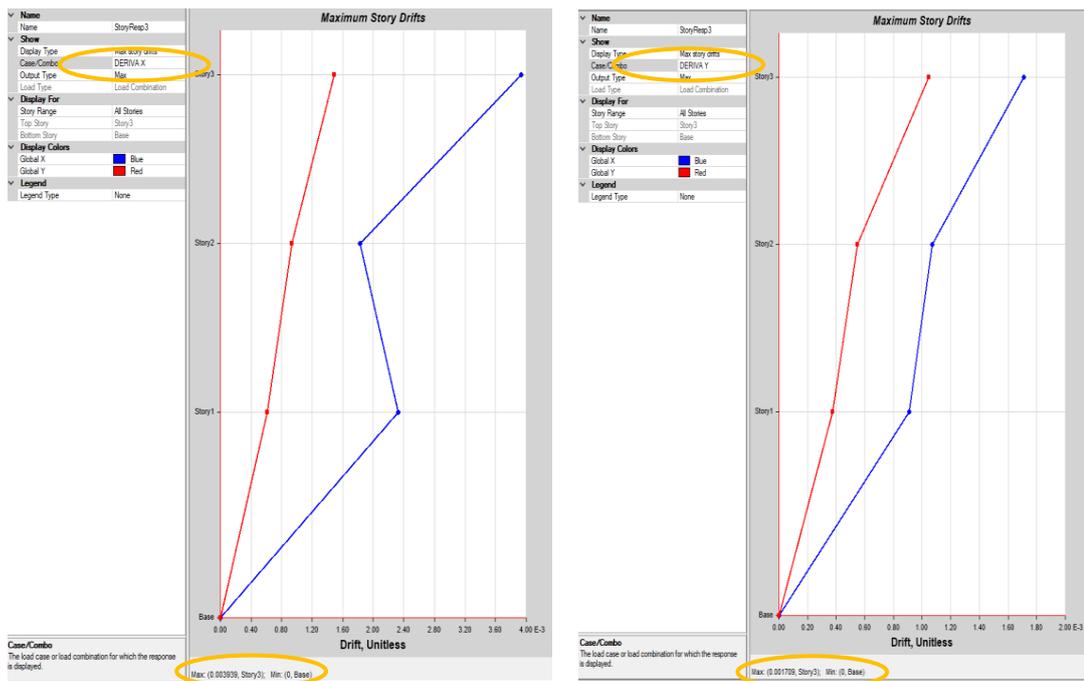


Tabla 16
Vulnerabilidad Inicial. Vivienda 8

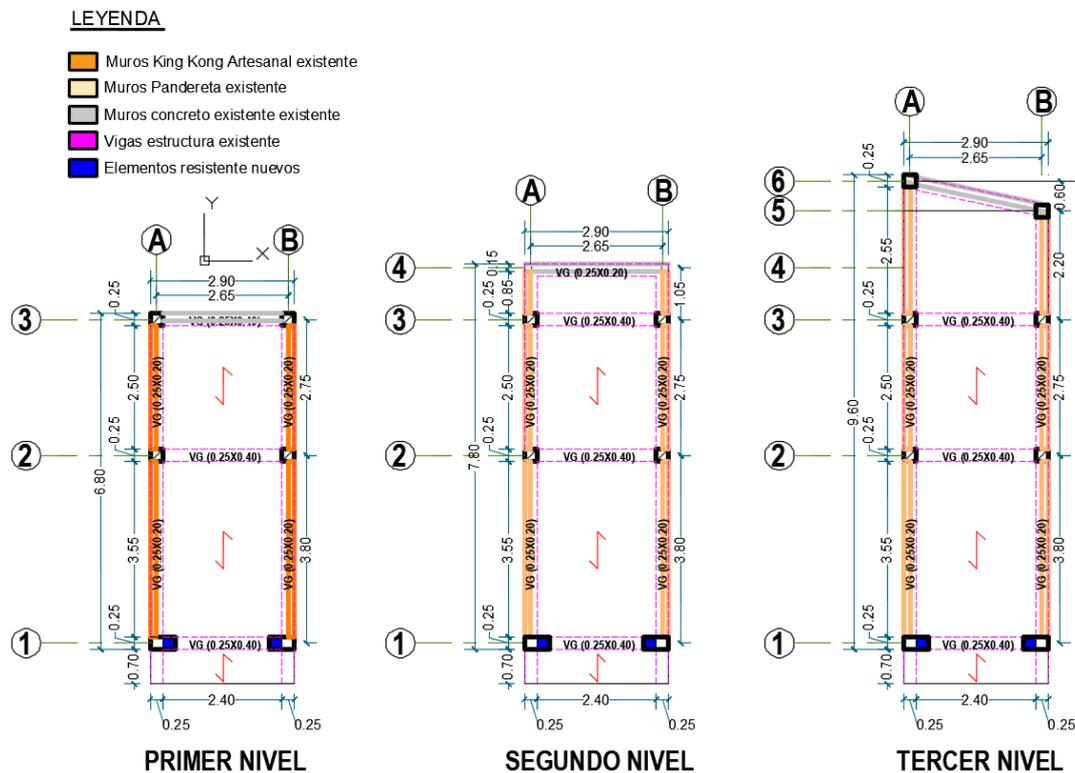
VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado

Partiendo de los resultados que se obtuvo en el análisis, se sugiere reducir el nivel de vulnerabilidad estructural mediante el aumento de su ductilidad y rigidez, así como mejorar su resistencia. Esto se lograría mediante la incorporación de muros portantes y el refuerzo de los pórticos utilizando un material de mayor calidad, como el ladrillo KK de 18 huecos industrial y las placas de concreto.

□ (3) DISEÑO SISMO RESISTENTE:

En los ejes principales de la estructura inicial se observa una vulnerabilidad no deseada, a causa de los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Estos valores podrían ser mejorados mediante la incorporación de elementos estructurales nuevos que presenten especificaciones superiores a los existentes.

Figura 24
Distribución de Estructuración final - Desarrollo



Como la estructura tiene principalmente inconveniente la torsión, debido que la parte trasera tiene placas que están pegadas a la ladera, se planteó poner muros de albañilería al frente para reducir el efecto, torsión, pero no

fueron suficientes, además que afectaban la funcionalidad y arquitectura de la vivienda, por lo que se optó solo hacer el refuerzo cambiando las dimensiones de las columnas de manera que no afectara la funcionalidad. Se modificó las columnas delanteras de 0.25 x 0.25 m por columnas de 0.25 x 0.50 m.

□ (4) CALCULO DE LA VULNERABILIDAD FINAL:

Figura 25
Modelo Etabs Estructuración Final - Desarrollo

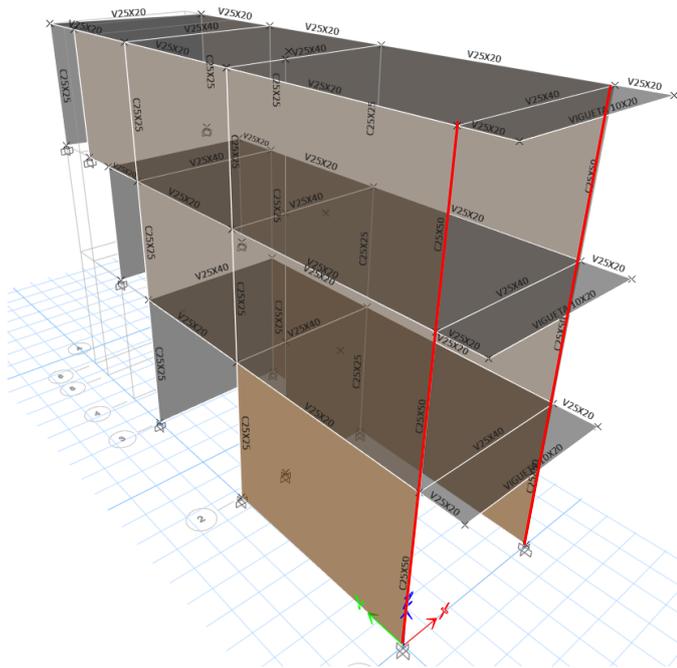


Figura 26
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Desarrollo

Modal Participating Mass Ratios											
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.127	0.5967	0.0007	0	0.5967	0.0007	0	0.0005	0.2113	0.2596
Modal	2	0.06	0.0855	0.0009	0	0.6822	0.0016	0	0.0013	0.4533	0.1055
Modal	3	0.048	0.0004	0.6979	0	0.6827	0.6995	0	0.4165	0.0016	0.0084
Modal	4	0.035	0.0007	0.0148	0	0.6833	0.7144	0	0.0715	0.0084	0.0005
Modal	5	0.031	0.0011	0.2252	0	0.6844	0.9396	0	0.4863	0.0144	0.0019
Modal	6	0.019	0.1856	0.0106	0	0.87	0.9502	0	0.0001	0.0581	0.2398
Modal	7	0.018	0.0129	0.0435	0	0.8829	0.9937	0	0.021	0.1195	0.0492
Modal	8	0.018	0.0792	0.0044	0	0.9621	0.9981	0	0.0027	0.13	0.2549
Modal	9	0.015	0.0379	0.0019	0	1	1	0	0.0001	0.0034	0.0803

En lo que respecta a la participación modal de masas, no hubo casi nada de variación respecto.

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.186 (donde predomina la dirección X con 0.518, pero también teniendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.099 (donde predomina la dirección Y con 0.8607).
- **Mode/ 3**, se observa un periodo de 0.061 que tiene gran porcentaje de rotación en Y con 0.3415, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 27
 Tabla derivas de piso - Desarrollo

ET Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: (([Output Case] = 'DERIVA X') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Direction] = 'X'))

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
▶	Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002846	13	290	-70	740
	Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002031	13	290	-70	510
	Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.0018	2	290	0	280

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: (([Output Case] = 'DERIVA Y') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Direction] = 'X'))

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
▶	Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001047	13	290	-70	740
	Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000746	13	290	-70	510
	Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000627	2	290	0	280

Figura 28

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8

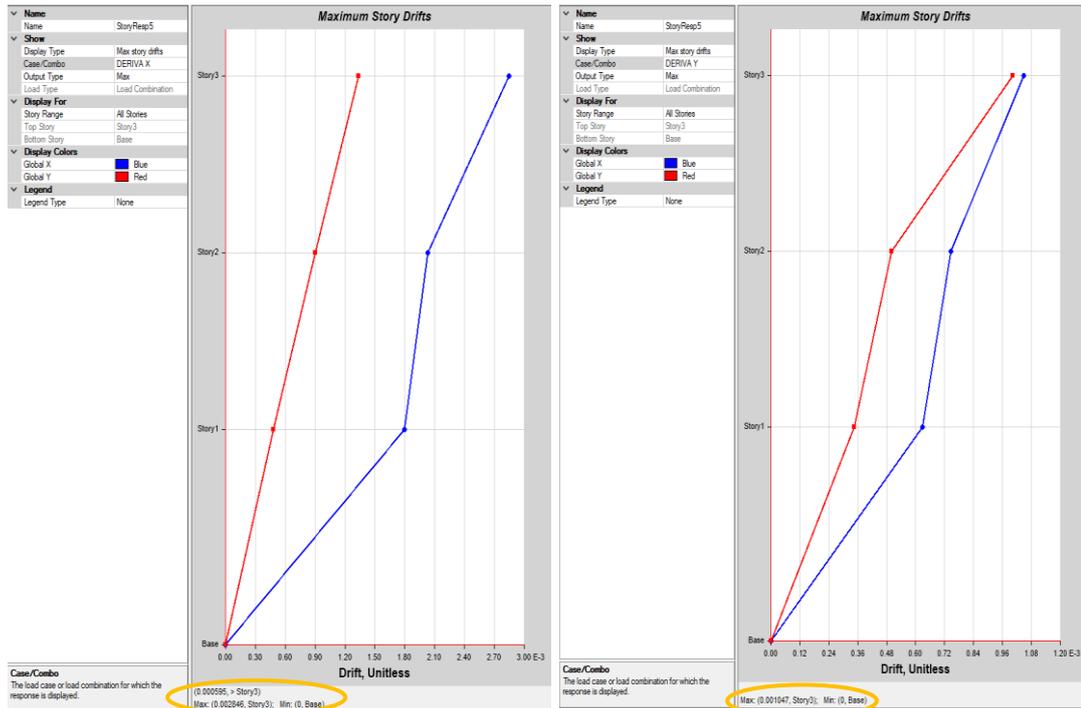


Figura 29

Tabla matriz de daños

Deriva ($\Delta\delta_j / h_j$)	Nivel de daño	Nivel de Vulnerabilidad
1/2000 - 1/1000	Sin daños	Leve
1/800	Daños leves	Moderado
1/350	Daños severos	Severo
> 1/200	Colapso	Colapso

Tabla 17

Vulnerabilidad Inicial. Vivienda 8

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado

Tabla 18

Vulnerabilidad Final. Vivienda 8

VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.0028458	0.00104805	Moderado	Leve

CAPITULO IV

RESULTADOS

El propósito principal de esta investigación ha sido determinar el cambio en la vulnerabilidad estructural después de implementar un diseño de resistencia sísmica. En otras palabras, se ha estudiado la diferencia en la estructura de las viviendas en 2 fases distintas: una fase inicial y una fase final.

La fase inicial refleja la situación actual de las viviendas, que carecen de un diseño de resistencia sísmica o, en caso de existir, se basa en criterios empíricos adoptados por constructores no profesionales (construcción informal). En consecuencia, se toma en cuenta la distribución actual de los elementos que proporcionan resistencia sísmica.

Además, en la etapa final se agregan elementos de refuerzo y se realizan reparaciones en los componentes actuales que muestren daño, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad estructural.

4.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

La configuración inicial de la vivienda se ha conseguido a partir de la recopilación de datos en el lugar, que se presenta seguidamente:

➤ **VIVIENDA N°2**

Figura 30
Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°2

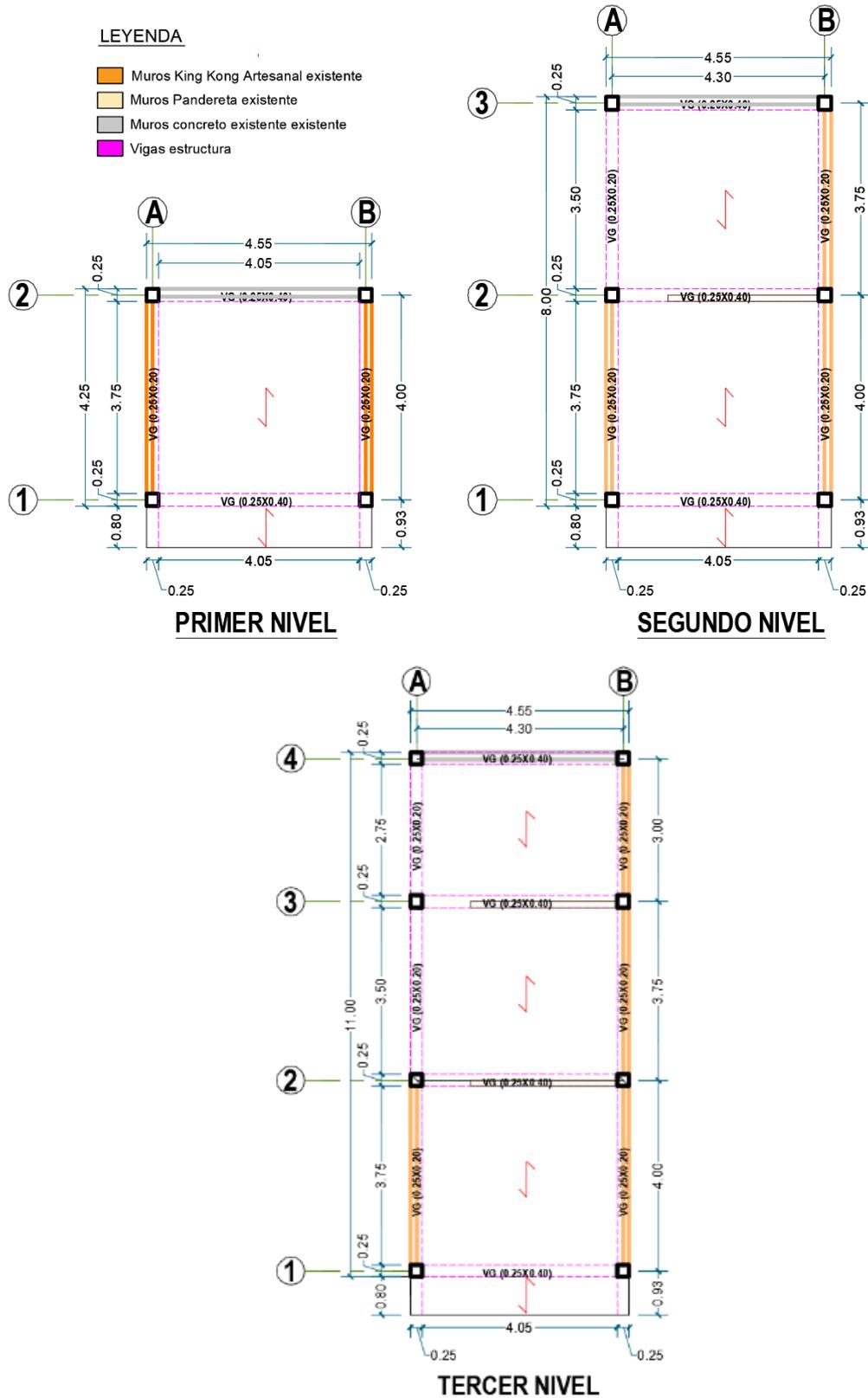


Figura 31
Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°2

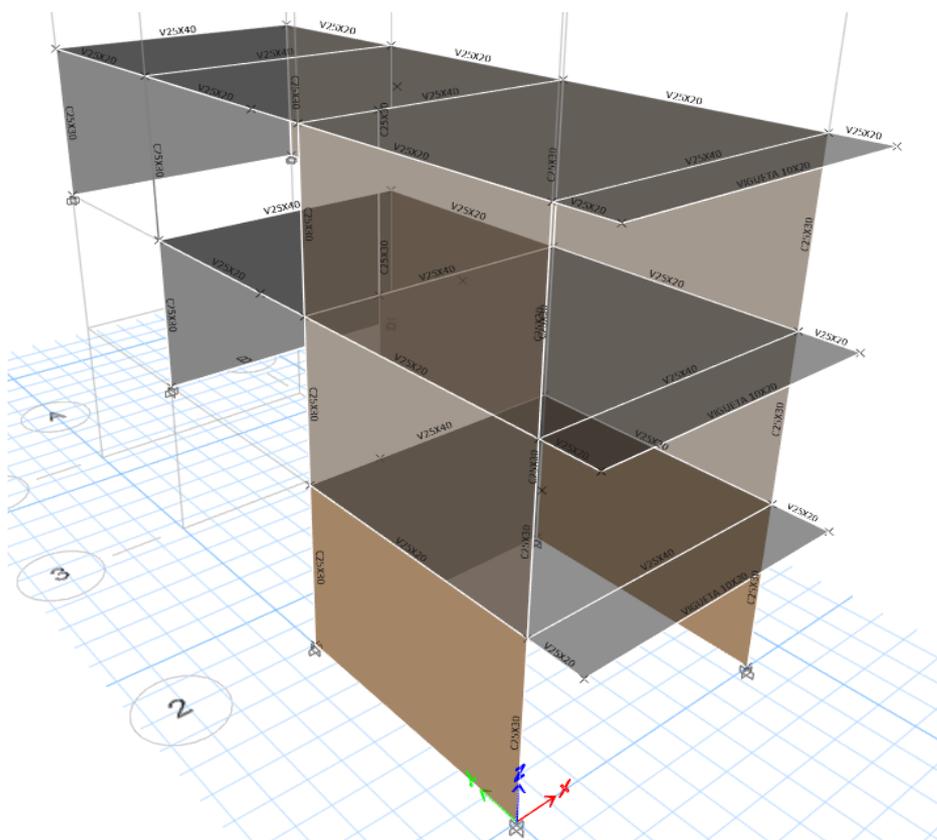


Figura 32
Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°2

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.194	0.512	0.0655	0	0.512	0.0655	0	0.0176	0.1799	0.2261
Modal	2	0.1	0.0458	0.853	0	0.5578	0.9185	0	0.1805	0.0097	0.0202
Modal	3	0.068	0.0395	0.0075	0	0.5973	0.926	0	0.023	0.3318	0.1171
Modal	4	0.046	0.0088	0.0012	0	0.6061	0.9272	0	0.0361	0.0603	0.0456
Modal	5	0.042	0.0001	0.0667	0	0.6062	0.9938	0	0.7087	0.0083	0.0011
Modal	6	0.029	6.618E-06	0.0061	0	0.6062	1	0	0.0332	0.0002	0.0002
Modal	7	0.018	0.3434	2.607E-05	0	0.9496	1	0	0.0001	0.0441	0.5578
Modal	8	0.018	0.0476	0	0	0.9973	1	0	0.0008	0.313	0.0202
Modal	9	0.017	0.0027	6.005E-06	0	1	1	0	2.167E-05	0.0527	0.0117

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.194 (donde predomina la dirección X con 0.512, pero también teniendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.1(donde predomina la dirección Y con 0.85).
- **Mode/ 3**, se observa un periodo de 0.068 que tiene gran porcentaje de rotación en Y con 0.3318, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 33

Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°2

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.004452	11	4.3	-0.8	8
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.004933	4	0	10.75	8
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.005627	11	4.3	-0.8	5.4
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.003987	3	0	7.75	5.4
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002485	5	4.3	0	2.8
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001879	2	0	4	2.8

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002263	11	4.3	-0.8	8
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.003088	4	0	10.75	8
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002853	11	4.3	-0.8	5.4
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002403	3	0	7.75	5.4
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001299	5	4.3	0	2.8
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001132	2	0	4	2.8

Las tablas nos muestran derivas de entrepiso tanto en la dirección X y Y que no cumple para albañilería confinada que tiene como deriva limite el 0.005, ya que la deriva para la dirección máxima en X es 0.005627. Debido a que la estructura tiene muros de concreto escalonadamente en la parte posterior. Es necesario mejorar la distribución de estructura con muros de albañilería o concreto armado.

Figura 34

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°2

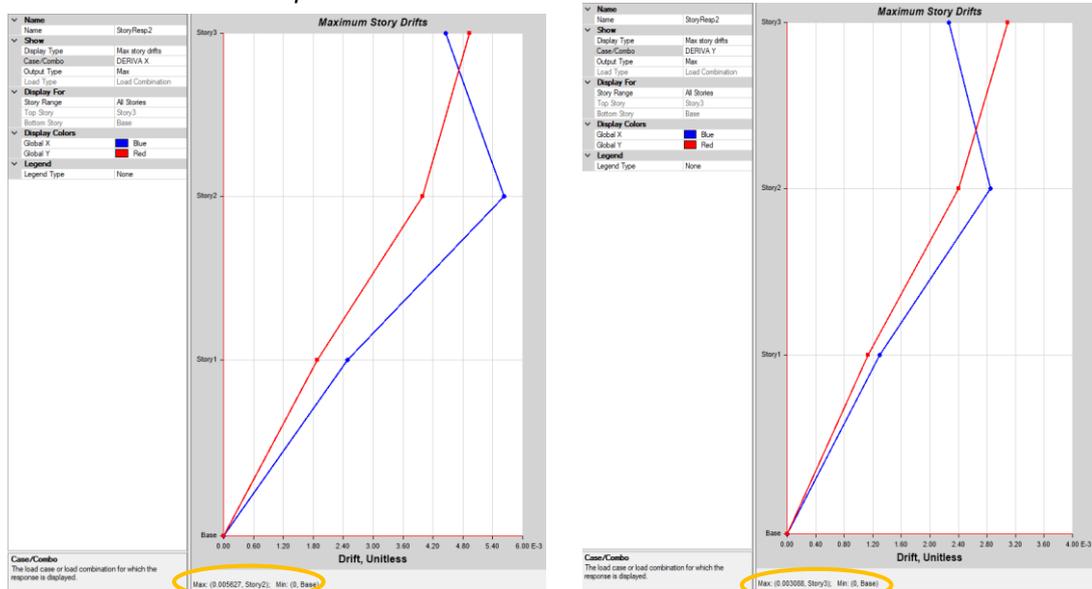


Tabla 19

Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 2

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00562785	0.00308805	Colapso	Severo

➤ **VIVIENDA N°3**

Figura 35

Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°3

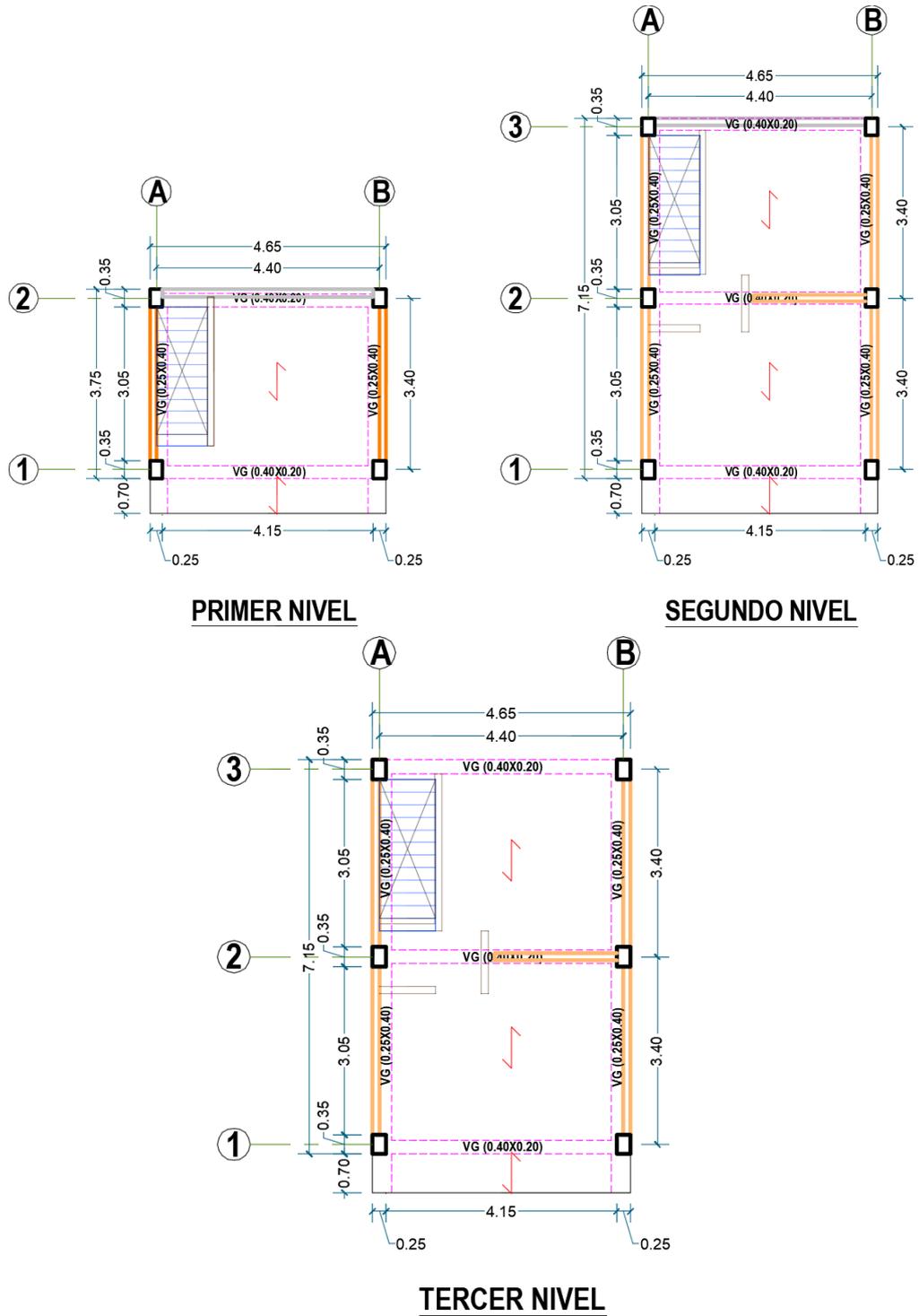


Figura 36
Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°3

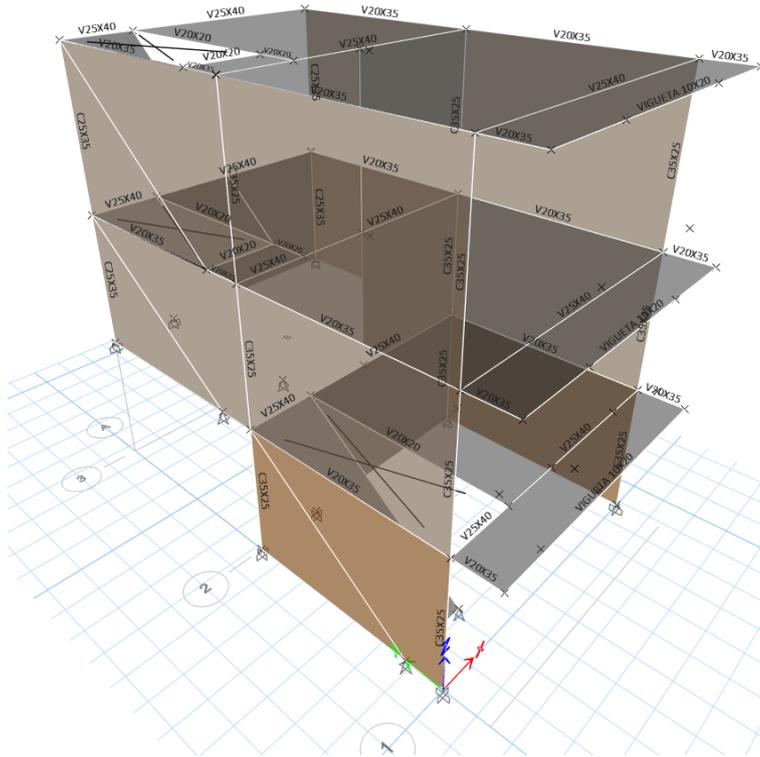


Figura 37
Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°3

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
▶	Modal	1	0.14	0.5087	0.0298	0	0.5087	0.0298	0	0.0062	0.3655	0.1492
	Modal	2	0.077	0.0172	0.1976	0	0.5259	0.2274	0	0.0643	0.2765	0.3373
	Modal	3	0.06	0.0001	0.5309	0	0.526	0.7583	0	0.3161	0.012	0.111
	Modal	4	0.047	0.1439	1.714E-05	0	0.6699	0.7583	0	0.0892	0.0368	0.0001
	Modal	5	0.032	0.0014	0.0302	0	0.6712	0.7885	0	0.1658	0.0584	0.098
	Modal	6	0.024	0.0457	0.1234	0	0.717	0.9119	0	0.1619	0.0359	0.0107
	Modal	7	0.018	0.0487	0.064	0	0.7656	0.9759	0	0.1595	0.0934	0.0169
	Modal	8	0.015	0.1885	0.0077	0	0.9541	0.9836	0	0.0029	0.0107	0.2727
	Modal	9	0.013	0.0459	0.0164	0	1	1	0	0.034	0.1108	0.0041

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.14(donde predomina la dirección X con 0.5087, pero también teniendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.077(donde tienen desplazamientos y rotaciones dirección X, Y, Z).
- Se puede observar que se tiene periodos muy bajos por lo que la estructura es muy rígida y solo tiene 2 niveles.

□ **Mode/ 3**, se observa que tiene gran porcentaje de rotación en Y con 0.5326, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 38

Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°3

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: ([Output Case] = 'DERIVA X') AND ([Step Type] = 'Max')

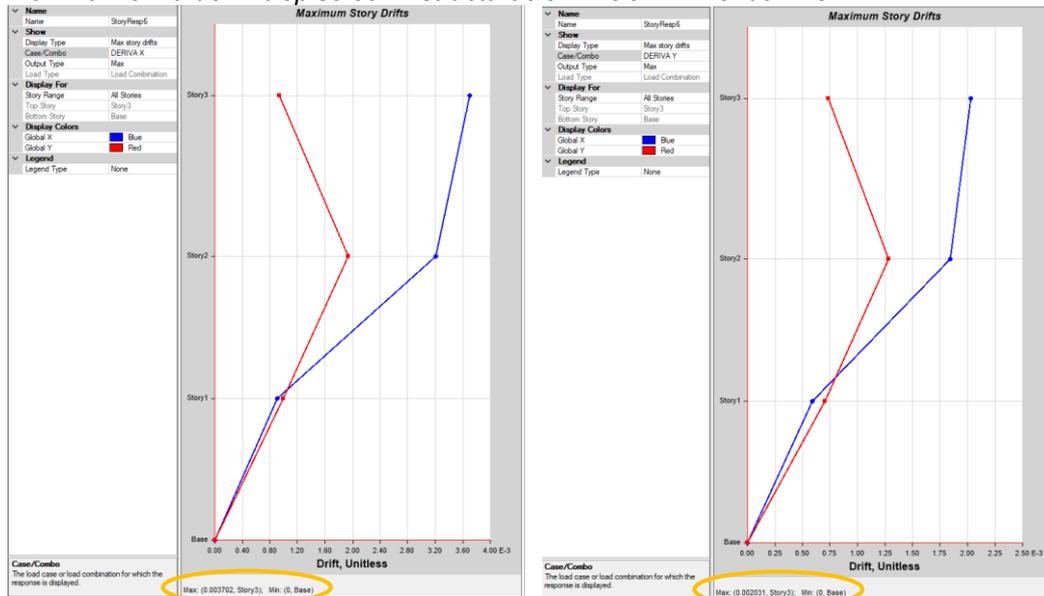
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.003702	16	4.4	-0.7	6.9
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000933	16	4.4	-0.7	6.9
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.003207	16	4.4	-0.7	4.4
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001942	7	4.4	6.8	4.4
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.000907	3	4.4	0	2.2
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000993	4	4.4	3.4	2.2

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Filter: ([Output Case] = 'DERIVA Y') AND ([Step Type] = 'Max')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002031	16	4.4	-0.7	6.9
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000732	6	0	6.8	6.9
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001842	16	4.4	-0.7	4.4
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001284	7	4.4	6.8	4.4
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000591	3	4.4	0	2.2
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000705	4	4.4	3.4	2.2

Figura 39

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°3



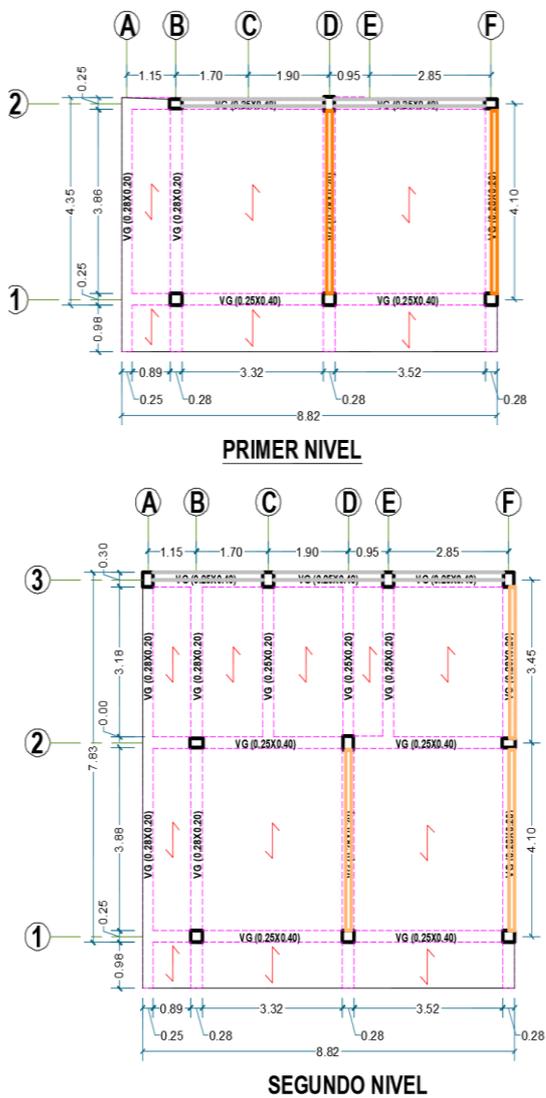
Las tablas nos muestran derivas de los niveles de piso, tanto en la dirección X y Y que cumple para albañilería confinada que cuenta como deriva limite el 0.005, pero si pasan del 50% de la deriva limite por lo que aplicaría el factor de irregularidad torsional.

Tabla 20
Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 3

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 3	0.0037026	0.0020298	Severo	Moderado

➤ **VIVIENDA N°4**

Figura 40
Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°4



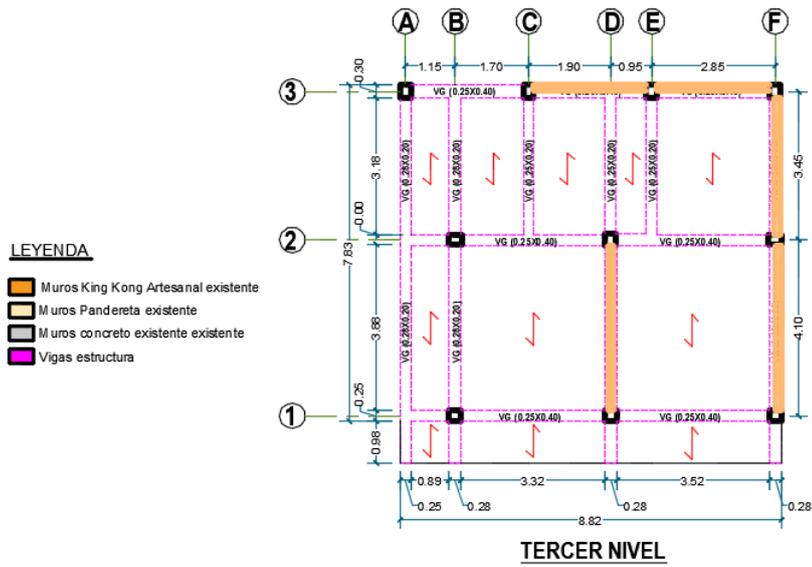


Figura 41
 Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°4

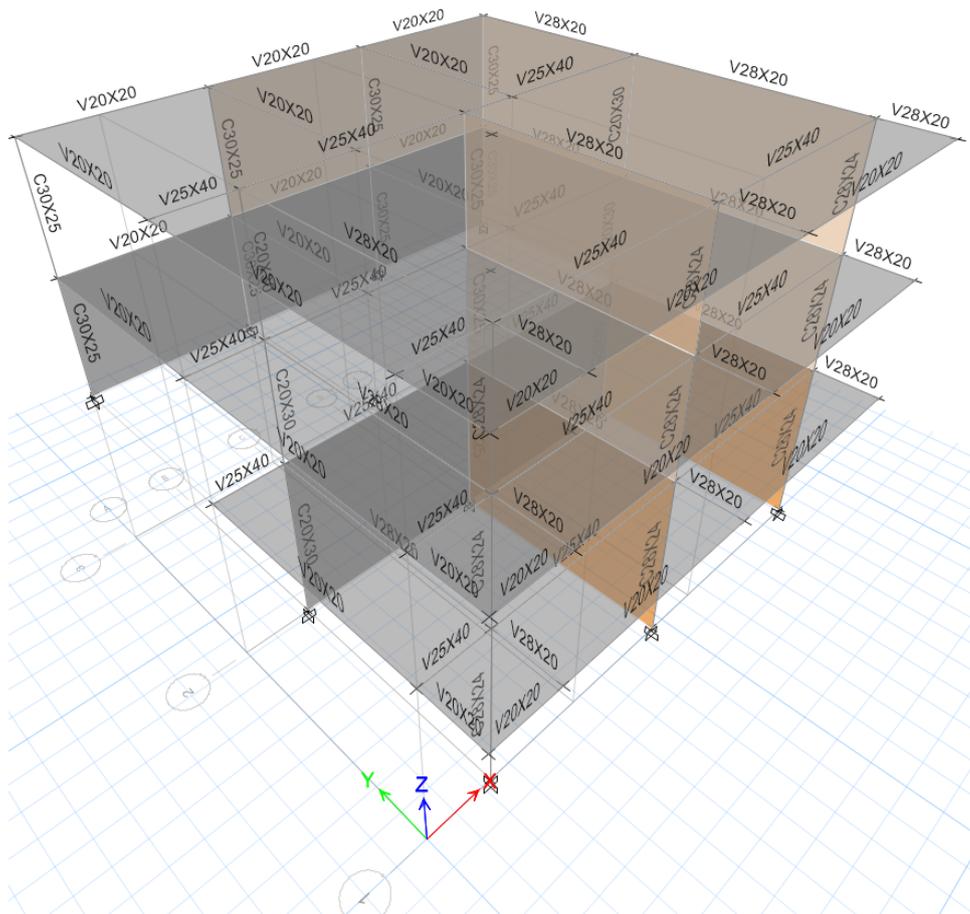


Figura 42

Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°4

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.312	0.3534	0.2024	0	0.3534	0.2024	0	0.0461	0.1146	0.3196
Modal	2	0.136	0.1394	0.6723	0	0.4928	0.8747	0	0.188	0.0283	0.0717
Modal	3	0.119	0.0079	0.0567	0	0.5007	0.9314	0	0.1599	0.2882	0.0719
Modal	4	0.078	0.0014	0.0031	0	0.5021	0.9344	0	0.0243	0.0048	2.801E-05
Modal	5	0.064	0.0743	0.0389	0	0.5764	0.9733	0	0.1297	0.3021	0.251
Modal	6	0.045	0.0928	0.0256	0	0.6692	0.9989	0	0.4435	0.001	0.0168
Modal	7	0.032	0.0032	0.0007	0	0.6724	0.9997	0	0.0049	0.0349	0.038
Modal	8	0.021	0.1895	0.0003	0	0.8619	1	0	0.0035	0.2259	0.0321
Modal	9	0.015	0.1381	5.244E-06	0	1	1	0	1.721E-06	0.0002	0.1988

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.312(donde predomina la dirección X con 0.3534, pero también teniendo rotaciones considerables),
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.136(donde predomina la dirección Y con 0.6723).
- **Mode/ 3**, se observa que tiene el mayor porcentaje de rotación en Y con 0.2882, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 43

Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°4

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.006034	16	8.55	-1.1	7.3
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.005342	3	0	7.55	7.3
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.006823	16	8.55	-1.1	5.2
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.010912	3	0	7.55	5.2
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.003195	4	8.55	0	3.1
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.004552	5	1.15	4.1	3.1

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.005421	16	8.55	-1.1	7.3
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.004846	3	0	7.55	7.3
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.0061	16	8.55	-1.1	5.2
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.009771	3	0	7.55	5.2
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002904	4	8.55	0	3.1
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.004128	5	1.15	4.1	3.1

Las tablas nos muestran derivas de entrepiso tanto en los ejes X y Y que no cumple para albañilería confinada que tiene como deriva limite el 0.005, ya que la deriva para la dirección máxima en X es 0.010912. Debido a que la estructura tiene muros de concreto escalonadamente en la parte posterior. Es necesario mejorar la distribución de estructura con los elementos de concreto armado o muros de albañilería.

Figura 44
Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°4

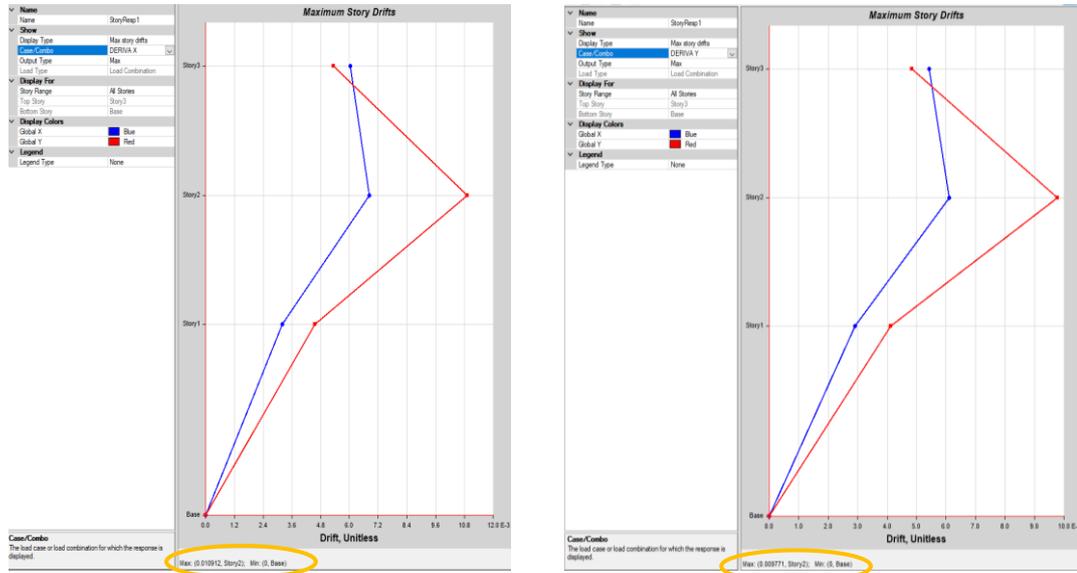


Tabla 21
Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 4

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 4	0.01091145	0.0097716	Colapso	Colapso

➤ **VIVIENDA N°5**

Figura 45
Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°5

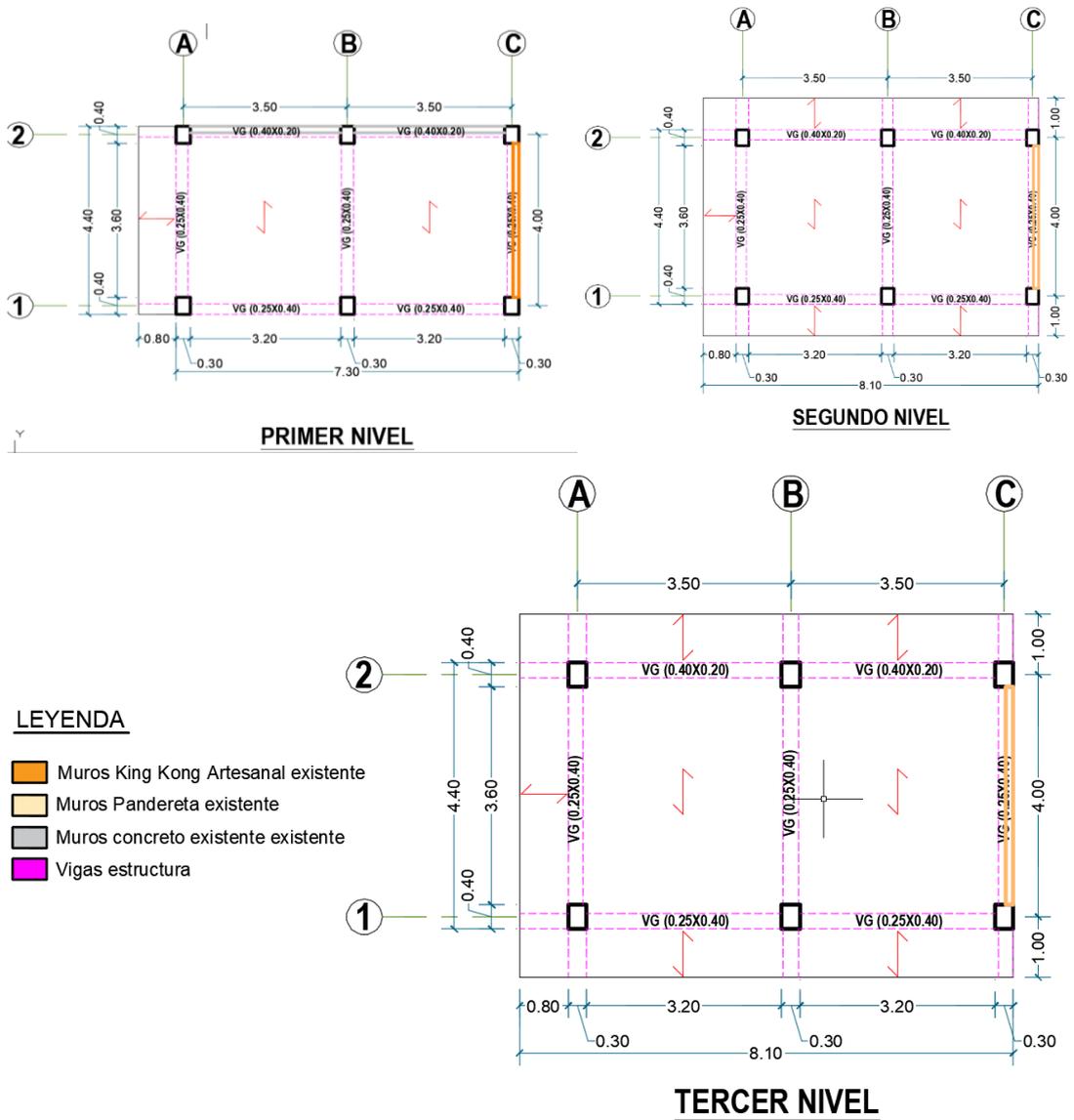


Figura 46
Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°5

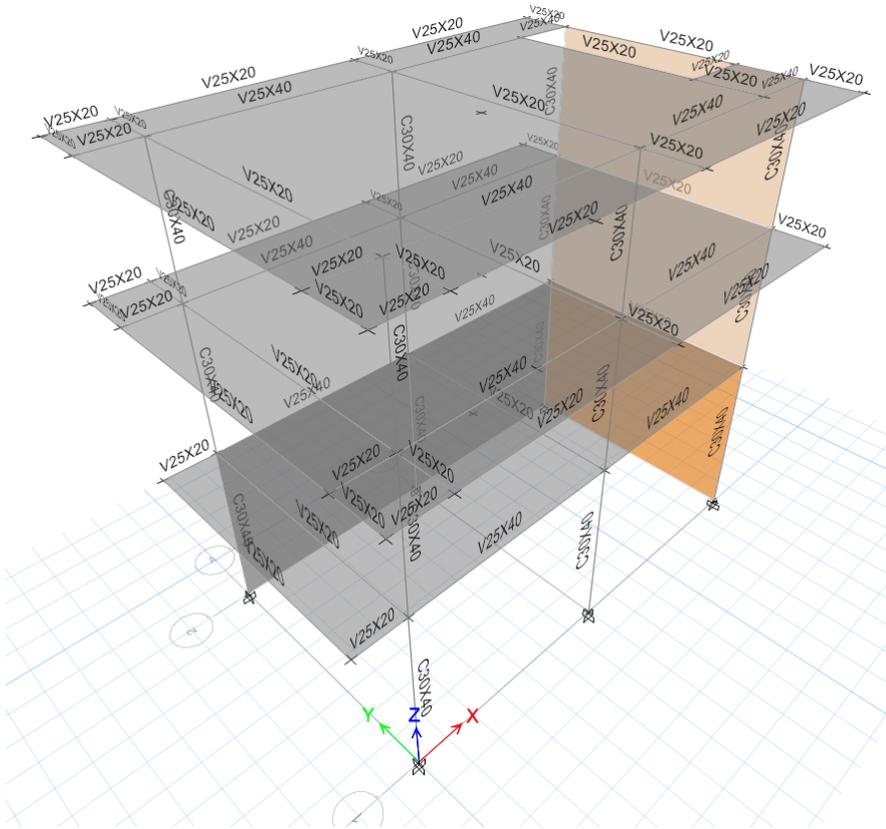


Figura 47
Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°5

Jñts: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios
 Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
▶	Modal 1	0.464	0.0798	0.4936	0	0.0798	0.4936	0	0.1289	0.0146	0.3411
	Modal 2	0.264	0.6172	0.0599	0	0.697	0.5536	0	0.0427	0.4185	0.0009
	Modal 3	0.144	1.499E-06	0.3134	0	0.697	0.867	0	0.0885	0.0447	0.529
	Modal 4	0.121	0.0043	0.0826	0	0.7012	0.9496	0	0.3574	0.0745	0.0103
	Modal 5	0.077	0.042	0.0005	0	0.7432	0.950099999...	0	0.0196	0.1085	0.0087
	Modal 6	0.063	0.0076	0.0076	0	0.7509	0.9577	0	0.0206	0.014	0.0045
	Modal 7	0.047	0.0199	0.0382	0	0.7708	0.9959	0	0.3287	0.0323	0.0192
	Modal 8	0.03	0.0299	0.0037	0	0.8007	0.9996	0	0.0122	0.0401	0.0013
	Modal 9	0.019	0.1993	0.0004	0	1	1	0	0.0014	0.2529	0.085

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.464 (donde predomina la dirección Y con 0.4936, pero también teniendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.264(donde predomina la dirección X con 0.6172).
- **Mode/ 3**, se observa que tiene gran porcentaje de rotación en Z con 0.529, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 48
Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°5

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ((Output Case) = 'DERIVA X') AND ((Step Type) = 'Max')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.006192	16	700	480	740
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.008982	13	-80	480	740
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.008159	5	700	0	530
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.011545	2	0	400	530
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.004954	5	700	0	290
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.008489	2	0	400	290

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ((Output Case) = 'DERIVA Y') AND ((Step Type) = 'Max')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.007006	10	700	-80	740
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.014546	13	-80	480	740
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.009979	5	700	0	530
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.019733	2	0	400	530
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.008571	5	700	0	290
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.015015	2	0	400	290

Las tablas nos muestran derivas de entrepiso tanto en los ejes X y Y que no cumple para albañilería confinada que tiene como deriva limite el 0.005, ya que la deriva para la dirección máxima en X es 0.011545. Debido a que la estructura tiene muros de concreto escalonadamente en la parte posterior y también tiene muros colocados asimétricos.

Es necesario mejorar la distribución de estructura con los elementos de concreto armado o muros de albañilería.

Figura 49
Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°5

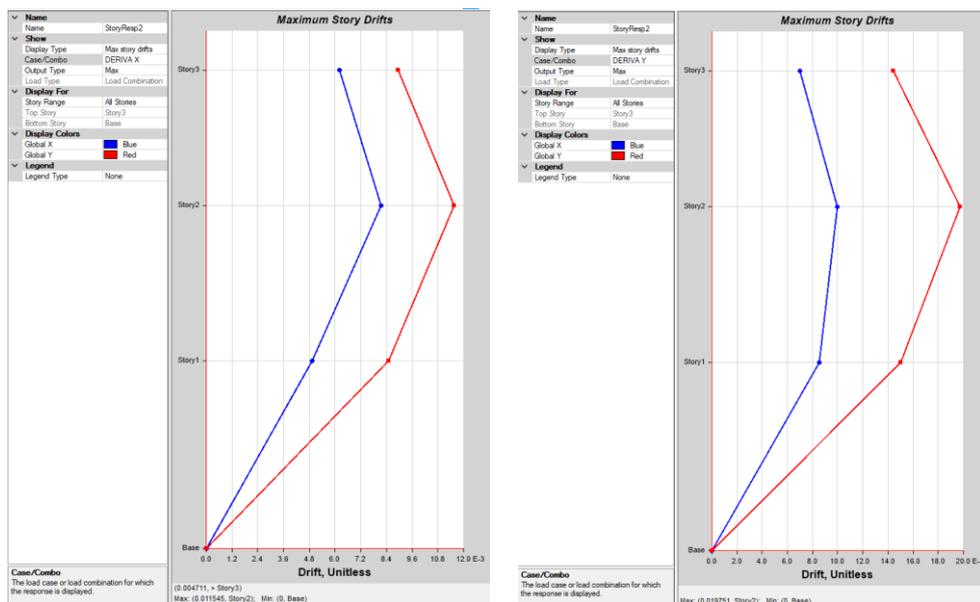


Tabla 22
Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 5

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 5	0.01154385	0.0197523	Colapso	Colapso

➤ **VIVIENDA N°8**

Figura 50
Distribución Inicial de la Estructura - Vivienda N°8

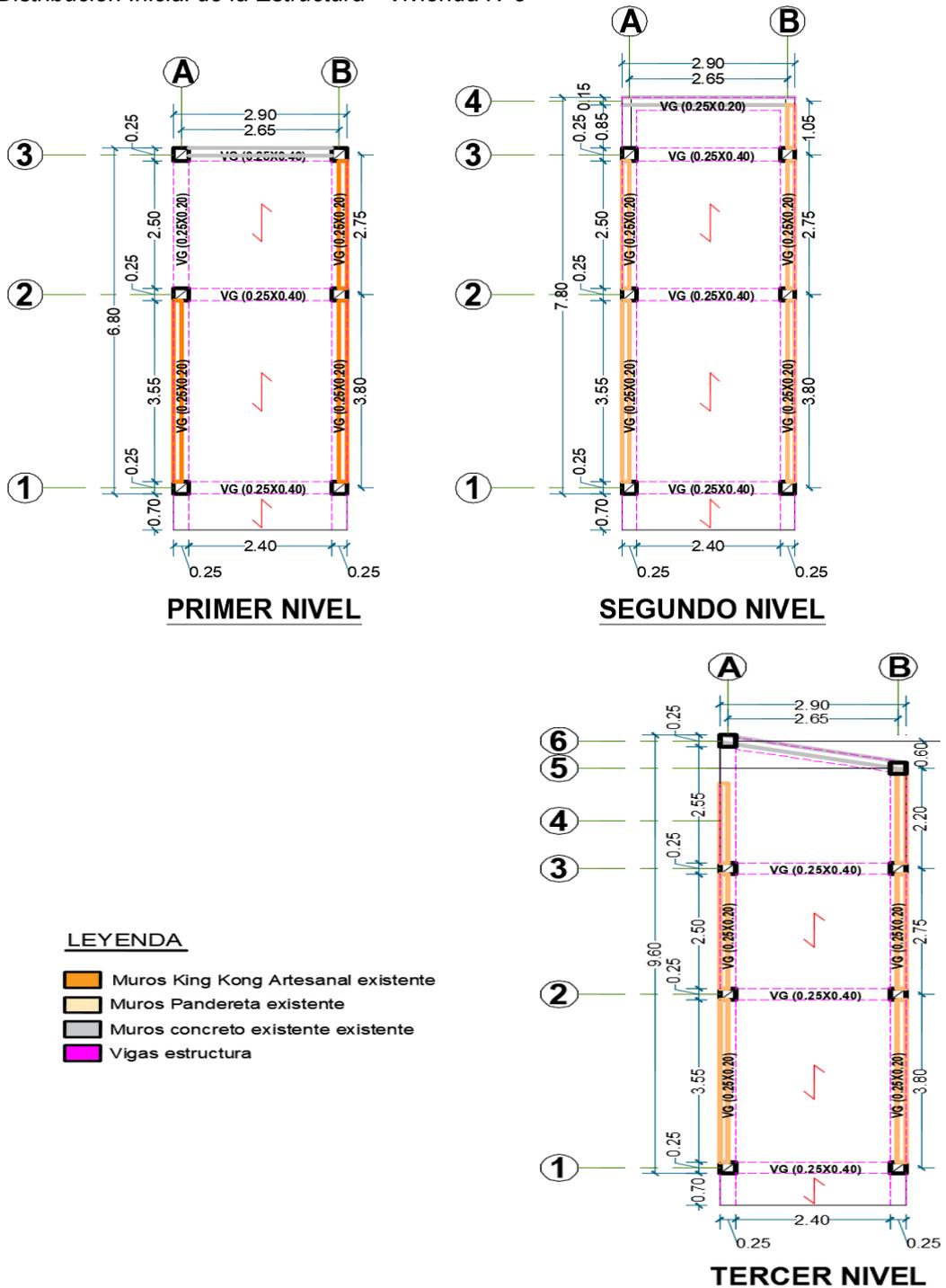


Figura 51
Modelo Etabs Estructuración Inicial - Vivienda N°8

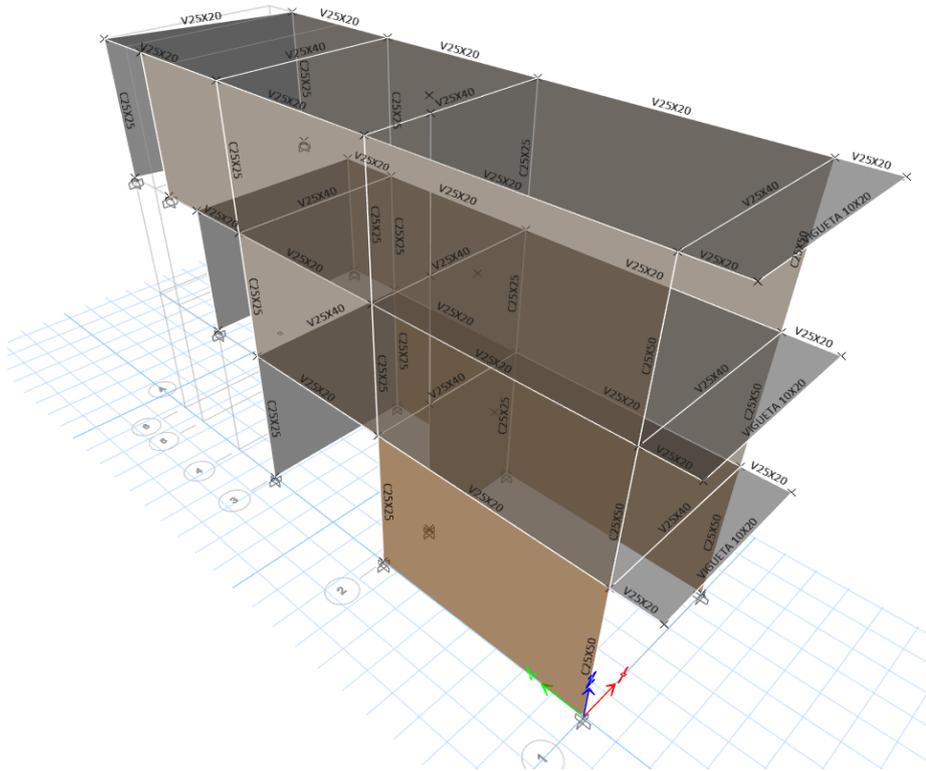


Figura 52
Participación Modal de Masas con Estructuración Inicial - Vivienda N°8

			Modal Participating Mass Ratios									
Units:	As Noted	Hidden Columns:	No	Sort:	None							
Filter:	None											
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	
Modal	1	0.135	0.5885	0.0004	0	0.5885	0.0004	0	0.0004	0.2064	0.2669	
Modal	2	0.074	0.0861	0.0013	0	0.6746	0.0017	0	0.0016	0.458	0.1086	
Modal	3	0.049	0.0021	0.6055	0	0.6767	0.6072	0	0.3347	0.0033	0.0052	
Modal	4	0.045	0.0015	0.0716	0	0.6781	0.6788	0	0.1112	0.0014	0.0031	
Modal	5	0.031	0.0005	0.2591	0	0.6787	0.9378	0	0.5284	0.009	0.0011	
Modal	6	0.019	0.1895	0.0106	0	0.8681	0.9484	0	0.0002	0.0663	0.2292	
Modal	7	0.018	0.0189	0.0428	0	0.887	0.9912	0	0.0217	0.1386	0.0685	
Modal	8	0.018	0.0734	0.0068	0	0.9604	0.9981	0	0.0018	0.1133	0.2326	
Modal	9	0.015	0.0396	0.0019	0	1	1	0	0.0001	0.0037	0.0848	

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.135(donde predomina la dirección X con 0.5885, pero también teniendo rotaciones considerables en RZ y RZ),
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.074(donde predomina RY 0.458).
- **Mode/ 3**, el periodo es 0.049 (donde predomina la dirección Y con 0.6055, pero también teniendo rotaciones considerables en RY) por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

Figura 53

Derivas de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ([Output Case] = 'DERIVA X') AND ([Step Type] = 'Max')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.003939	13	2.9	-0.7	7.4
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001487	9	2.9	8.75	7.4
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.001829	13	2.9	-0.7	5.1
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000937	20	2.9	7.6	5.1
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002327	2	2.9	0	2.8
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000613	5	0	6.55	2.8

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ([Output Case] = 'DERIVA Y') AND ([Step Type] = 'Max')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001709	13	2.9	-0.7	7.4
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001044	10	0	8.35	7.4
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001071	13	2.9	-0.7	5.1
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000548	20	2.9	7.6	5.1
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000911	2	2.9	0	2.8
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000374	5	0	6.55	2.8

Las tablas nos muestran derivas de entrepiso tanto en el eje X y Y que cumple para albañilería confinada que cuenta como deriva limite el 0.005, pero si llegan a sobrepasar al 50% de la deriva limite por lo que si aplicaría el factor de irregularidad torsional.

Figura 54

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Inicial - Vivienda N°8

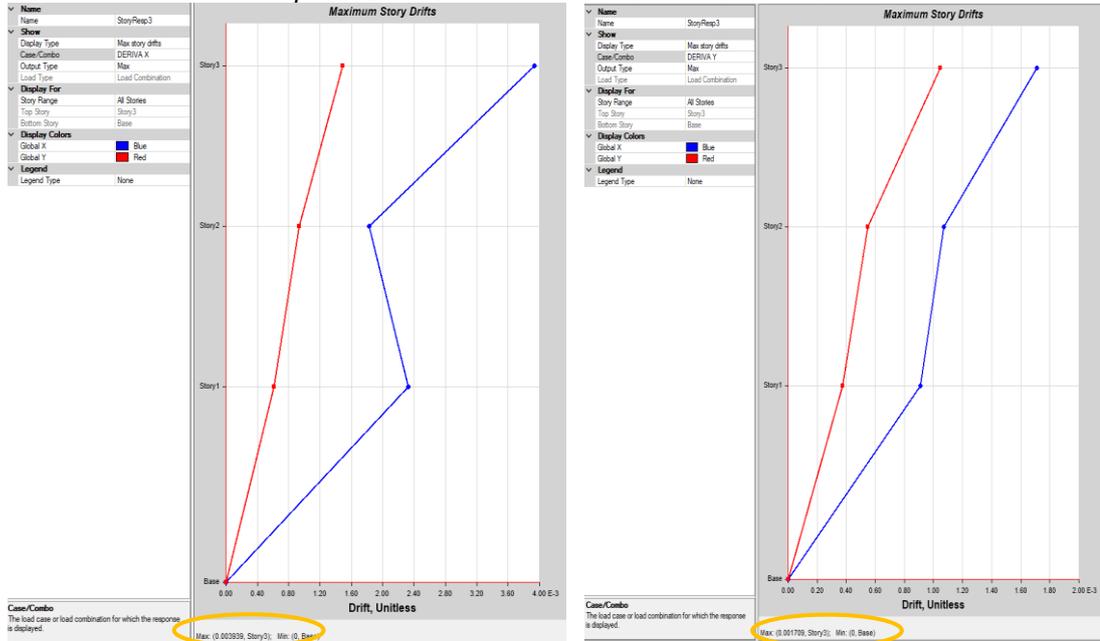


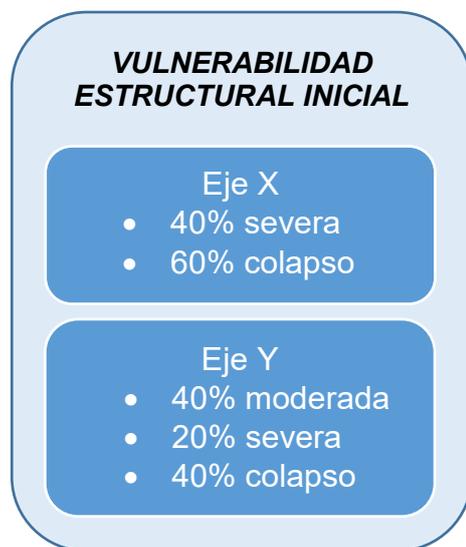
Tabla 23
Vulnerabilidad Inicial - Vivienda 8

VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	VULNERABILIDAD INICIAL	
			EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado

Tabla 24
Resumen Vulnerabilidad Inicial

VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	VULNERABILIDAD INICIAL	
			EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00562785	0.00308805	Colapso	Severo
VIVIENDA 3	0.0037026	0.0020298	Severo	Moderado
VIVIENDA 4	0.01091145	0.0097716	Colapso	Colapso
VIVIENDA 5	0.01154385	0.0197523	Colapso	Colapso
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado

Figura 55
Nivel de Vulnerabilidad Inicial de las Viviendas



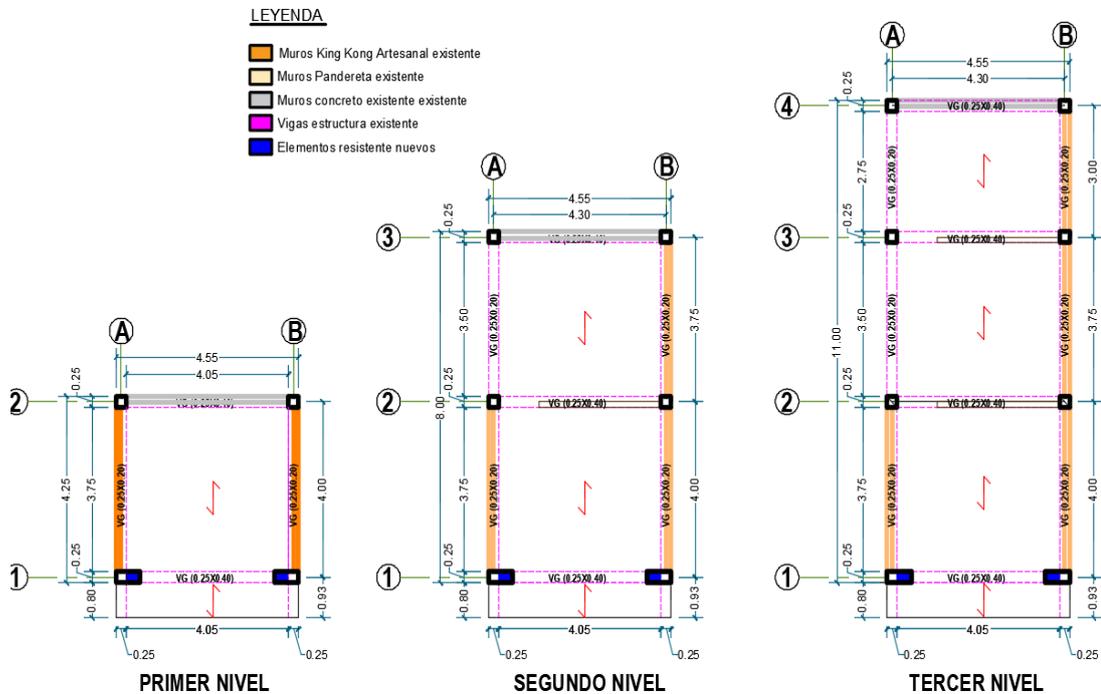
4.2. PROPUESTA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

Para validar la propuesta de diseño sísmico resistente en las viviendas, se ha realizado un análisis estructural tanto a la distribución inicial como a la distribución final, para las viviendas que no cumplen con las derivas límite, obteniéndose los valores correspondientes.

➤ VIVIENDA N° 2

La estructuración inicial de la estructura muestra niveles no deseados de vulnerabilidad en sus direcciones principales, a causa de los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Estos podrían mejorar al agregando elementos estructurales con especificaciones superiores a los existentes. Entonces, se ha planteado una estrategia adecuada para la propuesta de estructuración de la vivienda, que se presenta seguidamente:

Figura 56
Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°2



Como la estructura tiene principalmente inconveniente la torsión, debido que la parte posterior tiene placas que están pegadas a la ladera, se planteó poner muros de albañilería al frente para reducir el efecto, torsión, pero no fueron suficientes, ya que tiene un frente angosto, además que afectaban la funcionalidad y arquitectura de la vivienda, por lo que se optó solo hacer el refuerzo cambiando las dimensiones de las columnas de manera que no afectara la funcionalidad. Se modificó las columnas delanteras de 0.25 x 0.25 m por columnas de 0.25 x 0.60 m con lo que cumple al límite con la deriva máxima de 0.005.

Figura 57
Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°2

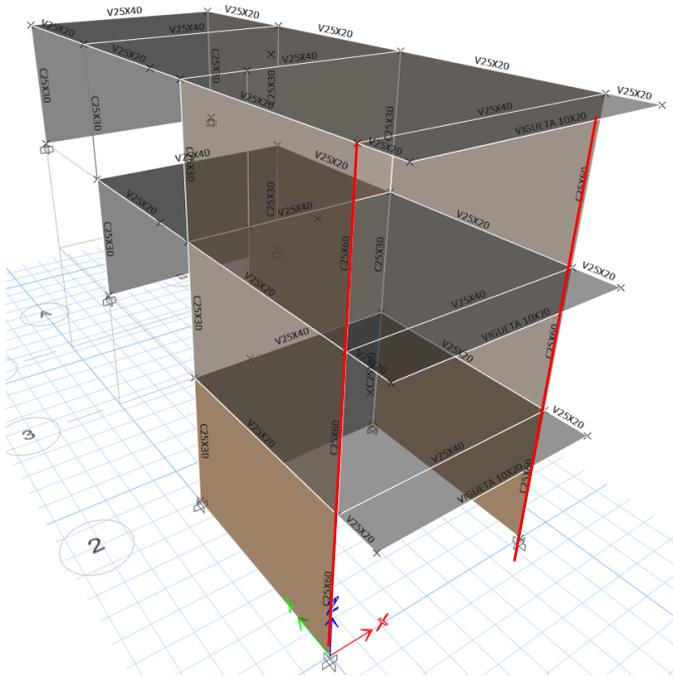


Figura 58
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°2

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.186	0.518	0.0642	0	0.518	0.0642	0	0.0171	0.1808	0.2229
Modal	2	0.099	0.0435	0.8607	0	0.5616	0.9249	0	0.1781	0.0115	0.0178
Modal	3	0.061	0.0415	0.006	0	0.6031	0.9309	0	0.0318	0.3415	0.1242
Modal	4	0.042	0.0019	0.0609	0	0.605	0.9918	0	0.7293	0.0322	0.012
Modal	5	0.035	0.0042	0.0024	0	0.6092	0.9942	0	0.0125	0.029	0.0303
Modal	6	0.029	1.356E-06	0.0058	0	0.6092	1	0	0.0302	1.173E-05	1.377E-06
Modal	7	0.018	0.3472	2.567E-05	0	0.9564	1	0	0.0001	0.039	0.5559
Modal	8	0.018	0.0414	0	0	0.9973	1	0	0.0008	0.3206	0.0265
Modal	9	0.017	0.0022	5.781E-06	0	1	1	0	1.54E-05	0.0455	0.0104

En lo que respecta a la participación modal de masas, no hubo casi nada de variación respecto.

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.186 (donde predomina la dirección X con 0.518, pero también teniendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.099(donde predomina la dirección Y con 0.8607).
- **Mode/ 3**, se observa un periodo de 0.061 que tiene gran porcentaje de rotación en Y con 0.3415, por lo que la vivienda tiene irregularidades en planta y también por los muros de concreto.

➤ CONTROL DE DERIVAS

Figura 59

Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°2

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.00412	11	430	-80	800	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.0045	4	0	1075	800	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.00492	11	430	-80	540	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.003636	3	0	775	540	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002362	5	430	0	280	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001798	2	0	400	280	

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002082	11	430	-80	800	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002881	4	0	1075	800	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.002485	11	430	-80	540	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002254	3	0	775	540	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001216	5	430	0	280	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001117	2	0	400	280	

Figura 60

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°2

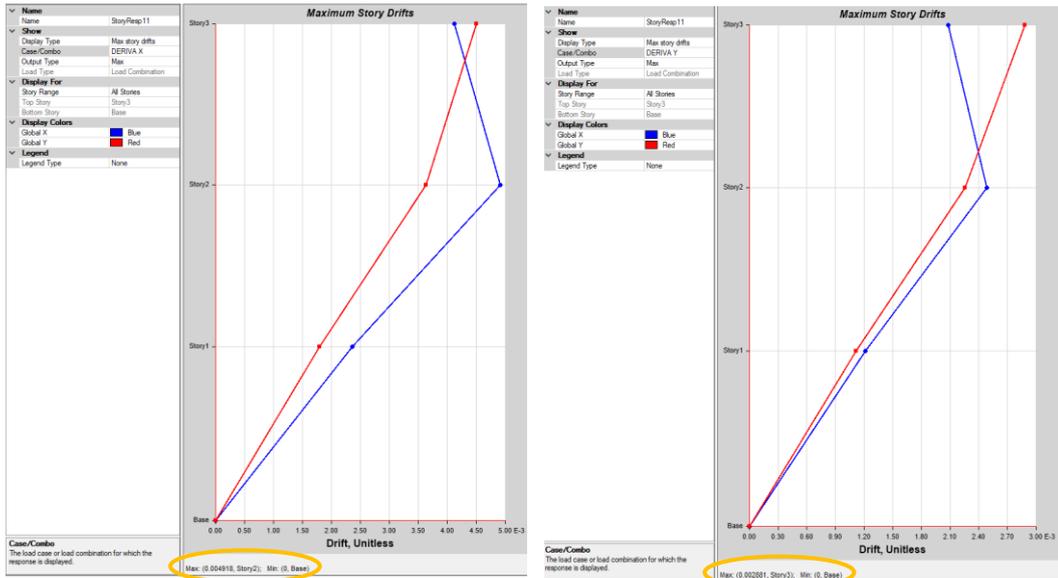


Tabla 25

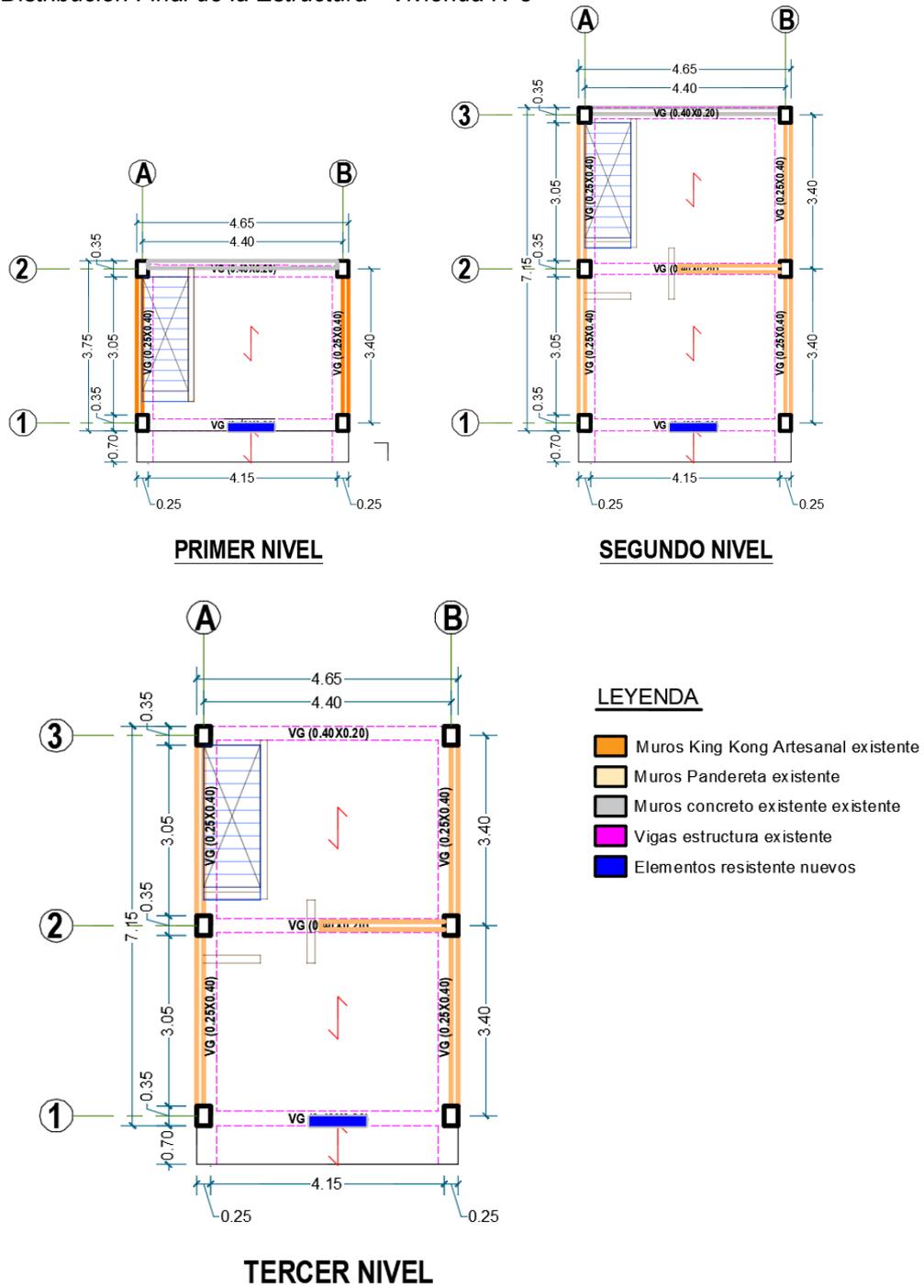
Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 2

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00562785	0.00308805	Colapso	Severo
VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00491895	0.0028815	Severo	Severo

➤ **VIVIENDA N° 3**

La estructura inicial exhibe niveles de vulnerabilidad no deseados en las direcciones principales, por los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Estos podrían mejorarse mediante la inclusión de otros elementos estructurales que presenten características superiores a los existentes.

Figura 61
Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°3



Como la estructura tiene principalmente inconveniente la torsión, debido que la parte posterior tiene placas que están pegadas a la ladera, se planteó poner muros de concreto armado al frente para reducir el efecto, torsión. Se agrego muros de concreto armado de 1m de longitud, espesor de 15cm de manera que se reduzca la torsión.

Figura 62
Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°3

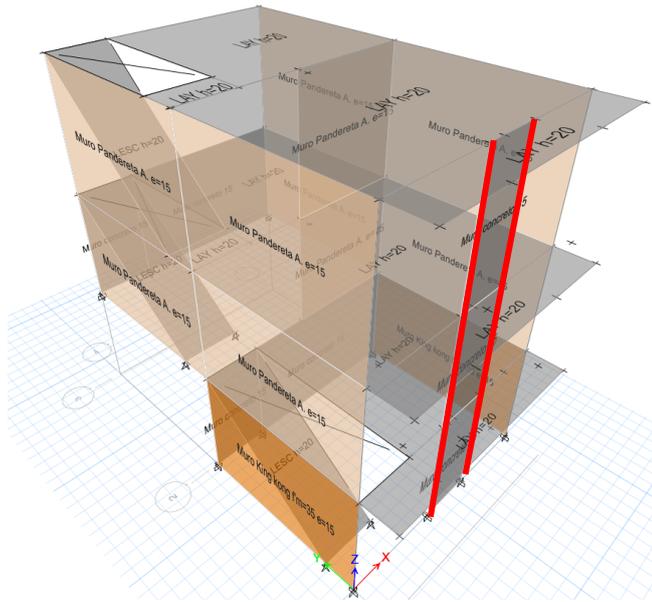


Figura 63
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°2

			Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal 1	1	0.114	0.5497	0.0427	0	0.5497	0.0427	0	0.007	0.353	0.1327
Modal 2	2	0.072	0.0343	0.2523	0	0.5841	0.2951	0	0.1125	0.2233	0.3104
Modal 3	3	0.059	0.0015	0.4548	0	0.5856	0.7498	0	0.3084	0.0187	0.1763
Modal 4	4	0.037	0.085	0.0178	0	0.6706	0.7677	0	0.1279	0.1251	0.017
Modal 5	5	0.025	0.0567	0.1639	0	0.7273	0.9316	0	0.2827	0.0183	0.0008
Modal 6	6	0.022	0.0014	0.0073	0	0.7287	0.9388	0	0.0507	0.0036	0.033
Modal 7	7	0.016	0.0126	0.0433	0	0.7413	0.9822	0	0.0797	0.114	0.1213
Modal 8	8	0.015	0.2108	0.0026	0	0.9522	0.9847	0	2.205E-05	0.0311	0.2043
Modal 9	9	0.013	0.0478	0.0153	0	1	1	0	0.031	0.1129	0.0041

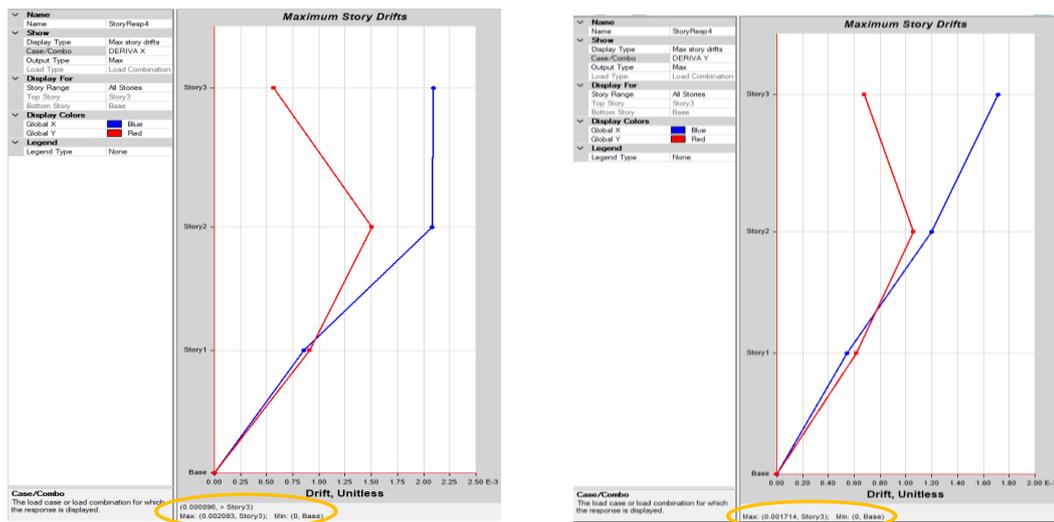
- **Mode/ 1**, el periodo es 0.114(donde predomina la dirección X con 0.5497, pero sigue habiendo rotaciones considerables).
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.072 (donde tienen desplazamientos y rotaciones dirección X, Y, Z).
- **Mode/ 3**, periodo de 0.06, porcentaje de desplazamiento en Y con 0.5326.

Figura 64
Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°3

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002093	16	4.4	-0.7	6.9	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000564	16	4.4	-0.7	6.9	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.00208	16	4.4	-0.7	4.4	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001505	7	4.4	6.8	4.4	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.000856	37	2.9	0	2.2	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.00091	4	4.4	3.4	2.2	

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001714	7	4.4	6.8	6.9	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000678	16	4.4	-0.7	6.9	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001198	16	4.4	-0.7	4.4	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.00106	7	4.4	6.8	4.4	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000541	37	2.9	0	2.2	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.000617	4	4.4	3.4	2.2	

Figura 65
Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°3



Las tablas nos muestran que después de la propuesta de diseño sismorresistente, las derivas de entrepiso tanto en X y Y cumple, llegando a ser moderado, reduciendo la torsión.

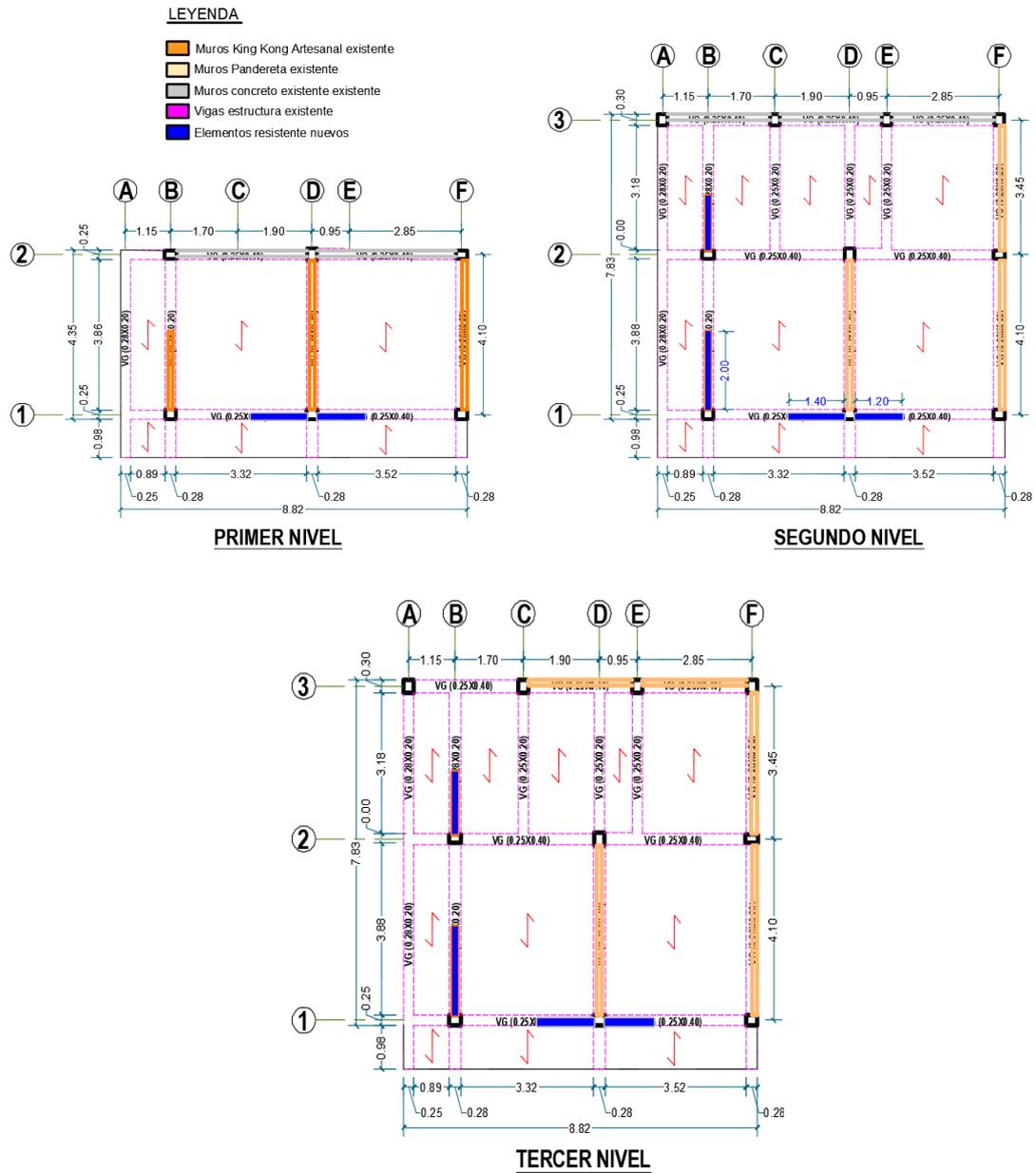
Tabla 26
Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 3

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 3	0.0037026	0.0020298	Severo	Moderado
VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 3	0.00209355	0.00171615	Moderado	Moderado

➤ VIVIENDA N° 4

La estructura inicial exhibe niveles de vulnerabilidad no deseados en ambas direcciones, por a los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Estos podrían mejorarse mediante la inclusión de nuevos elementos estructurales que tienen características superiores a los encontrados.

Figura 66
Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°4



Como la estructura tiene principalmente inconveniente la torsión, debido que la parte posterior tiene placas que están pegadas a la ladera, y tiene voladizos en las dos direcciones, se planteó poner muros de albañilería al frente para reducir el efecto, torsión, pero ocupan demasiado espacio, además que afectaban la funcionalidad y arquitectura de la vivienda, por lo que se optó solo hacer el refuerzo. Se agrego muro de albañilería artesanal y muros de concreto armado de 15cm de manera que se reduzca la torsión.

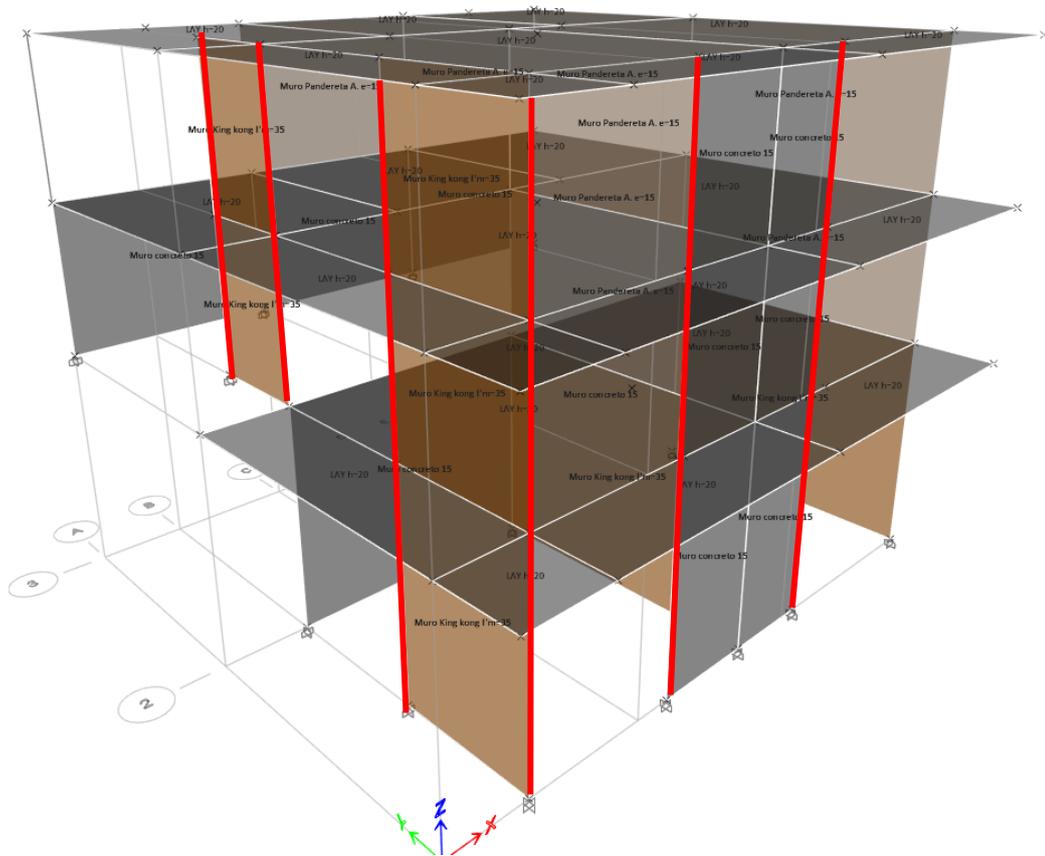


Figura 67
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°4

			Modal Participating Mass Ratios									
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	
Modal	1	0.153	0.3106	0.2711	0	0.3106	0.2711	0	0.1019	0.12	0.2567	
Modal	2	0.121	0.1824	0.6119	0	0.493	0.883	0	0.1546	0.0742	0.0885	
Modal	3	0.058	0.1062	0.0543	0	0.5992	0.9373	0	0.1524	0.208	0.2047	
Modal	4	0.048	0.0073	0.056	0	0.6065	0.9933	0	0.4747	0.1805	0.1642	
Modal	5	0.037	0.0562	0.0053	0	0.6627	0.9985	0	0.1071	0.1548	0.0319	
Modal	6	0.032	0.0023	0.0014	0	0.665	1	0	0.008	0.0006	0.0004	
Modal	7	0.022	0.1306	3.561E-05	0	0.7956	1	0	0.0012	0.0883	0.0556	
Modal	8	0.018	0.0793	5.561E-06	0	0.8748	1	0	4.593E-05	0.1713	0	
Modal	9	0.015	0.1252	4.249E-06	0	1	1	0	5.634E-07	0.0016	0.1999	

- **Mode/ 1**, el periodo es 0.153 (donde predomina la dirección X con 0.3106, pero también teniendo rotaciones considerables), se logró reducir el periodo.
- **Mode/ 2**, el periodo es 0.121 (donde predomina la dirección Y con 0.6119).
- **Mode/ 3**, se tiene un periodo de 0.058.

Figura 68
Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°4

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None							Story Drifts			
Filter: ((Output Case) = 'DERIVA X') AND ((Step Type) = 'Max')										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.001699	16	855	-110	730	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001645	3	0	755	730	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.001592	16	855	-110	520	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.002555	3	0	755	520	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.000726	20	595	0	310	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.000875	1	115	0	310	

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None							Story Drifts			
Filter: ((Output Case) = 'DERIVA Y') AND ((Step Type) = 'Max')										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001657	16	855	-110	730	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001732	14	0	-110	730	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001563	16	855	-110	520	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002663	3	0	755	520	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.00073	20	595	0	310	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.00101	6	855	410	310	

Con la adición de varios muros se logro reducir la deriva considerablemente, hasta tener un nivel de vulnerabilidad moderada.

Figura 69
Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°4

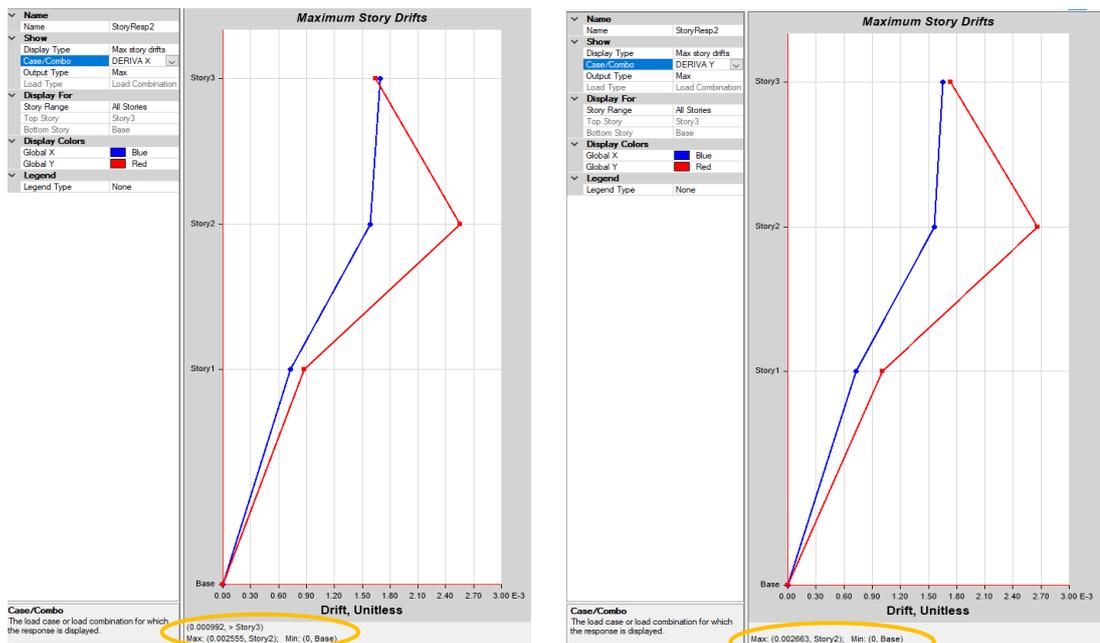


Tabla 27
Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 4

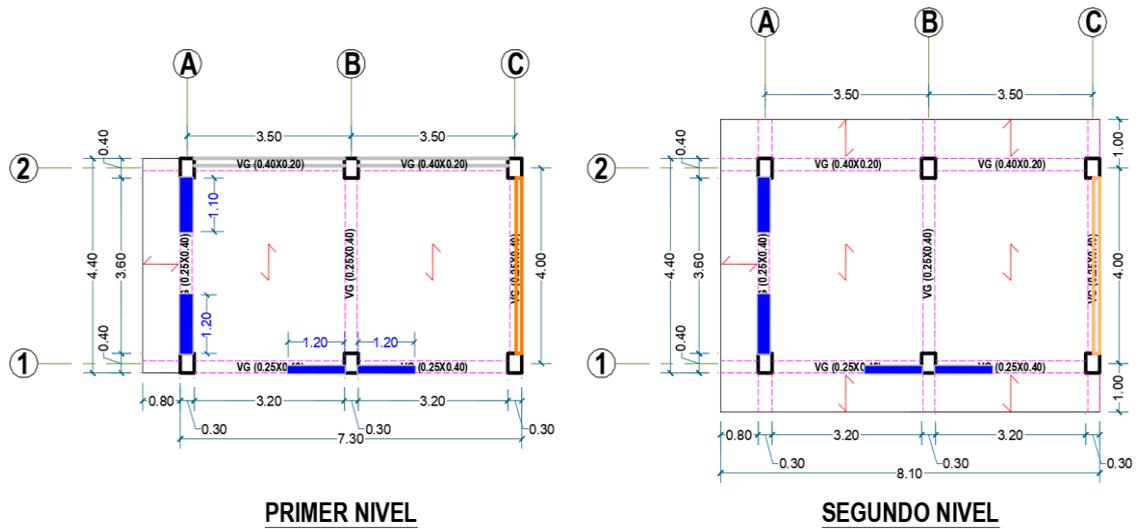
VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 4	0.01091145	0.0097716	Colapso	Colapso

VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 4	0.0025551	0.0026622	Moderado	Moderado

➤ **VIVIENDA N° 5**

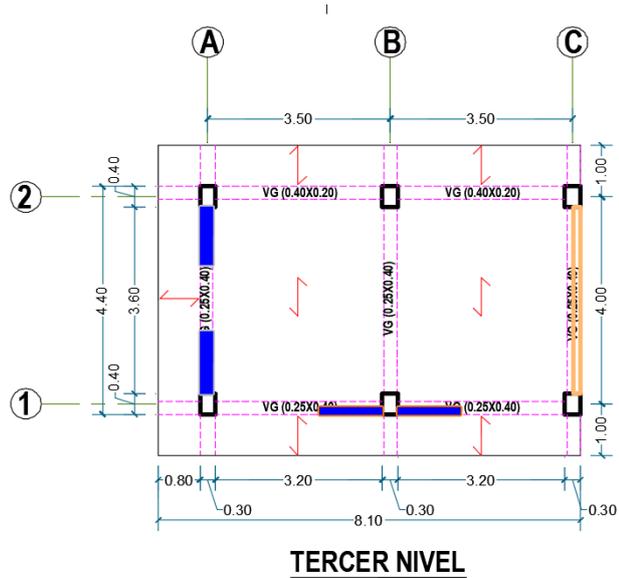
La estructura inicial exhibe niveles de vulnerabilidad no deseados en sus direcciones, por los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Estos podrían mejorarse mediante la inclusión de nuevos elementos estructurales que tienen características superiores a los encontrados.

Figura 70
Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°5



LEYENDA

-  Muros King Kong Artesanal existente
-  Muros Pandereta existente
-  Muros concreto existente existente
-  Vigas estructura existente
-  Elementos resistente nuevos



Como la vivienda tiene problemas de torsión por el muro de concreto que está pegada a la ladera y por tener voladizos en ambas direcciones, se planteó poner muros de albañilería al frente para reducir el efecto, torsión, pero no fueron suficientes, ya que tiene un frente angosto, además que afectaban la funcionalidad y arquitectura de la vivienda, por lo que se optó por poner muros de concreto de 0.15 m en el eje X, y muros de concreto armado de 0.25 m en la eje Y, con los cuales ya cumplía satisfactoriamente con un nivel de vulnerabilidad moderado.

Figura 71
Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°5

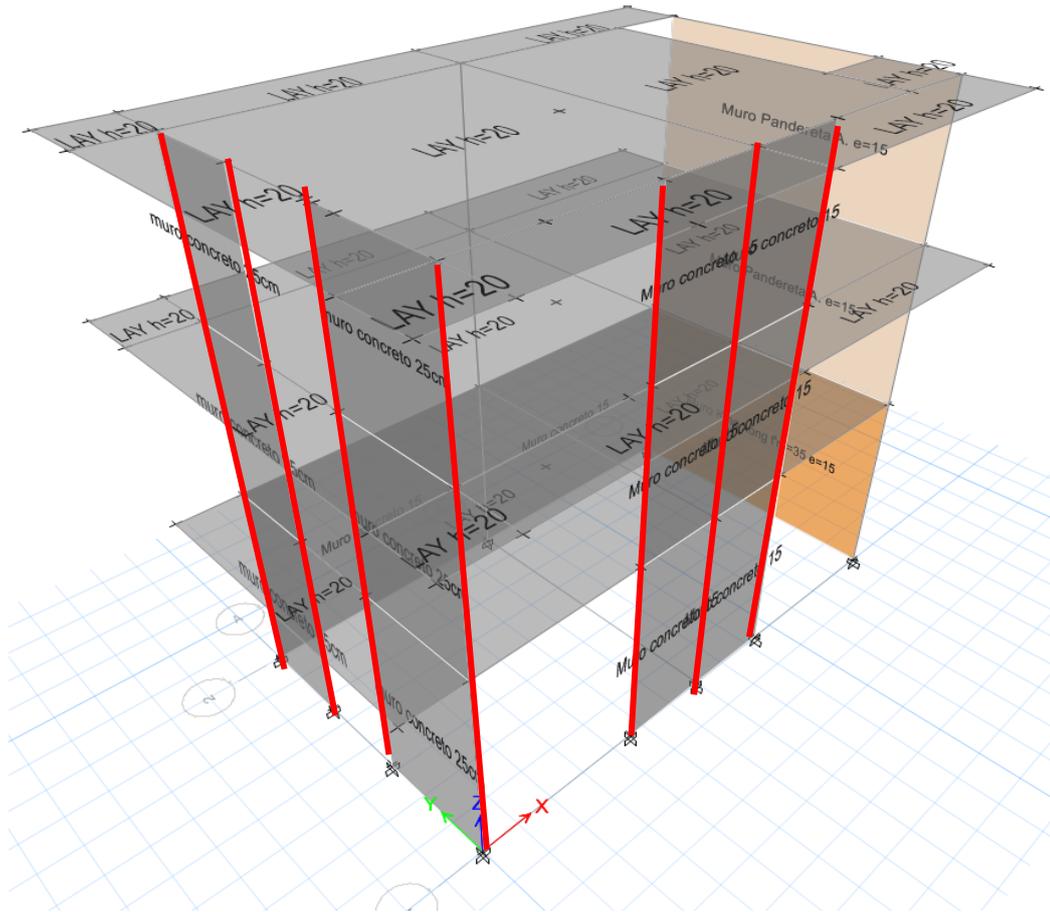


Figura 72
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°5

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.156	0.3558	0.4222	0	0.3558	0.4222	0	0.1429	0.2541	0.0012
Modal	2	0.143	0.3404	0.4104	0	0.6962	0.8326	0	0.2042	0.2388	0.0022
Modal	3	0.115	0.0036	0.0013	0	0.6998	0.8339	0	0.0001	0.0068	0.7958
Modal	4	0.041	0.0092	0.0687	0	0.709	0.9026	0	0.3457	0.0003	0.0258
Modal	5	0.037	0.0753	0.0241	0	0.7843	0.9268	0	0.0878	0.1681	0.0001
Modal	6	0.027	0.0309	0.0528	0	0.8151	0.9796	0	0.1488	0.0861	0.0583
Modal	7	0.023	0.0487	0.0027	0	0.8639	0.9823	0	0.0131	0.0321	0.0677
Modal	8	0.017	0.1358	0.0019	0	0.9997	0.9842	0	0.0052	0.2136	0.0222
Modal	9	0.012	0.0003	0.0158	0	1	1	0	0.0523	2.361E-05	0.0267

Figura 73

Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°5

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002254	16	700	480	740	
Story3	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001417	13	-80	480	740	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002016	6	700	400	530	
Story2	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001235	27	0	160	530	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.0006	24	470	0	290	
Story1	DERIVA X	Combination	Max	Y	0.001094	6	700	400	290	

Story Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.00207	16	700	480	740	
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002278	13	-80	480	740	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.00179	6	700	400	530	
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.002036	27	0	160	530	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000554	24	470	0	290	
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	Y	0.001493	6	700	400	290	

Figura 74

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°5

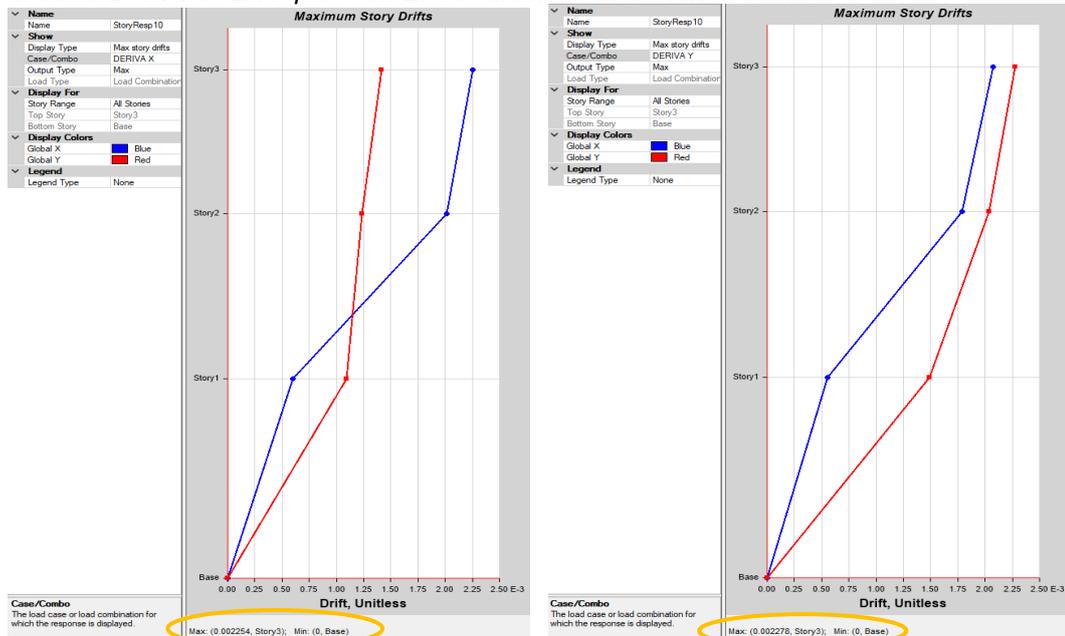


Tabla 28

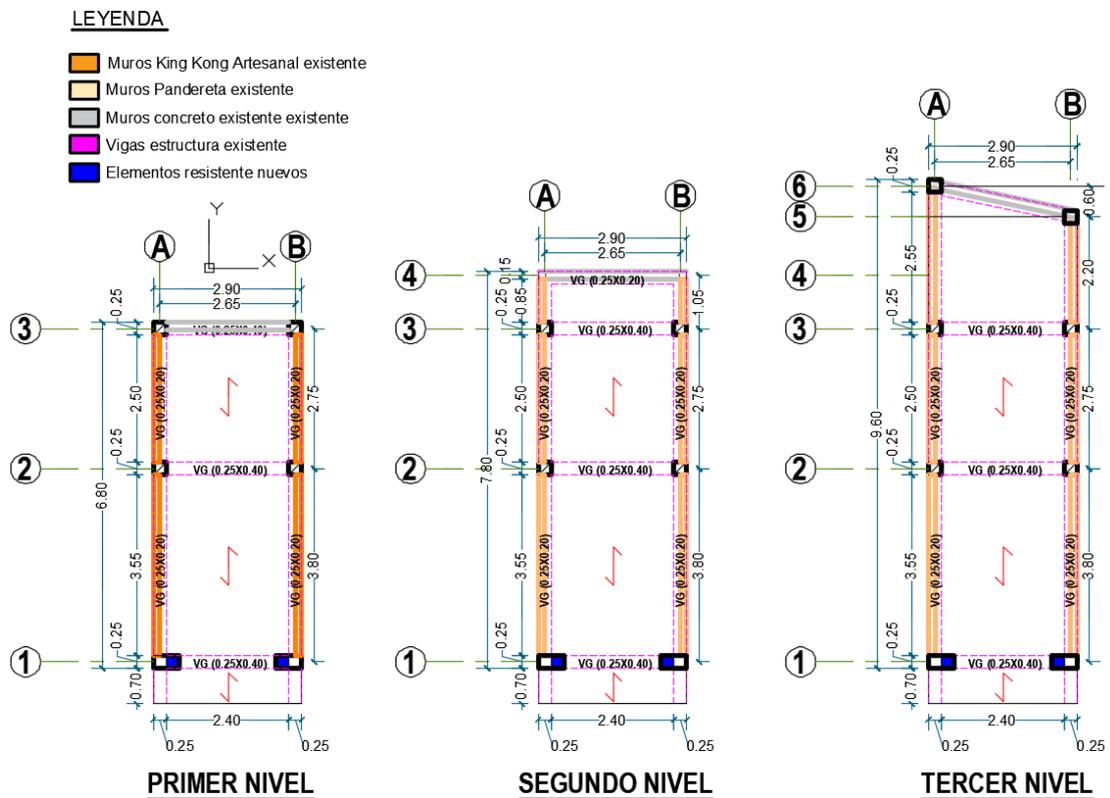
Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 5

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 5	0.01154385	0.0197523	Colapso	Colapso
VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 5	0.0022542	0.00227715	Moderado	Moderado

➤ VIVIENDA N° 8

La estructura inicial exhibe niveles de vulnerabilidad no deseados para sus direcciones principales, por los elevados valores de distorsión entre pisos (deriva). Se podría mejorar esto mediante la inclusión de nuevos elementos estructurales que tienen características superiores a los encontrados. Por esta razón, se ha desarrollado un enfoque adecuado para la reestructuración de la edificación, que se detalla a continuación:

Figura 75
Distribución Final de la Estructura - Vivienda N°8



Como la estructura tiene principalmente inconveniente la torsión, debido que la parte trasera tiene placas que están pegadas a la ladera, se planteó poner muros de albañilería al frente para reducir el efecto, torsión, pero no fueron suficientes, además que afectaban la funcionalidad y arquitectura de la vivienda, por lo que se optó solo hacer el refuerzo cambiando las dimensiones de las columnas de manera que no afectara la funcionalidad. Se modificó las columnas delanteras de 0.25 x 0.25 m por columnas de 0.25 x 0.50 m.

Figura 76
Modelo Etabs Estructuración Final - Vivienda N°8

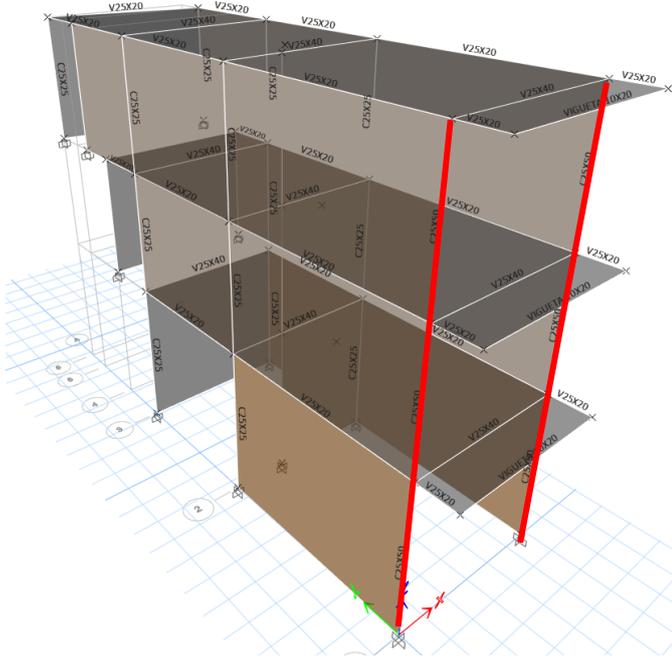


Figura 77
Participación Modal de Masas con Estructuración Final - Vivienda N°8

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios
 Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.127	0.5967	0.0007	0	0.5967	0.0007	0	0.0005	0.2113	0.2596
Modal	2	0.06	0.0855	0.0009	0	0.6822	0.0016	0	0.0013	0.4533	0.1055
Modal	3	0.048	0.0004	0.6979	0	0.6827	0.6995	0	0.4165	0.0016	0.0084
Modal	4	0.035	0.0007	0.0148	0	0.6833	0.7144	0	0.0715	0.0084	0.0005
Modal	5	0.031	0.0011	0.2252	0	0.6844	0.9396	0	0.4863	0.0144	0.0019
Modal	6	0.019	0.1856	0.0106	0	0.87	0.9502	0	0.0001	0.0581	0.2398
Modal	7	0.018	0.0129	0.0435	0	0.8829	0.9937	0	0.021	0.1195	0.0492
Modal	8	0.018	0.0792	0.0044	0	0.9621	0.9981	0	0.0027	0.13	0.2549
Modal	9	0.015	0.0379	0.0019	0	1	1	0	0.0001	0.0034	0.0803

Figura 78
Derivas de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8

ET Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options
 Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ([Output Case] = 'DERIVA X') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Direction] = 'X')

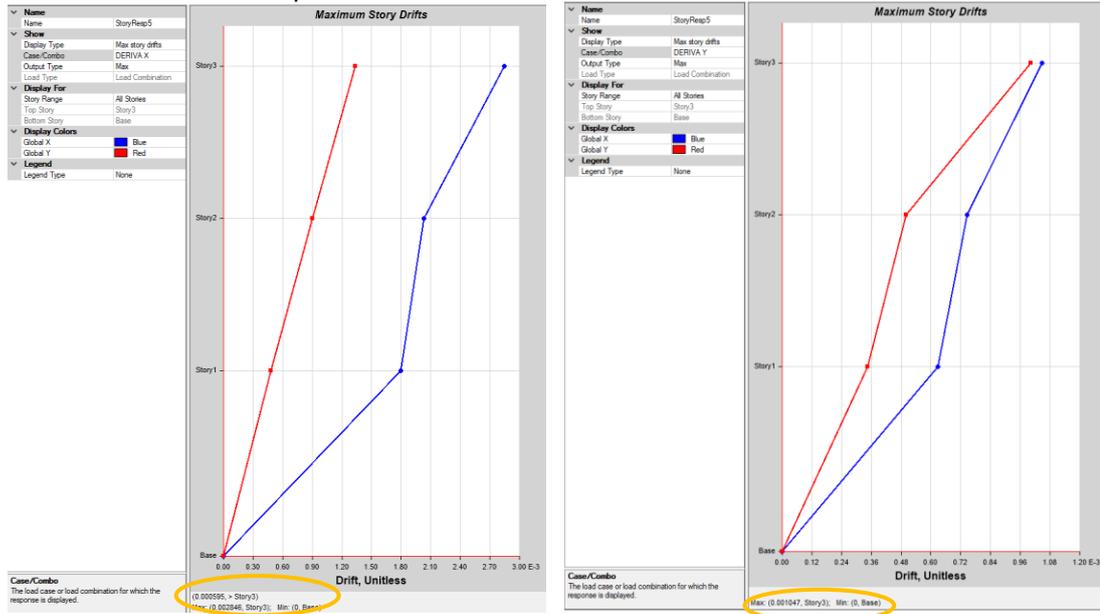
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story3	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002846	13	290	-70	740
Story2	DERIVA X	Combination	Max	X	0.002031	13	290	-70	510
Story1	DERIVA X	Combination	Max	X	0.0018	2	290	0	280

File Edit Format-Filter-Sort Select Options
 Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Drifts
 Filter: ([Output Case] = 'DERIVA Y') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Direction] = 'X')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story3	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.001047	13	290	-70	740
Story2	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000746	13	290	-70	510
Story1	DERIVA Y	Combination	Max	X	0.000627	2	290	0	280

Figura 79

Máxima Deriva de Entrepiso con Estructuración Final - Vivienda N°8



Deriva ($\Delta\delta_j / h_j$)	Nivel de daño	Nivel de Vulnerabilidad
1/2000 - 1/1000	Sin daños	Leve
1/800	Daños leves	Moderado
1/350	Daños severos	Severo
> 1/200	Colapso	Colapso

Tabla 29

Vulnerabilidad Inicial y Final - Vivienda 8

VULNERABILIDAD INICIAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado
VULNERABILIDAD FINAL				
VIVIENDA	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 8	0.0028458	0.00104805	Moderado	Leve

4.2.1. CINCO VIVIENDAS SELECCIONADAS

Como el propósito de la investigación es determinar el cambio de la vulnerabilidad estructural de las viviendas del AA.HH. Jorge Chávez – las moras al implementar un diseño sismo resistente en aquellas que la carecen, por medio de una comparativa.

Para los resultados concluyentes se tomará solo las viviendas que se aplicaron la propuesta de diseño sismorresistente. La cuales fueron cinco viviendas.

Después de realizar el proceso mencionado en el apartado previo, se han conseguido resultados referentes al grado de vulnerabilidad y las distorsiones por direcciones en los 2 casos de las estructuras. Estos resultados se comparan en los cuadros siguientes para su análisis.

Tabla 30
Resumen Vulnerabilidad Inicial

VIVIENDA	VULNERABILIDAD INICIAL			
	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00562785	0.00308805	Colapso	Severo
VIVIENDA 3	0.0037026	0.0020298	Severo	Moderado
VIVIENDA 4	0.01091145	0.0097716	Colapso	Colapso
VIVIENDA 5	0.01154385	0.0197523	Colapso	Colapso
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	Severo	Moderado

Tabla 31
Resumen Vulnerabilidad Final

VIVIENDA	VULNERABILIDAD INICIAL		VULNERABILIDAD FINAL	
	EJE X	EJE Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00491895	0.0028815	Severo	Severo
VIVIENDA 3	0.00209355	0.00171615	Moderado	Moderado
VIVIENDA 4	0.0025551	0.0026622	Moderado	Moderado
VIVIENDA 5	0.0022542	0.00227715	Moderado	Moderado
VIVIENDA 8	0.0028458	0.00104805	Moderado	Leve

Tabla 32
Nivel de Vulnerabilidad de las Viviendas

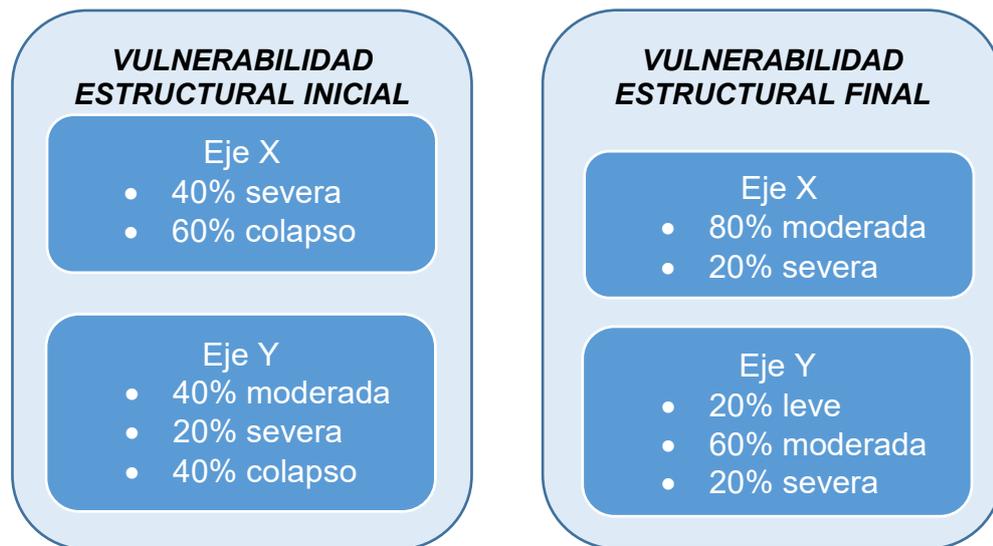
VIVIENDA	VULNERABILIDAD INICIAL		VULNERABILIDAD FINAL	
	DERIVA X	DERIVA Y	DERIVA X	DERIVA Y
	VIVIENDA 2	Colapso	Severo	Severo
VIVIENDA 3	Severo	Moderado	Moderado	Moderado
VIVIENDA 4	Colapso	Colapso	Moderado	Moderado
VIVIENDA 5	Colapso	Colapso	Moderado	Moderado
VIVIENDA 8	Severo	Moderado	Moderado	Leve

Deriva ($\Delta\delta_j$ / h_j)	Nivel de daño	Nivel de Vulnerabilidad
1/2000 - 1/1000	Sin daños	Leve
1/800	Daños leves	Moderado
1/350	Daños severos	Severo
> 1/200	Colapso	Colapso

Basándonos en la tabla previa, se puede apreciar la distribución por porcentajes de las vulnerabilidades de las 5 viviendas estudiadas en función de los ejes de análisis. Esta información se muestra visualmente en la siguiente figura.

Figura 80
Nivel de Vulnerabilidad Inicial y Final de las Viviendas

COMPARACIÓN



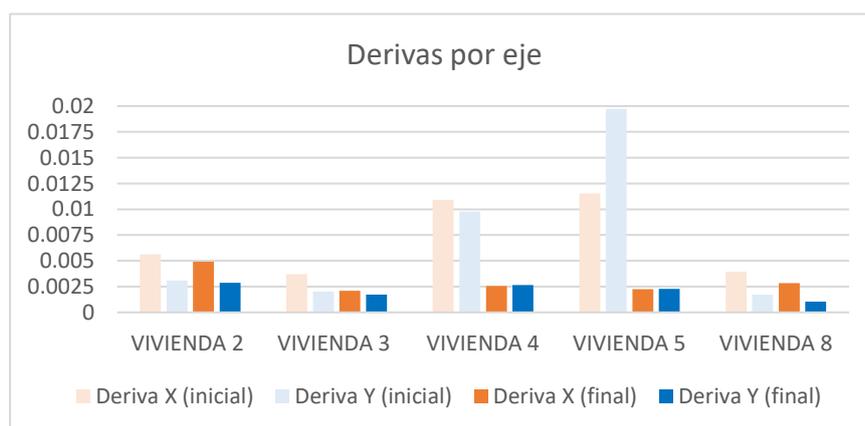
La vulnerabilidad estructural de las viviendas se ha establecido en función de las derivas observadas en sus estructuraciones. Para el resultado es apropiado realizar una comparación de los resultados numéricos obtenidos.

Tabla 33
Resumen de Derivas por Eje

VIVIEND A	VULNERABILIDAD INICIAL		VULNERABILIDAD FINAL		COMPARACIO N	
	DERIVA X	DERIVA Y	DERIVA X	DERIVA Y	EJE X	EJE Y
VIVIENDA 2	0.00562785	0.00308805	0.00491895	0.0028815	87.40%	93.31%
VIVIENDA 3	0.0037026	0.0020298	0.00209355	0.00171615	56.54%	84.55%
VIVIENDA 4	0.01091145	0.0097716	0.0025551	0.0026622	23.42%	27.24%
VIVIENDA 5	0.01154385	0.0197523	0.0022542	0.00227715	19.53%	11.53%
VIVIENDA 8	0.00393975	0.0017085	0.0028458	0.00104805	72.23%	61.34%
	PROMEDIO				51.82%	55.60%

Se observa que las derivas en dirección la Y de la estructuración final tienden a ser más elevados que las derivas en la dirección X. También, se evidencia que las derivas finales indican el 51.82% y el 55.60% de las distorsiones iniciales, para la dirección X y la dirección Y. Esto es porque se agregaron más elementos resistentes en X. Estos resultados se dan con las 5 viviendas a las cuales se les aplicó una propuesta de diseño sismo resistente.

Figura 81
Barras Comparación de Deriva por eje Inicial y Final



➤ RIGIDEZ

La rigidez está estrechamente relacionada con la calidad del material utilizado y las medidas de los elementos estructurales. Por lo tanto, la adición y reparación de los muros existentes deteriorados y la

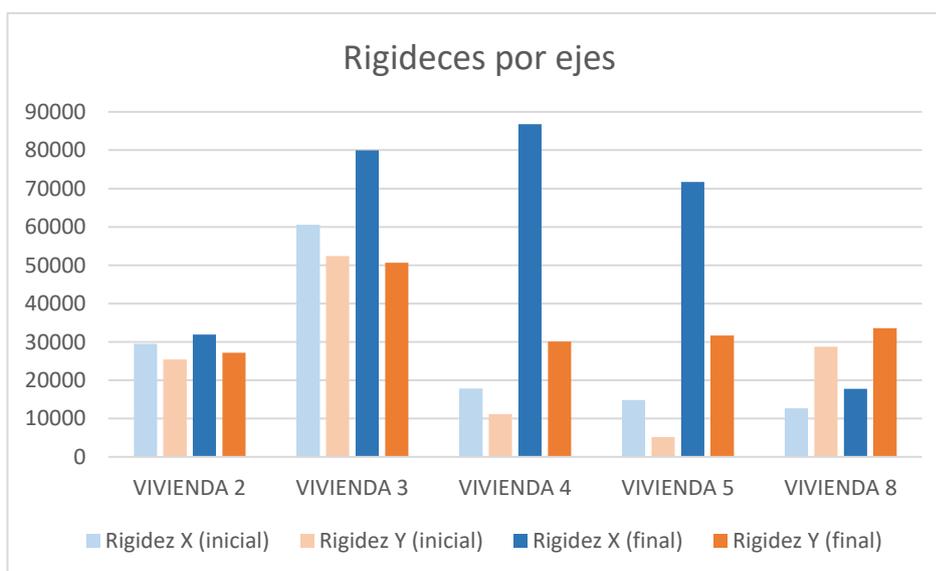
utilización de ladrillos de albañilería King Kong de 18 huecos industriales en los muros adicionados mejoraron de manera significativa los valores del inicio.

Tabla 34
Resumen de Rigideces por Eje

RIGIDEZ						
Vivienda	Rigidez inicial		Rigidez final		Comparación	
	Eje X	Eje Y	Eje X	Eje Y	Eje X	Eje Y
VIVIENDA 2	29455.424	25412.646	31943.578	27145.153	108%	107%
VIVIENDA 3	60564.932	52404.823	79983.825	50643.96	132%	97%
VIVIENDA 4	17831.154	11188.949	86811.06	30055.33	487%	269%
VIVIENDA 5	14849.729	5201.461	71705.936	31671.659	483%	609%
VIVIENDA 8	12703.603	28705.616	17772.31	33606.748	140%	117%
PROMEDIO	27080.9684	24582.699	57643.3418	34624.57	270%	240%

Se visualiza, que las rigideces en la estructuración final son 270% y al 240% de las rigideces de la estructuración inicial. Notablemente se ve el incremento en la rigidez tiene un impacto significativo en los cálculos siguientes.

Figura 82
Barras Comparación de Rigideces por eje Inicial y Final



➤ EXCENRICIDAD

Los niveles de entrepiso desempeñan un rol crucial en la definición del centro de masa de una edificación, debido a que son los elementos que contribuyen en mayor medida a la masa total. Por otro parte, la ubicación y dimensiones de los muros desempeñan un rol crucial, debido a que definen el centro de rigidez. La separación entre estos centros es denominada como excentricidad.

Tabla 35
Resumen de Excentricidades por Eje

VIVIENDA	EXCENRICIDAD					
	EXCENRICIDAD INICIAL		EXCENRICIDAD FINAL		Comparación	
	EJE X	EJE Y	EJE X	EJE Y	Eje X	Eje Y
VIVIENDA 2	1.4097	5.5013	1.3568	5.5258	4%	0%
VIVIENDA 3	-0.6345	2.0562	-0.6142	1.0448	3%	49%
VIVIENDA 4	2.5885	3.9468	1.6709	2.8364	35%	28%
VIVIENDA 5	3.2011	0.78	1.0764	-0.1433	66%	118%
VIVIENDA 8	0.0618	4.4994	0.0597	4.4863	3%	0%
	PROMEDIO				22%	39%

Es evidente que, después de implementar un diseño sísmico resistente, las excentricidades se han reducido hasta en un 22% en el Eje X y un 39% en el Eje Y.

4.3. CORRELACIÓN DE VARIABLES

De acuerdo con Mitacc (1988), la correlación es el procedimiento utilizado para evaluar la relación existente entre dos variables. Esta correlación se determina por medio de la representación gráfica de un Diagrama de Dispersión, o también mediante el cálculo de un estadístico conocido como Coeficiente de Correlación.

4.4. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Con el objetivo de identificar el grado de correlación presente entre las variables, se construye el diagrama de dispersión considerando los aspectos que siguen:

La variable independiente "Diseño Sismo Resistente" presenta 2 opciones en las siguientes situaciones:

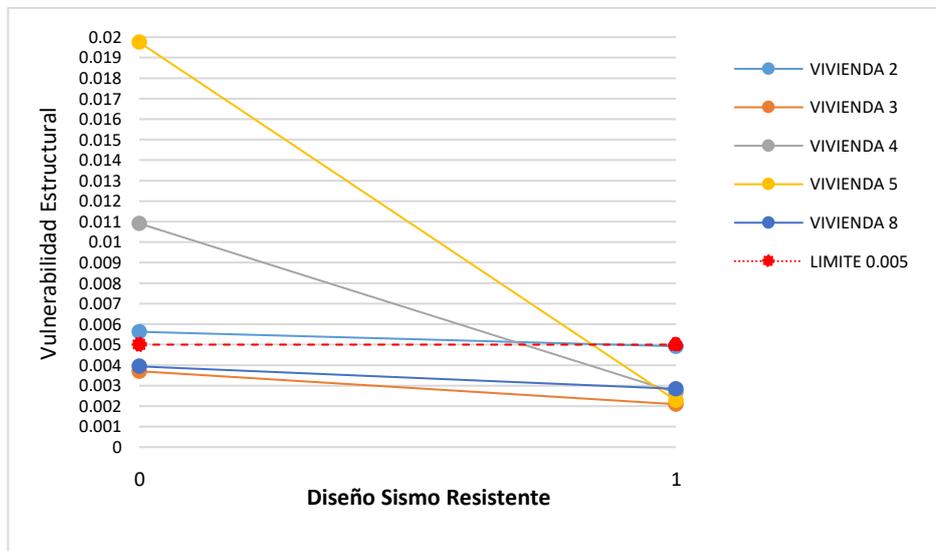
- 0: Para viviendas que carece de diseño sismo resistente
- 1: Para viviendas que cuenta con un diseño sismo resistente

La variable dependiente "Vulnerabilidad Estructural" está en relación directa con la máxima deriva que hay en la estructura. Se utilizará el valor de su máxima deriva.

Tabla 36
Valores de variables en diagrama de dispersión

DISEÑO SISMO RESISTENTE	VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL
0	0.00562785
	0.0037026
	0.01091145
	0.0197523
	0.00393975
1	0.00491895
	0.0025551
	0.00375615
	0.0028458
	0.014076

Figura 83
Diagrama de dispersión con líneas de tendencias.



De acuerdo con la figura 83, se puede observar que las variables presentan una correlación inversa o negativa. Esto significa que conforme los valores de la variable "**Diseño Sismo Resistente**" aumentan, los valores de la variable "**Vulnerabilidad Estructural**" disminuyen.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.5.1. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

No obstante, es posible cuantificar el grado de asociación entre estas variables utilizando un número conceptual conocido como Coeficiente de Correlación. El coeficiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$r = \frac{n \sum f_i x_i y_i - (\sum f_i x_i)(\sum f_i y_i)}{\sqrt{[n \sum f_i x_i^2 - (\sum f_i x_i)^2][n \sum f_i y_i^2 - (\sum f_i y_i)^2]}}$$

Tabla 37
Cálculo del Coeficiente de Correlación

DS	VE	f_i	$f_i x_i$	$f_i y_i$	$f_i x_i^2$	$f_i y_i^2$	$f_i x_i y_i$
0	0.00562785	1	0	0.00562785	0	3.16727E-05	0
0	0.0037026	1	0	0.0037026	0	1.37092E-05	0
0	0.01091145	1	0	0.01091145	0	0.00011906	0
0	0.0197523	1	0	0.0197523	0	0.000390153	0
0	0.00393975	1	0	0.00393975	0	1.55216E-05	0
1	0.00491895	1	1	0.00491895	1	2.41961E-05	0.00491895
1	0.00209355	1	1	0.00209355	1	4.38295E-06	0.00209355
1	0.0026622	1	1	0.0026622	1	7.08731E-06	0.0026622
1	0.00227715	1	1	0.00227715	1	5.18541E-06	0.00227715
1	0.0028458	1	1	0.0028458	1	8.09858E-06	0.0028458
TOTAL		10	5	0.0587316	5	0.000619067	0.01479765

$$r = \frac{10(0.01479765) - 5(0.0587316)}{\sqrt{[10(5) - (5)^2][10(0.000619067) - (0.0587316)^2]}}$$

$$r = -0.37450709$$

Un número menor que 0 nos dice que la implementación de la propuesta de un diseño sismo resistente, existe una correlación negativa, esto significa, que las 2 variables están relacionadas en sentido inverso. Por lo tanto, se obtiene un valor de correlación negativo débil; lo cual reduce la vulnerabilidad estructural.

4.6. CONTRASTACIÓN HIPÓTESIS GENERAL

La implementación de la propuesta de un diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras. Para contrastar esta hipótesis, se utiliza el coeficiente de correlación obtenido en el estudio, que es $r = -0.37450709$.

El coeficiente de correlación de la **Tabla 37** apoya al indicar una correlación negativa débil entre la implementación del diseño sismo resistente y la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas. También según la Tabla 33, se observa que la implementación de un diseño sismo resistente redujo la vulnerabilidad inicial en ambas direcciones X e Y en un 51.82% y 55.60%, respectivamente. Estos resultados respaldan la hipótesis general de que la implementación del diseño sismo resistente disminuye la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas.

4.6.1. CONTRASTACIÓN HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que no implementan un diseño sismo resistente es alto. Según la Figura 80, en la investigación inicial, el 40% de las viviendas presentaban una vulnerabilidad severa en el eje X, mientras que el 60% colapsó. En el eje Y, el 40% presentaba vulnerabilidad moderada, el 20% severa y el 40% colapsó. Estos resultados apoyan la hipótesis específica.

El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras **que** sí implementan un diseño sismo resistente es bajo. De acuerdo con la **Figura 80**, después de la implementación de una propuesta de diseño sismo resistente, el 80% de las viviendas lograron una vulnerabilidad moderada en el eje X y el 60% en el eje Y.

En conclusión, los resultados obtenidos en la investigación respaldan las hipótesis planteadas. Se observa que la implementación de un diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las

viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras, y que las viviendas que no implementan dicho diseño presentan un nivel alto de daño-post terremoto, mientras que las viviendas que sí lo implementan presentan un nivel bajo de daño-post terremoto.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

La discusión de los resultados obtenidos en esta investigación sobre la vulnerabilidad estructural y el diseño sismorresistente de viviendas en laderas, se realizó teniendo en cuenta las preguntas de investigación, los objetivos planteados, así como los antecedentes proporcionados por los autores Abal (2018), Huamán (2021), Guzmán (2022), Aguilar (2021), Tito (2018) y Bermúdez & Piscoya (2021). Además, se analizarán las limitaciones del estudio, la trascendencia de los nuevos conocimientos, las posibles aplicaciones prácticas y las consecuencias teóricas.

Basándonos en los descubrimientos obtenidos, confirmamos la hipótesis general que indica que la implementación de un diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en el AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras-Huánuco. Estos resultados son consistentes con las afirmaciones de Aguilar (2021) y Tito (2018), quienes sostienen que las viviendas autoconstruidas son altamente vulnerables a los terremotos. Así mismo, estos investigadores han indicado en sus estudios que la forma más eficiente de disminuir considerablemente el grado de vulnerabilidad estructural en viviendas informales es mediante la aplicación de un diseño sísmicamente resistente adecuado que fortalezca la estructura. Estos hallazgos son congruentes con los resultados obtenidos en este estudio.

Además, el investigador Aguilar (2021) utilizó el mismo método de matriz de daños, proporciona evidencia adicional sobre la importancia de considerar la implementación de un diseño sismo resistente en viviendas autoconstruidas. Sus hallazgos muestran que las viviendas que implementaron medidas de diseño sismo resistente experimentaron un menor nivel de daño durante un evento sísmico en comparación con aquellas que no lo hicieron. Esto respalda los resultados encontrados en este estudio y refuerza la idea de que la aplicación de un diseño sismo resistente es crucial para mejorar la resistencia de las viviendas ante terremotos.

Los resultados obtenidos mediante el uso de la matriz de daños revelan que un porcentaje significativo de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras presentan un nivel de vulnerabilidad severo o colapso. Esto es consistente con el estudio de Guzmán (2022), donde utilizó el método de la matriz de daños, y determino que estas viviendas clasifican como propensas al colapso.

Según los resultados obtenidos por Bermúdez & Piscoya (2021), se reveló que más del 50% de las viviendas autoconstruidas presentaban un nivel de vulnerabilidad alto o muy alto. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos y respaldan la conclusión de que las viviendas autoconstruidas son altamente vulnerables.

En cuanto al primer objetivo específico, que busca determinar el nivel de daño post-terremoto en viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez - Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente, se pueden obtener conclusiones relevantes a partir de los hallazgos de Bermúdez & Piscoya (2021) y Huamán (2021). Estos estudios revelaron que las viviendas autoconstruidas presentaban un nivel de vulnerabilidad alto o muy alto, lo que indica que estas estructuras son propensas al colapso durante eventos sísmicos. Estos resultados respaldan la necesidad de implementar medidas de diseño sismorresistente en las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez - Las Moras que carecen de dichas propuestas.

Además, se encontró que las viviendas que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente presentan un nivel significativo de daño post-terremoto. Esto concuerda con los resultados encontrados por Abal (2018), quien también identificó una alta vulnerabilidad sísmica en viviendas que carecen de mejoras estructurales. También, se puede afirmar que la falta de diseño sismorresistente en las viviendas estudiadas contribuye a su vulnerabilidad estructural.

En cuanto el segundo objetivo específico, que busca determinar el nivel de daño post-terremoto en viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez - Las Moras que implementan un diseño sismorresistente, se puede tomar

como referencia el estudio realizado por Guzmán (2022). En este estudio, se evaluó la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones informales de dos niveles en el Barrio Miraflores, Ayacucho. Los resultados mostraron que un porcentaje significativo de las viviendas presentaba una condición de vulnerabilidad media y baja. Esto indica que la implementación de un diseño sismorresistente puede reducir la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas.

También, se observó que las viviendas que implementaron una propuesta de diseño sismorresistente mostraron un nivel reducido de daño post-terremoto. Esto respaldado los hallazgos de Huamán (2021), quien encontró que la elección adecuada de materiales y técnicas constructivas puede mejorar la resistencia sísmica de las viviendas.

Sin embargo, se identifican diferencias en los métodos utilizados para evaluar la vulnerabilidad sísmica. Mientras que Abal (2018) utilizó una metodología de análisis de factores estructurales, Guzman (2022) empleó el método de la matriz de daños. Estas diferencias en los métodos podrían explicar algunas variaciones en los resultados y las conclusiones obtenidas; sin embargo, es importante destacar que, a pesar de las diferencias metodológicas, los resultados generales apoyan la idea de que la implementación de un diseño sismo resistente es efectiva para reducir la vulnerabilidad estructural en viviendas informales.

En general, estos antecedentes respaldan la hipótesis general planteada en el estudio de "Vulnerabilidad Estructural y Propuesta de Diseño Sismorresistente de Viviendas en Laderas del AA. HH Jorge Chávez - Las Moras". La implementación de una propuesta de diseño sismorresistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez - Las Moras.

CONCLUSIONES

En este estudio, considerando cinco viviendas:

Se concluye que la implementación de un diseño sismo resistente en viviendas construidas en laderas del AA. HH “Jorge Chávez “las Moras reduce la vulnerabilidad estructural. Según la Tabla 33, hasta en un 51.82% y 55.60% de la vulnerabilidad inicial en ambas direcciones X y Y.

Se evidencia que la vulnerabilidad estructural de las viviendas construidas en laderas que no implementan un diseño sismo resistente, es elevada. De acuerdo a la Figura 80; el 40% de viviendas en investigación inicial presentan una vulnerabilidad severa, 60% en colapso, ambos en su eje X, por otro lado, en el eje Y el 40% moderada, el 20% severa y 40% en colapso.

En conclusión, la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. “Jorge Chávez “Las Moras, después de la implementación de una propuesta de diseño sismo resistente es relativamente baja. Tal es así que, según la Figura 80, el 80% de las viviendas consiguen una vulnerabilidad moderada en el eje X y 60 % moderada en el eje Y.

Por otra parte, la Tabla 35, las excentricidades se reducen en un promedio del 22% y el 39% en las direcciones X e Y, respectivamente, en comparación con los valores iniciales. Por lo tanto, se puede concluir con la implementación del diseño sismo resistente adecuado hay tendencia a reducir las excentricidades. Esto respalda la hipótesis de una correlación negativa débil con un coeficiente de correlación de $r=-0.37450709$.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que se brinde información a los residentes en general, por medio de instituciones o entidades públicas y privadas, acerca de la alta probabilidad de que ocurra un terremoto en su área de residencia., el nivel de daño tendría tendencia de darse en relación del nivel de la vulnerabilidad estructural que tienen sus viviendas construidas en laderas.

Se sugiere que las autoridades correspondientes proporcionen asesoramiento a los propietarios y brinden capacitación continua a los trabajadores, centrándose en la construcción adecuada de los muros portantes y teniendo consideración de la calidad de las unidades de albañilería utilizadas. Esto con el objetivo promover la construcción de edificios seguros.

Se sugiere que la Municipalidad Provincial de Huánuco desarrolle un plan de contingencia para el AA.HH. Jorge Chávez - Las Moras, el cual incluya la identificación de áreas de refugio para las familias afectadas después de un evento sísmico, así como una asignación presupuestaria para mejora y la reparación de las viviendas impactadas.

Se sugiere en futuros estudios amplíen el alcance de la investigación actual al incluir diferentes tipos de estructuras y viviendas con diversos usos dentro de la misma área de estudio.

Se sugiere incrementar el número de muros portantes en las 2 direcciones de la estructura, especialmente en el eje transversal, con el fin de mejorar la rigidez y la resistencia general de la vivienda. Es necesario fortalecer tanto vertical como horizontalmente estos muros por medio del uso de columnetas de amarre y vigas soleras para mayor estabilidad.

Se recomienda que, en viviendas construidas en laderas, que cuenten con muros posteriores pegados a la ladera, se tenga muy en cuenta los efectos de la torsión.

Se sugiere que se realice el reforzamiento y pronta reparación de los muros portantes de albañilería que presenten deterioros considerables.

Asimismo, utilizar unidades de albañilería industriales en viviendas de 2 niveles a más, porque proporcionan un incremento de la resistencia en comparación con los ladrillos artesanales.

Se sugiere usar en los morteros una mezcla de arena gruesa, agua potable y cemento portland, asegurándose de que todos los componentes estén libres de impurezas. Además, se recomienda que el espesor del mortero sea entre 1 cm a 1.5 cm como máximo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abal Benancio, R. R. (2018). Evaluación de la Relación de los Factores Estructurales en la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas del Asentamiento Humano Comité 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares - Huánuco 2018 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco, Carrera Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1596>
- Aguilar Galvez, G. A. (2021). Vulnerabilidad estructural y diseño sismo resistente en las viviendas del AA.HH. El Progreso del distrito de Carabaylo [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4829>
- Alonso Frank, A., & Galdeano Ruiz, M. (2021). Propuesta metodológica para la evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica en áreas periurbanas.
- Alonso, F., Galdeano , M., Sales, R., Caamaño, M., & Scognamillo, A. (2021). Propuesta metodológica para la evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica en áreas periurbanas. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Cartografía. Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/152824>
- Atayauri Tarazona, J. D. (2019). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de las Edificaciones Existentes en Cayhuayna Baja, Distrito De Pillco Marca – Huánuco - Huánuco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huánuco, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2028>
- Bakcero Gómez, E. S., & Sarmiento Camacho, M. G. (2014). Análisis De Las Limitaciones Jurídicas En La Contratación De Obra Pública Para Empresas Pequeñas Del Sector De La Construcción En La Ciudad De

Bogotá DC. En E. S. Bakcero Gómez, & M. G. Sarmiento Camacho, Análisis De Las Limitaciones Jurídicas En La Contratación De Obra Pública Para Empresas Pequeñas Del Sector De La Construcción En La Ciudad De Bogotá DC. Bogotá.

Bermudez Chavez, L. A., & Piscoya Polo, D. A. (2021). Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Autoconstruidas en Buenos Aires, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad 2021 [Tesis Pregrado, Universidad Privada del Norte, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28870>

Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en Actividades de Construcción. En L. F. Botero Botero, Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en Actividades de Construcción.

Capcha Espinoza, M. (2015). Análisis de la eficiencia en la ejecución de Obras Públicas por Contrata y Administración Directa en la Municipalidad Distrital de Molino Huámuco 2015. En M. Capcha Espinoza, Análisis de la eficiencia en la ejecución de Obras Públicas por Contrata y Administración Directa en la Municipalidad Distrital de Molino Huámuco 2015. Huánuco.

Ccoarite Bellido, K. E. (2020). Influencia de la configuración estructural, en la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales – Juliaca [Tesis pregrado, Universidad Peruana Unión, Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Repositorio Institucional, Juliaca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3373>

Ccorahua , H., & Soncco, S. (2018). Evaluacion de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones de albañilería confinada del Conjunto Vecinal Zarumilla, Cusco-2018. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.

CENCICO. (2008). CENCICO. Obtenido de CENCICO:
<http://page.sencico.gob.pe/>

Chávez, M., & Reátegui, R. (2019). Evaluación de fallas estructurales en viviendas de albañilería confinada ante evento sísmico en el Balneario de Buenos Aires Sur, Trujillo [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional. Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38546>

ConceptoDefinicion. (15 de Febrero de 2021). ConceptoDefinicion. Obtenido de ConceptoDefinicion: <https://conceptodefinicion.de/obra/>

Construcción, D. d. (s.f.). Diccionario de la Construcción. Obtenido de Diccionario de la Construcción: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/ejecucion-de-obra/cuadrilla#:~:text=Es%20cada%20uno%20de%20los,un%20oficial%20y%20un%20ayudante.>

Continental, U. (2019). blogs. Continental. Obtenido de blogs.Continental: <https://blogs.ucontinental.edu.pe/>

Contraloria. (18 de Julio de 1988). N°195-88-CG, Resolución de Contraloría. Obtenido de <http://www.cal.org.pe/pdf/diplomados/17adi01.pdf>

Contraloría, L. (2021). La Contraloría. Obtenido de La Contraloría: https://www.contraloria.gob.pe/wps/wcm/connect/cgrnew/as_contraloria/as_portal

Contraloria, L. (2021). Obras Públicas. 2. Obtenido de Gestión de Obras Públicas: <https://gestiondeobraspublicas.com/obra-publica/por-administracion-directa/>

Cristóbal Encarnación, N. Y. (2021). Estudio sobre la vulnerabilidad y riesgos de los movimientos en masa en las viviendas de Las Moras [Tesis de bachiller, Universidad de Huánuco, Carrera Profesional de Ingeniería

Civil]. Repositorio Institucional, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3218>

Delgado contreras, G. (1999). Procedimiento de Construcción. Lima.

Flores Mendoza, E. J., & Ramos Cornejo, M. E. (2018). Análisis y Evaluación de la Productividad en Obras de Construcción Vial en la Ciudad de Arequipa. En E. J. Flores Mendoza, & M. E. Ramos Cornejo, Análisis y Evaluación de la Productividad en Obras de Construcción Vial en la Ciudad de Arequipa. Arequipa.

Flores, L. (2018). Análisis y evolución de los sistemas constructivos prefabricados, impacto ambiental e interacción con el sistema constructivo tradicional mexicano. Departamento de Tecnología de Edificación.

Gomez Valles, J. E. (2019). Las Obras Públicas por Administración Directa y su Influencia en la Calidad de Pistas y Veredas en el Gobierno Regional de Huánuco - 2019. En J. E. Gomez Valles, Las Obras Públicas por Administración Directa y su Influencia en la Calidad de Pistas y Veredas en el Gobierno Regional de Huánuco - 2019. Huánuco.

Group, K. (16 de Mayo de 2019). K+K Group. Obtenido de K+K Group: <https://kykconsulting.pe/como-controlar-la-productividad-de-la-mano-de-obra-isp-de-mano-de-obra/#:~:text=La%20Productividad%20de%20la%20Mano%20de%20Obra%20se%20entiende%20como,se%20le%20conoce%20como%20Oratio>.

Guzman Leon, R. E. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de 02 niveles en el barrio Miraflores, San Juan Bautista, Ayacucho 2022 [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Ayacucho. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91849>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). Metodología de la Investigación. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Hidalgo Ramírez, P. D. (2013). Modelo de gestión y administración . En P. D. Hidalgo Ramírez, Modelo de gestión y administración . Santiago.
- Hinostroza Bravo, L. A. (2021). Comportamiento sísmico de viviendas de albañilería confinada reforzada con malla electro soldada, vivienda típica del Asentamiento Humano Señor de Luren, Ica 2021 [Tesis Pregrado, Universidad César Vallejo, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Ica. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91534>
- Huamán Landívar, C. R. (2021). Propuesta estructural para la reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de las laderas distrito de Independencia Lima 2021 [Tesis Pregrado, Universidad César Vallejo, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89038>
- Hurtado, C. (2018). Lima y su Caos. Lima y su Caos, 56.
- INTERCOM. (s.f.). Construmática. Obtenido de Construmática: <https://www.construmatica.com/construpedia/Infraestructura>
- Llauce, T. (2019). Vulnerabilidad estructural de las viviendas de puerto Casma, Distrito de Comandante Noel [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Ancash. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12402>
- Lozano Medina, E. (2012). La eficiencia en la ejecución de obras públicas tarea pendiente en el camino hacia la competitividad regional. TCEMG, 116-117.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). Ministerio de Economía y Finanzas. Obtenido de mef:

https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100282&lang=es-ES&view=article&id=5520

- Monzón Riquelme, R. G. (2009). Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción de la provincia de Llanquihue. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Mora Valverde, J. J. (2012). Medición y Análisis de Productividad en 3 Actividades en la Construcción de un Centro de Distribución de 54000m². En J. J. Mora Valverde, Medición y Análisis de Productividad en 3 Actividades en la Construcción de un Centro de Distribución de 54000m² (pág. 6).
- Narro Riva Agüero, D. V. (2022). Evaluación del desempeño sismorresistente aplicando el método de análisis estático no lineal Pushover en una edificación de 4 niveles en la ciudad de Huánuco 2019 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/451>
- Normativa, D. T. (2012). Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento. En D. T. Normativa, Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento. Lima: Imprenta Ríos S.A.C.
- Porras Arroyo, E. J., Zevallos Solis, H. J., & Chavez Ríos, E. M. (2020). Análisis de la Productividad y Propuesta de Directiva de Procedimientos para la Ejecución de Obras en la Modalidad de Administración Directa de la Universidad Pública de Cerro de Pasco - 2020. En E. J. Porras Arroyo, H. J. Zevallos Solis, & E. M. Chavez Ríos, Análisis de la Productividad y Propuesta de Directiva de Procedimientos para la Ejecución de Obras en la Modalidad de Administración Directa de la Universidad Pública de Cerro de Pasco - 2020. Lima.

- Porras Moya, D. A. (2015). LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. En D. A. Porras Moya, LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (pág. 17). Bogota.
- Rodriguez Puerta, A. (29 de enero de 2021). Liferder. Obtenido de Liferder: <https://www.liferder.com/viabilidad-investigacion/>
- Sidney, A. (2018). Propuesta de Intervención Constructiva para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de la Vivienda Autoconstruida en el Área Metropolitana de Guadalajara [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico Y De Estudios Superiores de Occidente]. Repositorio Institucional, México. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11117/5577>
- Soria Martín, J. (2017). Ejecución de obras Bajo las Modalidades de Administración Directa y Contrata en el Proyecto Especial Huallaga Central Y bajo Mayo, 2017. En J. Soria Martín, Ejecución de obras Bajo las Modalidades de Administración Directa y Contrata en el Proyecto Especial Huallaga Central Y bajo Mayo, 2017. Tarapoto.
- Sub Dirección de Desarrollo de Capacidades. (s.f.). Contratación de Obras Públicas. OSCE, 19-29.
- Tito Vargas, K. K. (2018). Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/19527>
- Tocto , C., & Martinez , R. (2022). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Utilizando el Método de Hirosawa en Instituciones Educativas de la Ciudad de Jaén-2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Carrera Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio Institucional, Jaén. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/451>

Torres Fernández, Y. (2019). Estimación de exposición y vulnerabilidad sísmica empleando técnicas de aprendizaje automático con datos tomados por sensores remotos. Lorca, España: Archivo Digital UPM.

Torres, A. (2018). Identificación de malas prácticas constructivas en la vivienda informal [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Tecnura, 13. Obtenido de Tecnura: <https://doi.org/10.14483/22487638.14823>

Torres, Y. (2019). Estimación de exposición y vulnerabilidad sísmica empleando técnicas de aprendizaje automático con datos tomados por sensores remotos. Lorca, España: Archivo Digital UPM.

Trabajo, I. N. (2019). Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.insst.es/-/quien-es-quien-en-una-obra-de-construccion-#:~:text=Contratista%3A%20la%20persona%20f%C3%ADsica%20o,a%20proyecto%20y%20al%20contrato>.

Wong, D., Samudio, R., & Mora, H. (1997). Determinación de la Vulnerabilidad y Estimación de Daños ante los Desastres Naturales en los Centros Educativos en la República de Panamá. Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Proyectos. Panamá.

Yolanda, T. (2019). Estimación de exposición y vulnerabilidad sísmica empleando técnicas de aprendizaje automático con datos tomados por sensores remotos. Lorca, España: Arhivo Digital UPM.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Valdivieso Pillco, N. (2024). *Vulnerabilidad estructural y propuesta de diseño sismoresistente de viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez – Las Moras* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

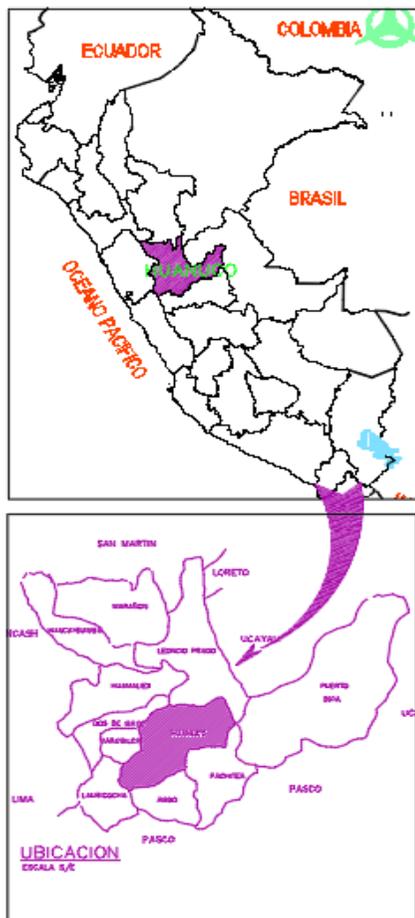
ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSTISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>PG: ¿Cómo cambia la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras al implementar una propuesta de diseño sismorresistente en aquellas que la carecen?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>PE1: ¿Cuál es el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente?</p> <p>PE2: ¿Cuál es el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras que si implementan un diseño sismo resistente?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>OG: Determinar el cambio de la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras al implementar una propuesta de diseño sismorresistente.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE1: Determinar el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que no implementan una propuesta de diseño sismorresistente.</p> <p>EO2: Determinar el nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA. HH Jorge Chávez-Las Moras. que si implementan una propuesta de diseño sismo resistente.</p>	<p>Hipótesis</p> <p>HG: La implementación de la propuesta de un diseño sismo resistente reduce la vulnerabilidad estructural de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras.</p> <p>HE1: El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que no implementan un diseño sismo resistente es alto.</p> <p>HE2: El nivel de daño-post terremoto de las viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras que si implementan un diseño sismo resistente es bajo.</p> <p>Variables</p> <p>X= Diseño sismorresistente de viviendas en laderas. Y= vulnerabilidad estructural</p>	<p>Enfoque: Enfoque cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: No-experimental</p> <p>Población: La población total está conformada por 278 viviendas. Siendo el 15% de material noble del AA.HH. Jorge Chávez-Las Moras.</p> <p>Muestra: Se tomará una muestra de 5 viviendas en laderas del AA.HH. Jorge Chávez -Las moras.</p> <p>Muestreo: Se utilizo la técnica de muestreo aleatorio simple por medio de un mecanismo para elegir.</p>

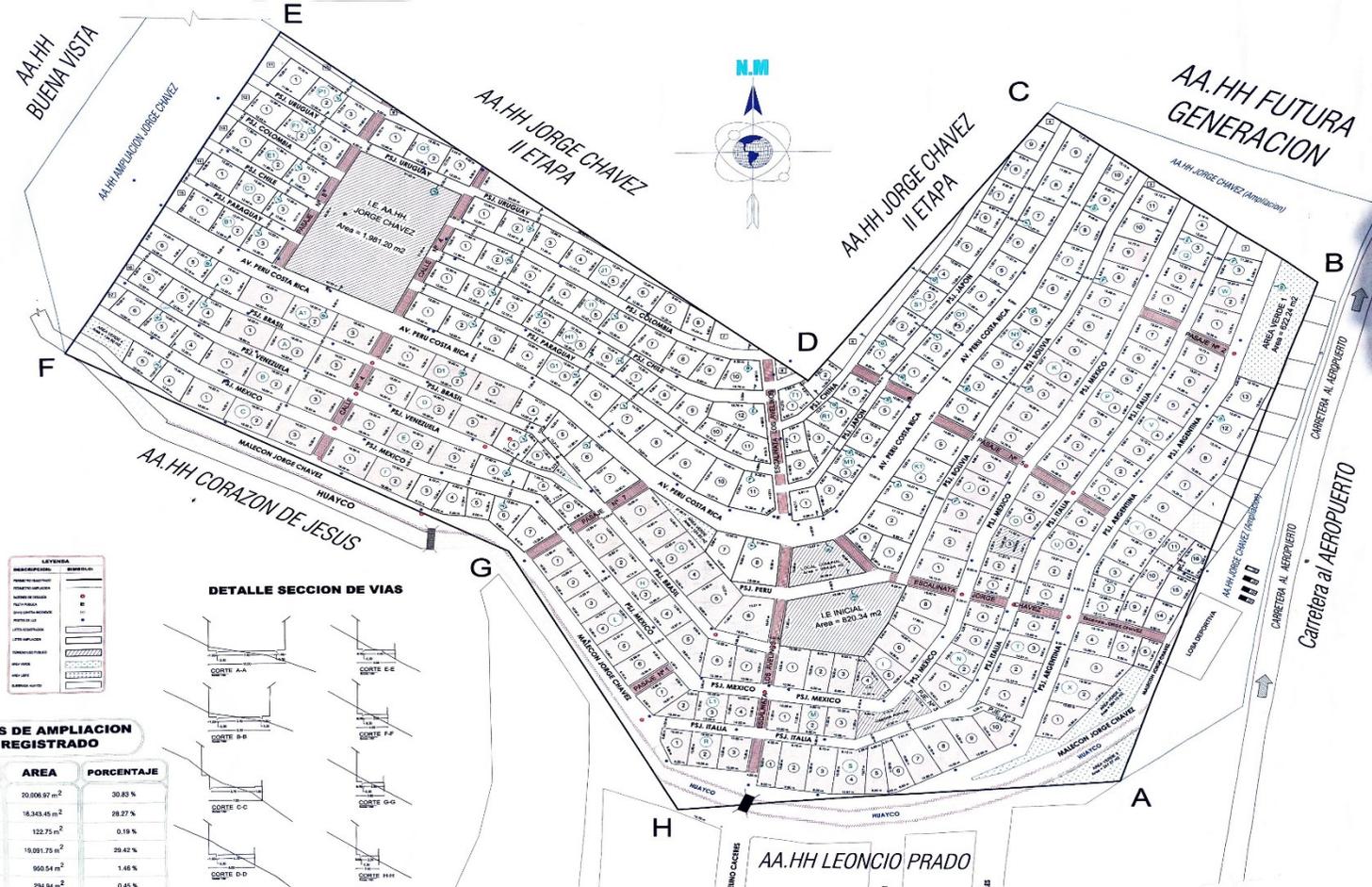
ANEXO 2 PLANOS DE UBICACIÓN Y LOTIZACIÓN

AA. HH JORGE CHAVEZ (LAS MORAS)

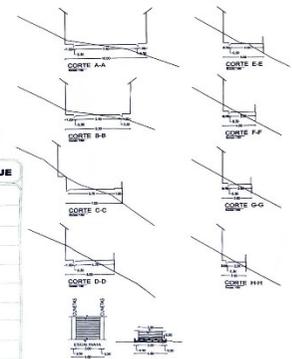


CUADRO DE AREAS LOTES AMPLIACION

MANZANA "A"	MANZANA "B"	MANZANA "C"
LOTE 01 100.00 100.00 02 100.00 100.00 03 100.00 100.00 04 100.00 100.00 05 100.00 100.00 06 100.00 100.00 07 100.00 100.00 08 100.00 100.00 09 100.00 100.00 10 100.00 100.00 11 100.00 100.00 12 100.00 100.00 13 100.00 100.00 14 100.00 100.00 15 100.00 100.00 16 100.00 100.00 17 100.00 100.00 18 100.00 100.00 19 100.00 100.00 20 100.00 100.00 TOTAL (m ²) 2000.00	LOTE 01 100.00 100.00 02 100.00 100.00 03 100.00 100.00 04 100.00 100.00 05 100.00 100.00 06 100.00 100.00 07 100.00 100.00 08 100.00 100.00 09 100.00 100.00 10 100.00 100.00 11 100.00 100.00 12 100.00 100.00 13 100.00 100.00 14 100.00 100.00 15 100.00 100.00 16 100.00 100.00 17 100.00 100.00 18 100.00 100.00 19 100.00 100.00 20 100.00 100.00 TOTAL (m ²) 2000.00	LOTE 01 100.00 100.00 02 100.00 100.00 03 100.00 100.00 04 100.00 100.00 05 100.00 100.00 06 100.00 100.00 07 100.00 100.00 08 100.00 100.00 09 100.00 100.00 10 100.00 100.00 11 100.00 100.00 12 100.00 100.00 13 100.00 100.00 14 100.00 100.00 15 100.00 100.00 16 100.00 100.00 17 100.00 100.00 18 100.00 100.00 19 100.00 100.00 20 100.00 100.00 TOTAL (m ²) 2000.00



DETALLE SECCION DE VIAS



RESUMEN DE LOTES AMPLIACION

MANZANA	Nº LOTES	PERMISTRO	AREA (m ²)
A	20	100.00	2000.00
B	20	100.00	2000.00
C	20	100.00	2000.00
D	20	100.00	2000.00
E	20	100.00	2000.00
F	20	100.00	2000.00
G	20	100.00	2000.00
H	20	100.00	2000.00
I	20	100.00	2000.00
J	20	100.00	2000.00
K	20	100.00	2000.00
L	20	100.00	2000.00
M	20	100.00	2000.00
N	20	100.00	2000.00
O	20	100.00	2000.00
P	20	100.00	2000.00
Q	20	100.00	2000.00
R	20	100.00	2000.00
S	20	100.00	2000.00
T	20	100.00	2000.00
U	20	100.00	2000.00
V	20	100.00	2000.00
W	20	100.00	2000.00
X	20	100.00	2000.00
Y	20	100.00	2000.00
Z	20	100.00	2000.00
AA	20	100.00	2000.00
AB	20	100.00	2000.00
AC	20	100.00	2000.00
AD	20	100.00	2000.00
AE	20	100.00	2000.00
AF	20	100.00	2000.00
AG	20	100.00	2000.00
AH	20	100.00	2000.00
AI	20	100.00	2000.00
AJ	20	100.00	2000.00
AK	20	100.00	2000.00
AL	20	100.00	2000.00
AM	20	100.00	2000.00
AN	20	100.00	2000.00
AO	20	100.00	2000.00
AP	20	100.00	2000.00
AQ	20	100.00	2000.00
AR	20	100.00	2000.00
AS	20	100.00	2000.00
AT	20	100.00	2000.00
AV	20	100.00	2000.00
AW	20	100.00	2000.00
AX	20	100.00	2000.00
AY	20	100.00	2000.00
AZ	20	100.00	2000.00
AA	20	100.00	2000.00
AB	20	100.00	2000.00
AC	20	100.00	2000.00
AD	20	100.00	2000.00
AE	20	100.00	2000.00
AF	20	100.00	2000.00
AG	20	100.00	2000.00
AH	20	100.00	2000.00
AI	20	100.00	2000.00
AJ	20	100.00	2000.00
AK	20	100.00	2000.00
AL	20	100.00	2000.00
AM	20	100.00	2000.00
AN	20	100.00	2000.00
AO	20	100.00	2000.00
AP	20	100.00	2000.00
AQ	20	100.00	2000.00
AR	20	100.00	2000.00
AS	20	100.00	2000.00
AT	20	100.00	2000.00
AV	20	100.00	2000.00
AW	20	100.00	2000.00
AX	20	100.00	2000.00
AY	20	100.00	2000.00
AZ	20	100.00	2000.00
AA	20	100.00	2000.00
AB	20	100.00	2000.00
AC	20	100.00	2000.00
AD	20	100.00	2000.00
AE	20	100.00	2000.00
AF	20	100.00	2000.00
AG	20	100.00	2000.00
AH	20	100.00	2000.00
AI	20	100.00	2000.00
AJ	20	100.00	2000.00
AK	20	100.00	2000.00
AL	20	100.00	2000.00
AM	20	100.00	2000.00
AN	20	100.00	2000.00
AO	20	100.00	2000.00
AP	20	100.00	2000.00
AQ	20	100.00	2000.00
AR	20	100.00	2000.00
AS	20	100.00	2000.00
AT	20	100.00	2000.00
AV	20	100.00	2000.00
AW	20	100.00	2000.00
AX	20	100.00	2000.00
AY	20	100.00	2000.00
AZ	20	100.00	2000.00
AA	20	100.00	2000.00
AB	20	100.00	2000.00
AC	20	100.00	2000.00
AD	20	100.00	2000.00
AE	20	100.00	2000.00
AF	20	100.00	2000.00
AG	20	100.00	2000.00
AH	20	100.00	2000.00
AI	20	100.00	2000.00
AJ	20	100.00	2000.00
AK	20	100.00	2000.00
AL	20	100.00	2000.00
AM	20	100.00	2000.00
AN	20	100.00	2000.00
AO	20	100.00	2000.00
AP	20	100.00	2000.00
AQ	20	100.00	2000.00
AR	20	100.00	2000.00
AS	20	100.00	2000.00
AT	20	100.00	2000.00
AV	20	100.00	2000.00
AW	20	100.00	2000.00
AX	20	100.00	2000.00
AY	20	100.00	2000.00
AZ	20	100.00	2000.00

CUADRO DE AREAS DE AMPLIACION EN TERRENO REGISTRADO

DETALLE	AREA	PORCENTAJE
AREA LOTIZADA REGISTRADA (135)	20,006.97 m ²	30.83 %
AREA LOTIZADA por REGISTRAR (143)	16,345.45 m ²	28.27 %
CLUB DE MADRES	122.75 m ²	0.19 %
CIRCULACION VEHICULAR Y PEATONAL	19,091.79 m ²	29.42 %
CENTRO EDUCATIVO C.E.I	950.54 m ²	1.46 %
LOCAL COMUNAL	294.94 m ²	0.45 %
AREA LIBRE	1,659.71 m ²	2.56 %
I.E. AA.HH. JORGE CHAVEZ	1,991.20 m ²	3.05 %
COMEDOR POPULAR	186.57 m ²	0.29 %
AREA VERDE	1,368.16 m ²	2.14 %
ZONA DE HUAYCO	862.44 m ²	1.33 %
TOTAL I	64,890.08 m²	100.00 %

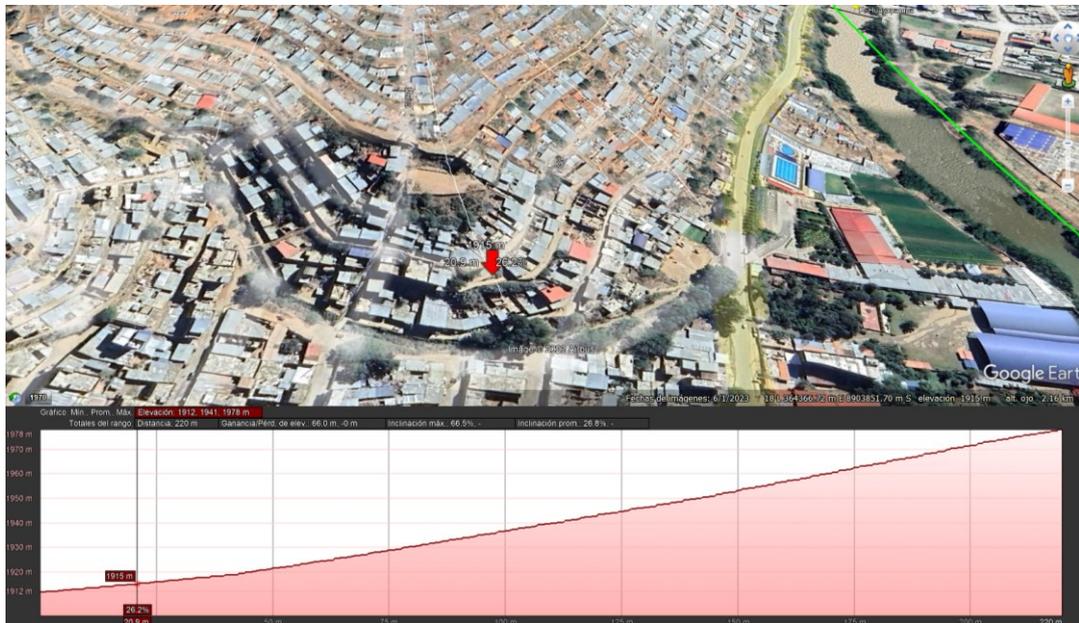
PLANO de LOTIZACION

Esc 1/500

INGENIERO CIVIL CIP 116146	PROYECTO:	AA.HH MUNICIPAL "JORGE CHAVEZ" AMPLIACION DE LOTES (REPLANTEO) Partida N° 11014135
	PLANO:	LOTIZACION
REGION:	HUANUCO	PROYECTO:
PROV:	HUANUCO	PLANO:
DIST:	HUANUCO	INDICADA:
LOCALIDAD:	AA.HH. MUNICIPAL JORGE CHAVEZ - LAS MORAS	PRELIM:
		INDICADA:
		ENERO - 2017
		L-01

ANEXO 3 PENDIENTE INCLINACIÓN DE LA LADERA

Las laderas de AA.HH Jorge Chávez tiene pendientes promedio por tramos entre el 22% y el 26% aproximadamente.



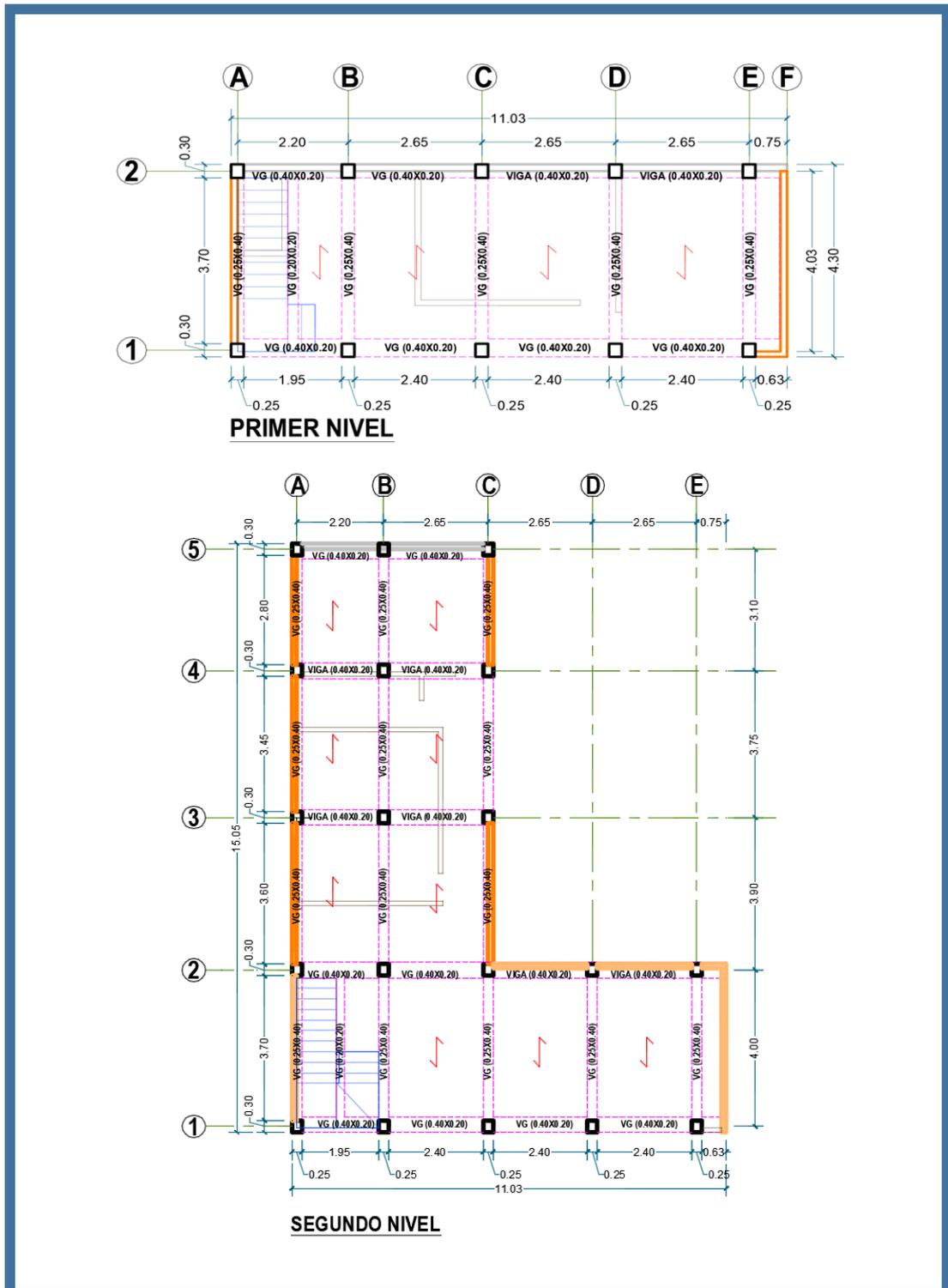
Pero la pendiente general de toda la ladera aproximadamente esta entre un 30% a 35%.

De acuerdo al RNE en apartado de Habilitaciones Urbanas en laderas lo define como pendiente a partir de 20% de pendiente.

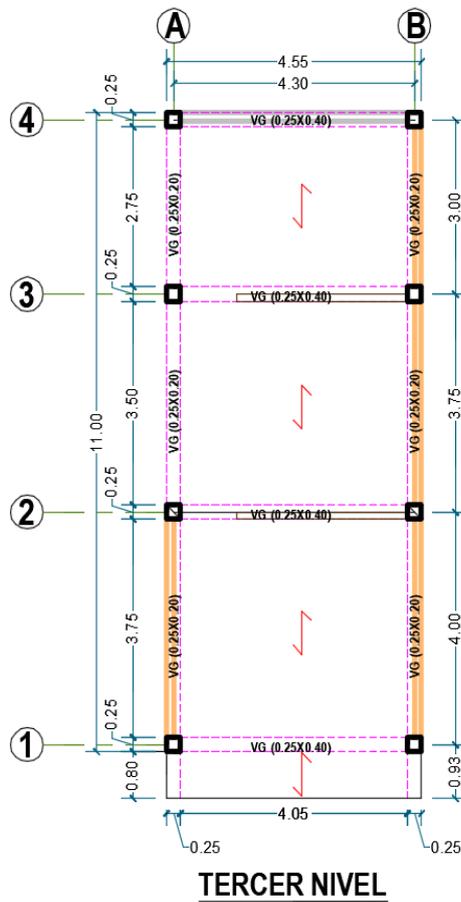
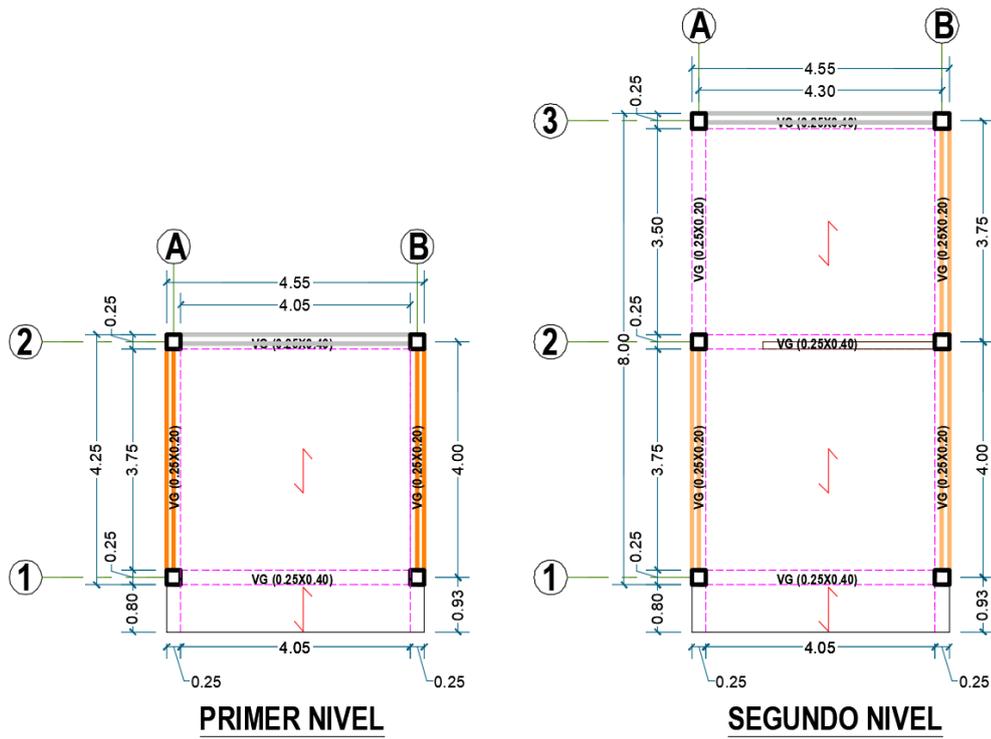
ANEXO 4 PLANOS DE VIVIENDAS

Se muestra el plano de la vivienda que indica los elementos estructurales, como muros, vigas y columnas. En el plano solo se representan las plantas bajas de cada edificación.

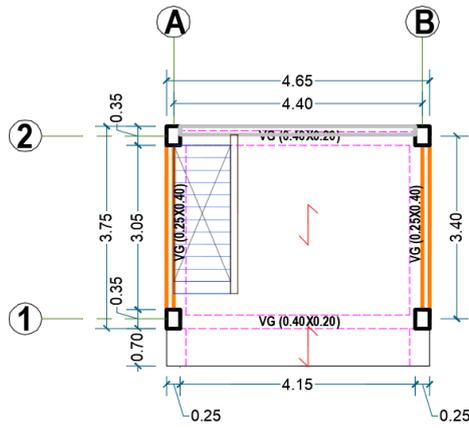
Plano de vivienda N°1



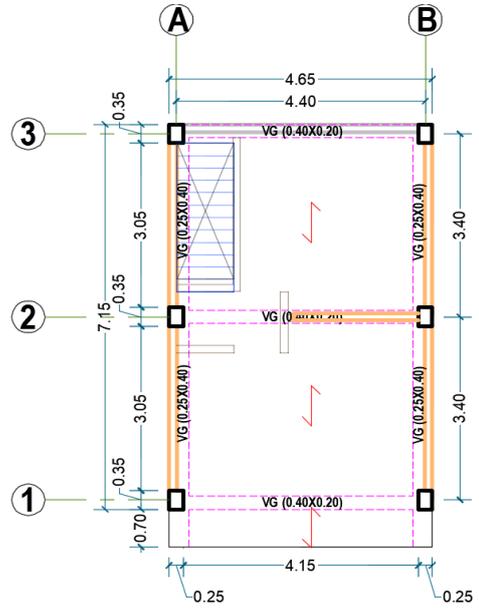
Plano de vivienda N°2



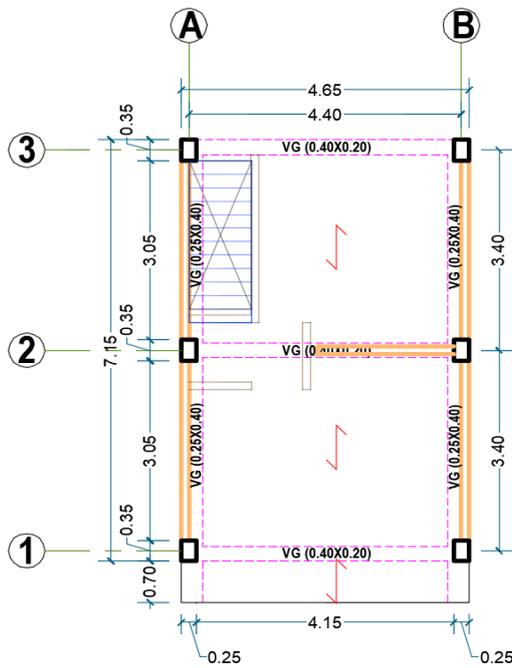
Plano de vivienda N°3



PRIMER NIVEL

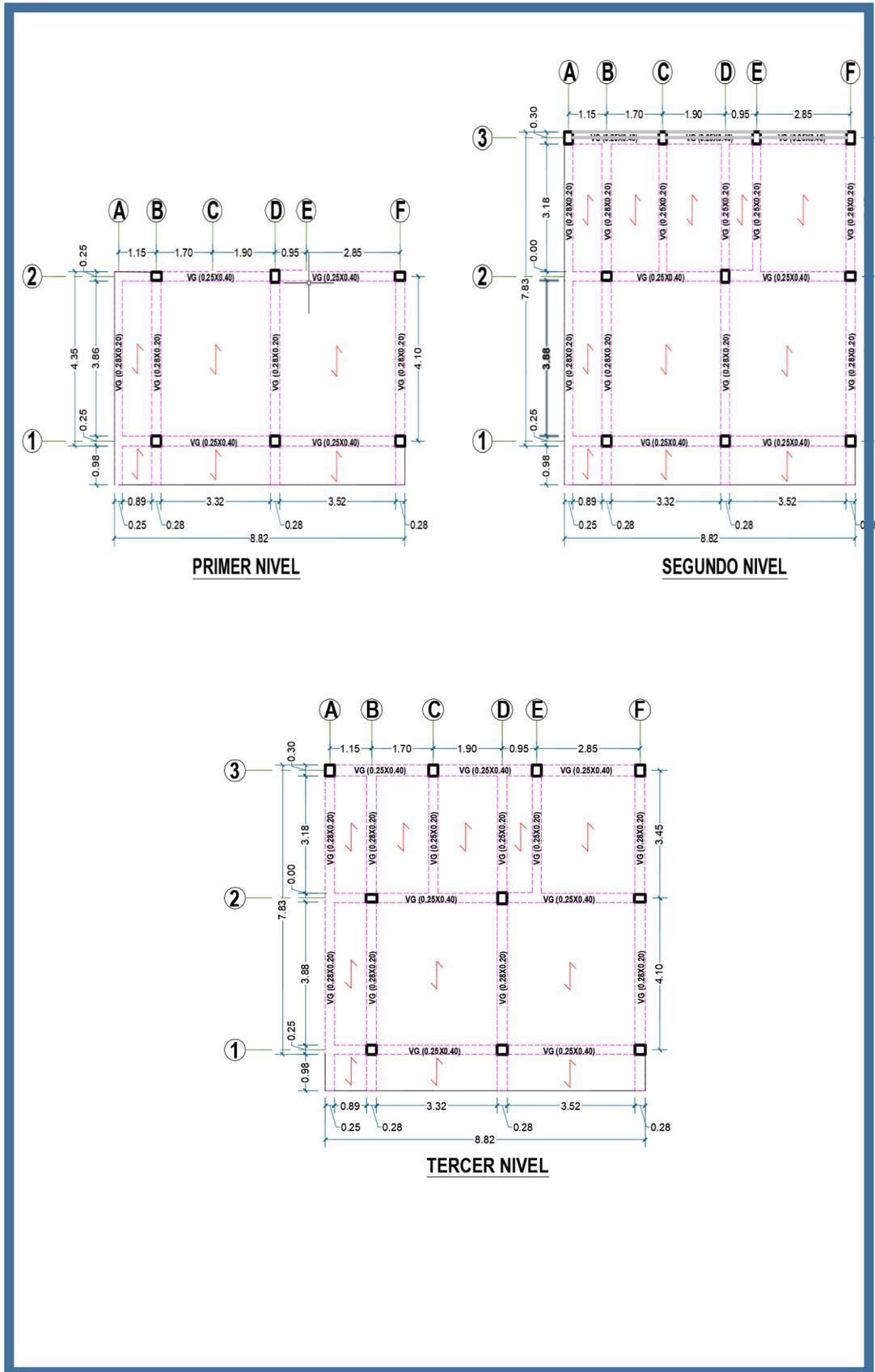


SEGUNDO NIVEL

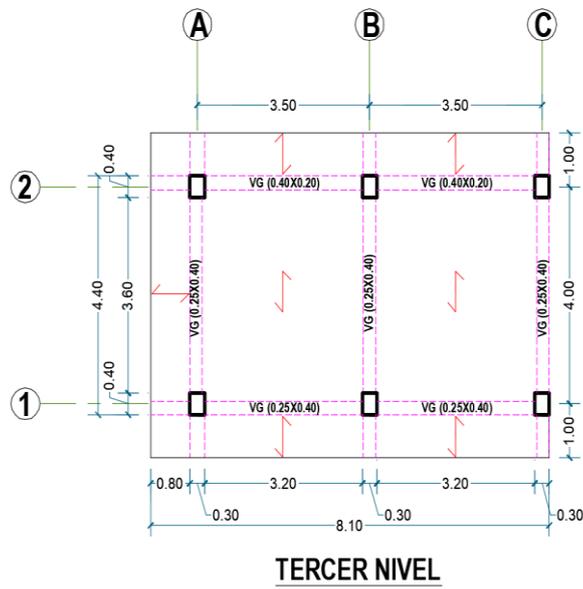
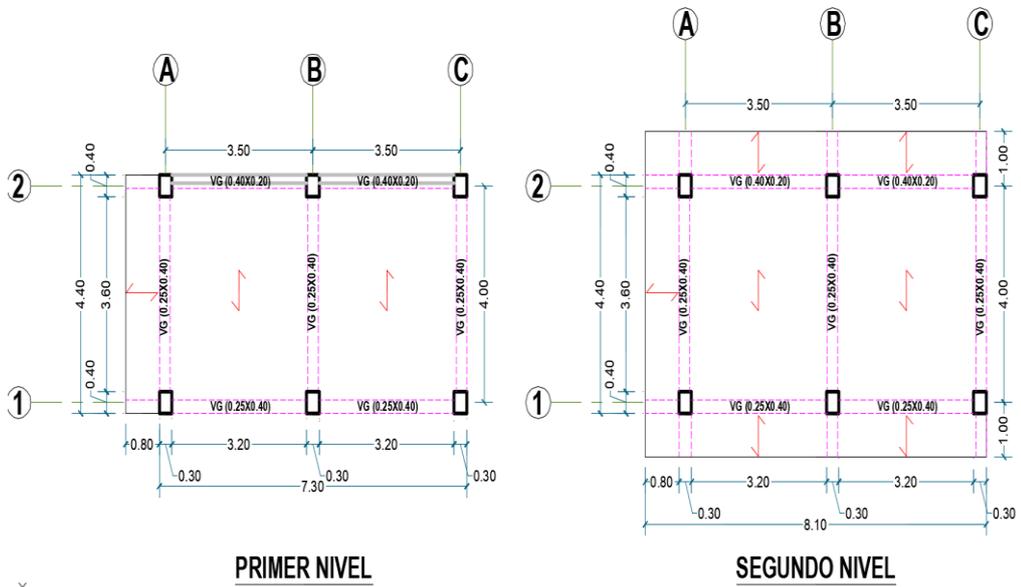


TERCER NIVEL

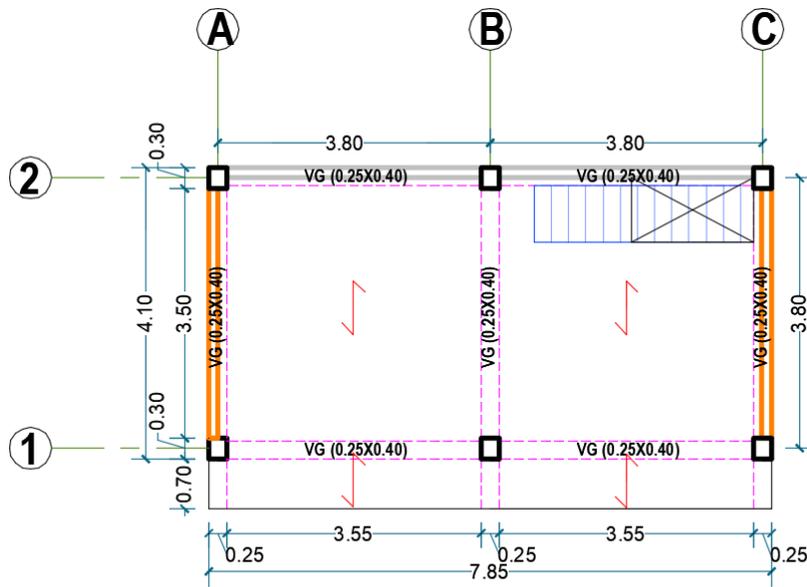
Plano de vivienda N° 4



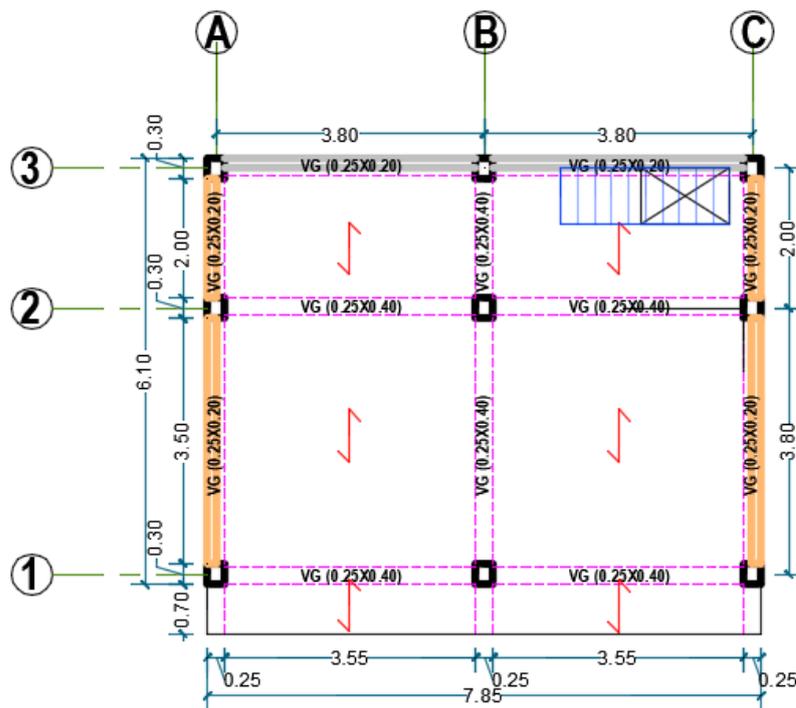
Plano de vivienda N°5



Plano de vivienda N° 6

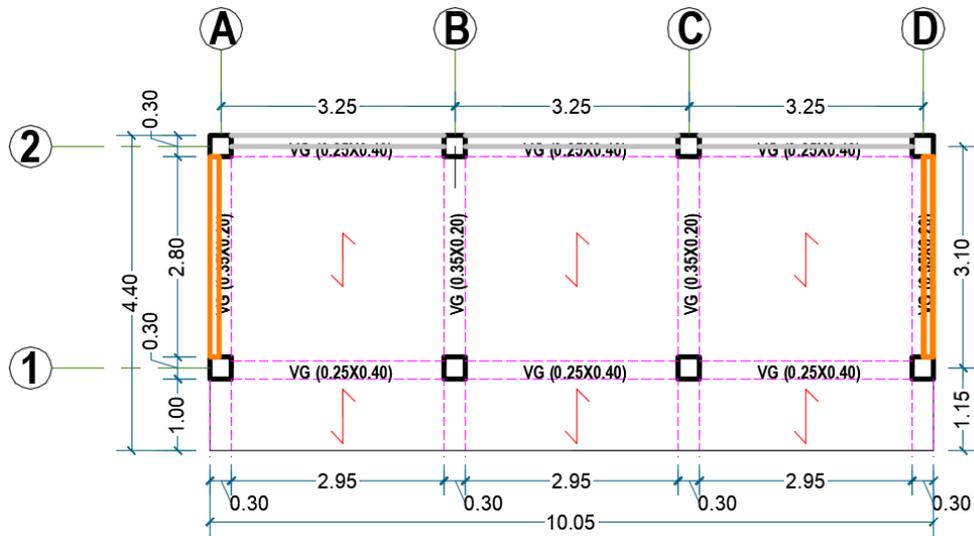


PRIMER NIVEL

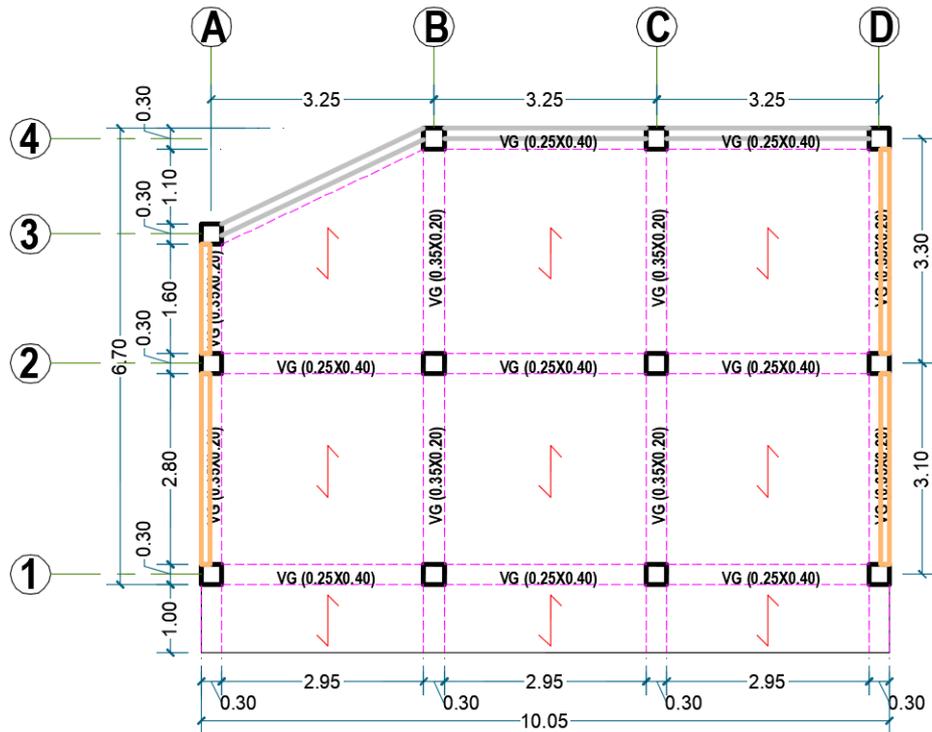


SEGUNDO NIVEL

Plano de vivienda N°7

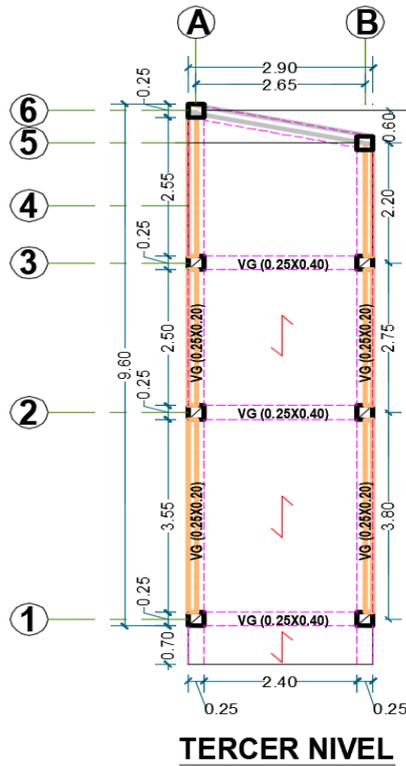
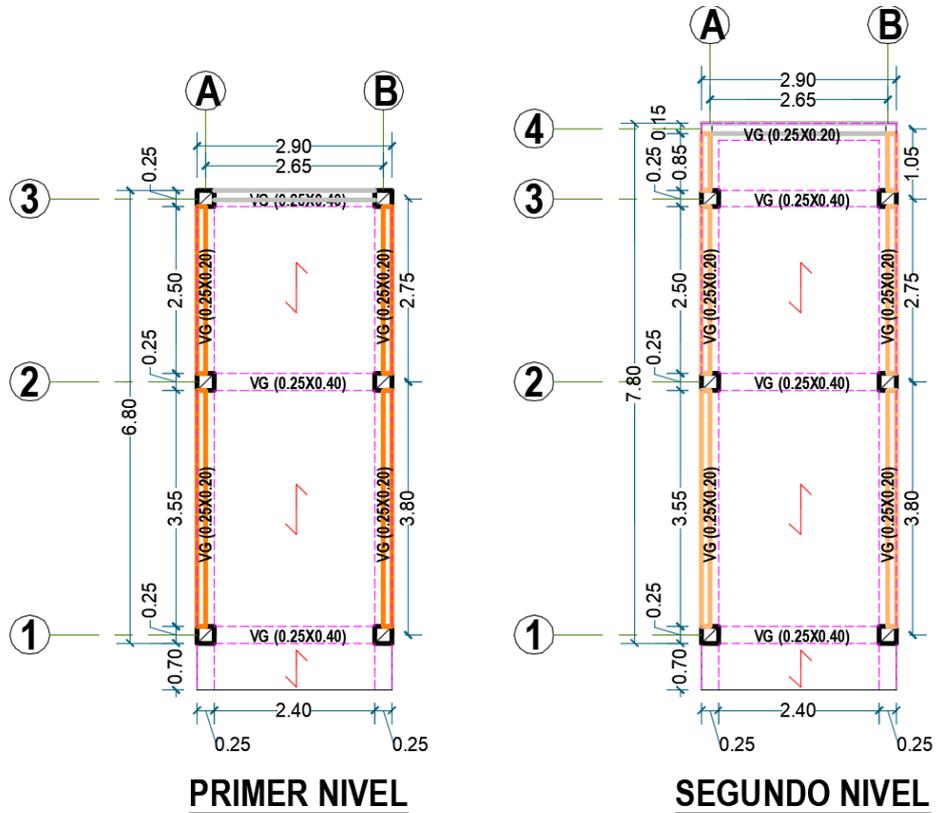


PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

Plano de vivienda N° 8



**ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO
VIVIENDA N°1**



-Se observa la vivienda N°1 en elevación



-Se observar al tesista haciendo mediciones de la vivienda N°1



-Se observa que en losa hay Tecpor en la vivienda N°1



-Se observa la losa aligerada en construcción del Piso 2 de la vivienda N°1



- Se observa los muros de concreto de 15cm en la ladera del primer piso



-Se observa los muros de concreto de 15cm en la ladera del segundo piso



-Se observa los muros divisorios del primer nivel de la vivienda N°1



-Se observa foto de propietaria de vivienda N°1

VIVIENDA N°2



-Se observa la elevación del lado derecho de la vivienda N°2



-Se observa la elevación del lado izquierdo de la vivienda N°2

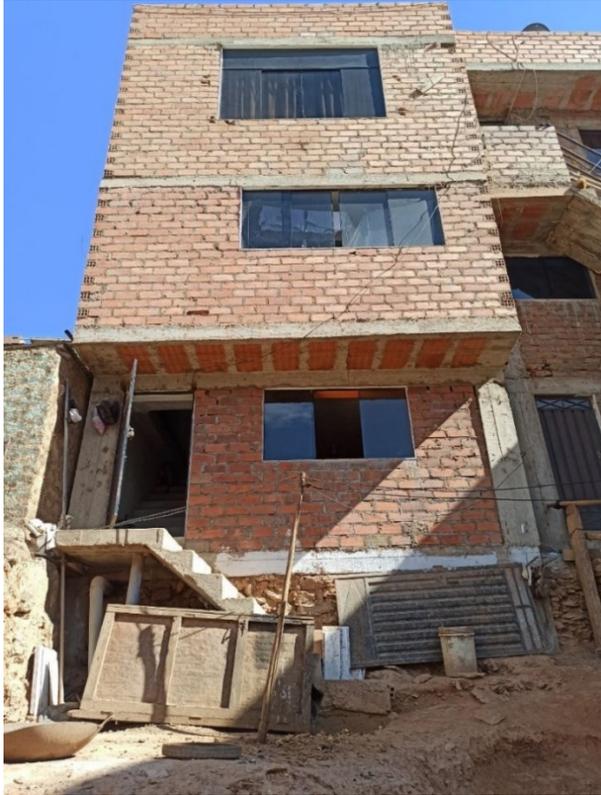


-Se observa la elevación del lado izquierdo de la vivienda N°2



-Se observa elevación perfil del lado izquierdo de la vivienda N°2

VIVIENDA N°3



-Se observa la elevación del frente de la vivienda N°3



-Se observa al tesista en la azotea de la vivienda N°3



-Se observa al tesista en la azotea en la vivienda N°3

VIVIENDA N°4



-Se observa elevación del frente de la vivienda N°4



-Vista desde la esquina de la vivienda N°4



-Se observa la elevación del lado izquierdo de la vivienda N°4

VIVIENDA N°5



-Se observa la ladera de lado izquierda de la vivienda N°5



-Se ve la vista izquierda de la vivienda N°5



-Vista de la elevación de la parte posterior de la vivienda N°5

VIVIENDA N°6



-Se ve parte frontal en elevación de la vivienda N°6



-Se observa la tesista tomando medidas de la vivienda N°6



-Se observa al tesista haciendo anotaciones de los elementos estructurales



-Se observa vista superior azotea de la vivienda N°6



-Se observa una piedra al lado de izquierdo de la vivienda N°6



-Se observa foto de propietaria de vivienda N°6



VIVIENDA N°7



-Se observa el estado de la vivienda N°7



-Se observa la tesista tomando medidas y dimensiones de la vivienda N °7



-Se observa foto de propietaria de vivienda N°7

VIVIENDA N°8



-Se observa la elevación del frente de la vivienda N°8



-Foto frontal elevación de la vivienda N°8



-Foto de vista superior azotea de la vivienda N°8

ANEXO 6 FICHAS DE RECOLECCIÓN DATOS GENERALES

FORMATO DE FICHA DE DATOS	N°: 1
NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: <i>Pedro Barrueta</i>	
UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: <i>Av. H. Jorge Chávez Mz. Y Lt. 6</i>	
<p>1. Área total del terreno:</p> <p>a) 10-50 <input checked="" type="checkbox"/> b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²</p> <p>2. Tiempo de vida de la edificación</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años</p> <p>3. Asesoramiento técnico:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica</p> <p>4. Cimentación escalonada Irregularidad</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Si b) No</p> <p>5. Pendiente del terreno:</p> <p>a) Pendiente ligera <input checked="" type="checkbox"/> b) Pendiente pronunciada</p>	
DESCRIPCIÓN:	
<p>- Altura de entrepiso:</p> <p>H1: 2.90 m</p> <p>H2: 3.00 m</p> <p>H3: 2.50 m</p>	
<p>- Esp. muro: 15cm</p> <p>- L adrillos:</p> <p style="margin-left: 40px;"><i>King Kong 18 huecos - 1do piso</i></p> <p style="margin-left: 40px;"><i>Pan de eta - - - 2do y 3er piso</i></p>	
DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA	

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

- a) Albañilería confinada
 b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

N°: 2

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: *Luis Alejo*

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: *Av. HH Jorge Chávez Mz. N1 Lt. 4*

1. Área total del terreno:
 a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²
2. Tiempo de vida de la edificación
 a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años
3. Asesoramiento técnico:
 a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica
4. Cimentación escalonada Irregularidad
 a) Si b) No
5. Pendiente del terreno:
 a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

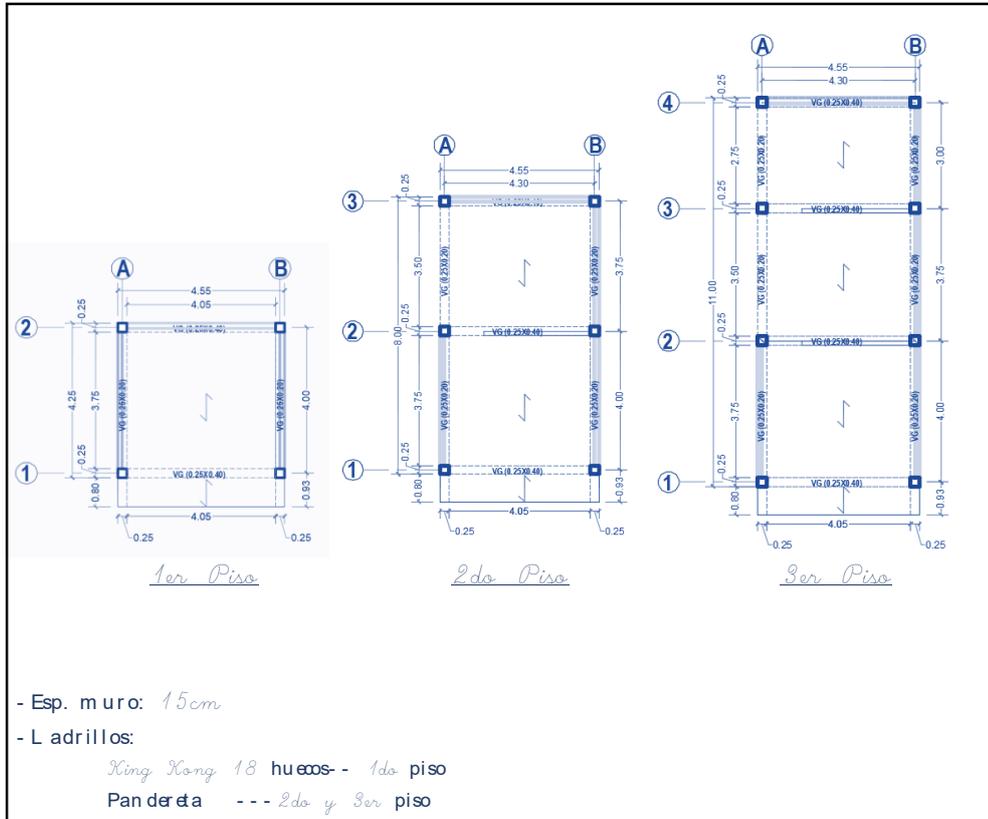
DESCRIPCION:

- Altura de entrepiso:

H01: 2.8 m

H2: 2.6 m

H3: 2.6 m



DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

a) Albañilería confinada

b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos

b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal

b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

Nº: 3

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: Eusebio Carbajal

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: Av. HH Jorge Chávez Mz. Y Lt. 5

1. Área total del terreno:

- a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²

2. Tiempo de vida de la edificación

- a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años

3. Asesoramiento técnico:

- a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica

4. Cimentación escalonada Irregularidad

- a) Si b) No

5. Pendiente del terreno:

- a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

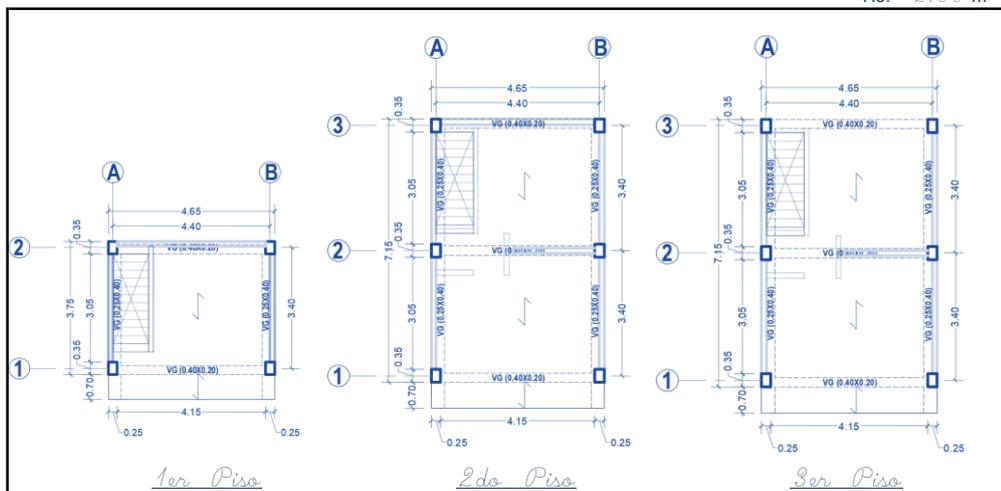
DESCRIPCIÓN:

- Altura de entrepiso:

H1: 2.00 m

H2: 1.80 m

H3: 2.30 m



- Esp. muro: 15cm

- L. ladrillos:

King Kong 18 huecos - 1do piso

Pandereta --- 2do y 3er piso

DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

- a) Albañilería confinada
 b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

Nº: 4

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: *Guadalupe Nazario*

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: *Av. HH Jorge Chávez Mz. U Lt. 1*

1. Área total del terreno:
 a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²
2. Tiempo de vida de la edificación
a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años
3. Asesoramiento técnico:
 a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica
4. Cimentación escalonada Irregularidad
 a) Si b) No
5. Pendiente del terreno:
a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

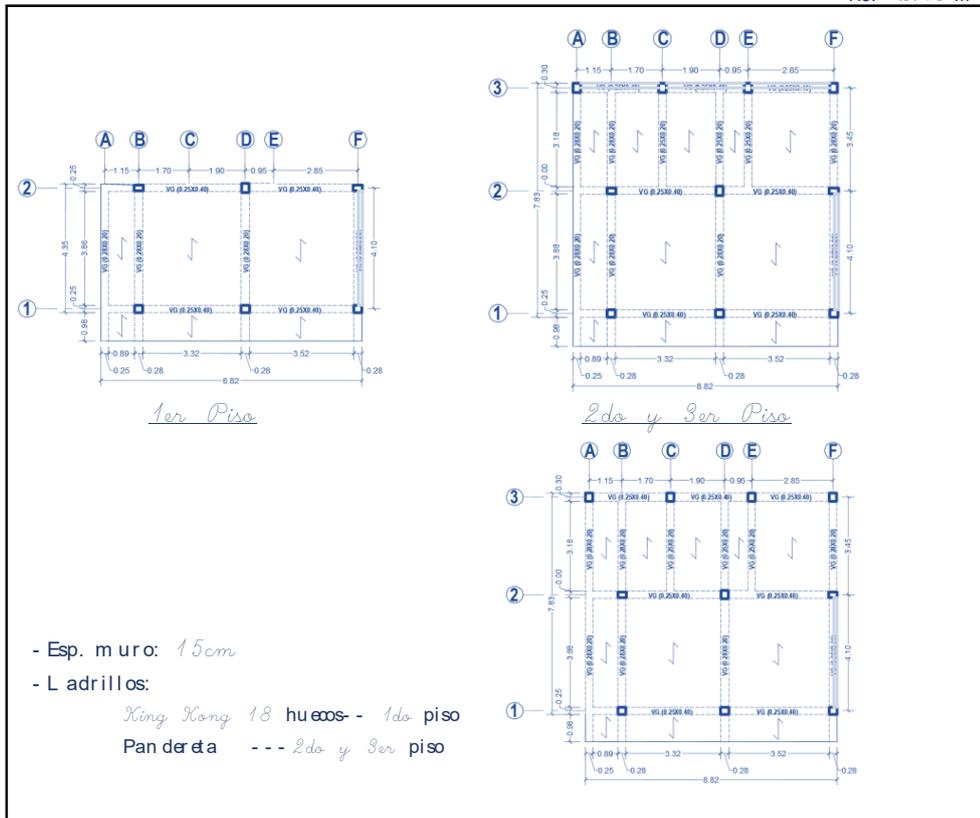
DESCRIPCIÓN:

- Altura de entrepiso:

H1: 3.10 m

H2: 2.10 m

H3: 2.40 m



DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

a) Albañilería confinada

b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

Nº: 5

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: *Luis Noreña*

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: *Av. HH Jorge Chávez Mg. Lt. 1*

1. Área total del terreno:
 a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²
2. Tiempo de vida de la edificación
a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años
3. Asesoramiento técnico:
 a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica
4. Cimentación escalonada Irregularidad
 a) Si b) No
5. Pendiente del terreno:
a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

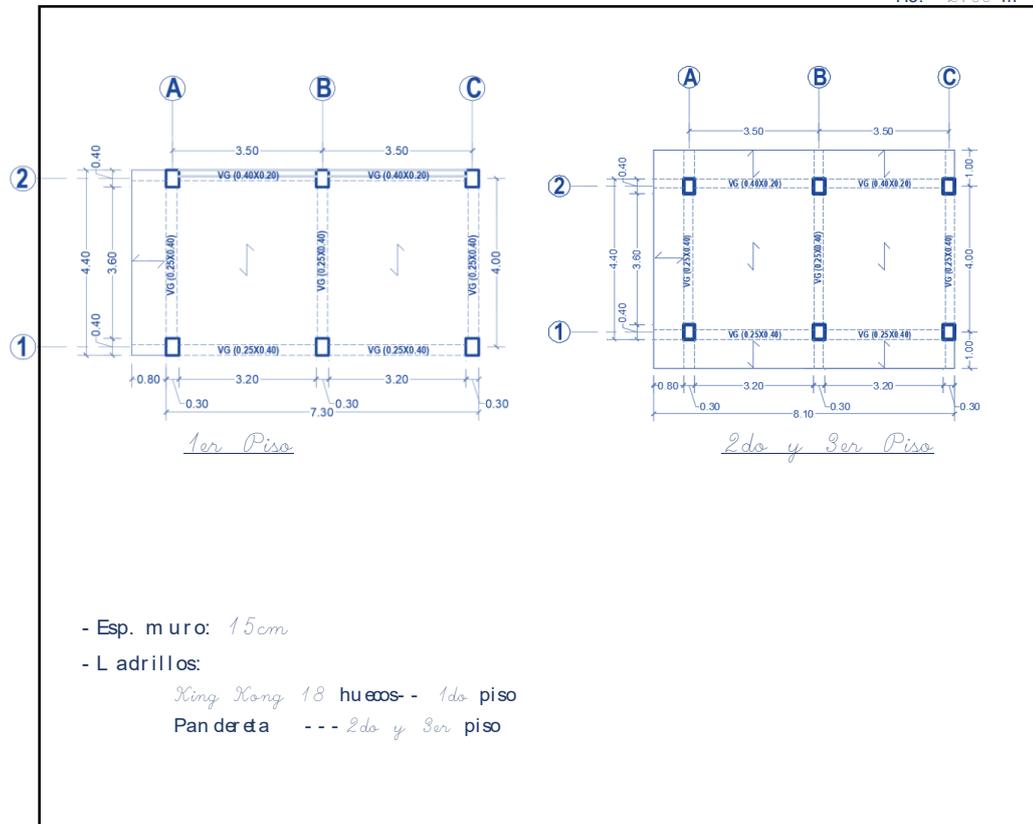
DESCRIPCIÓN:

- Altura de entrepiso:

H1: 2.90 m

H2: 2.30 m

H3: 2.00 m



DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

- a) Albañilería confinada
 b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

Nº: 6

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: *Luis Alejo*

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: *Av. HH Jorge Chávez Mg. X Lt. 2*

1. Área total del terreno:
 a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²
2. Tiempo de vida de la edificación
 a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años
3. Asesoramiento técnico:
 a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica
4. Cimentación escalonada Irregularidad
 a) Si b) No
5. Pendiente del terreno:
 a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

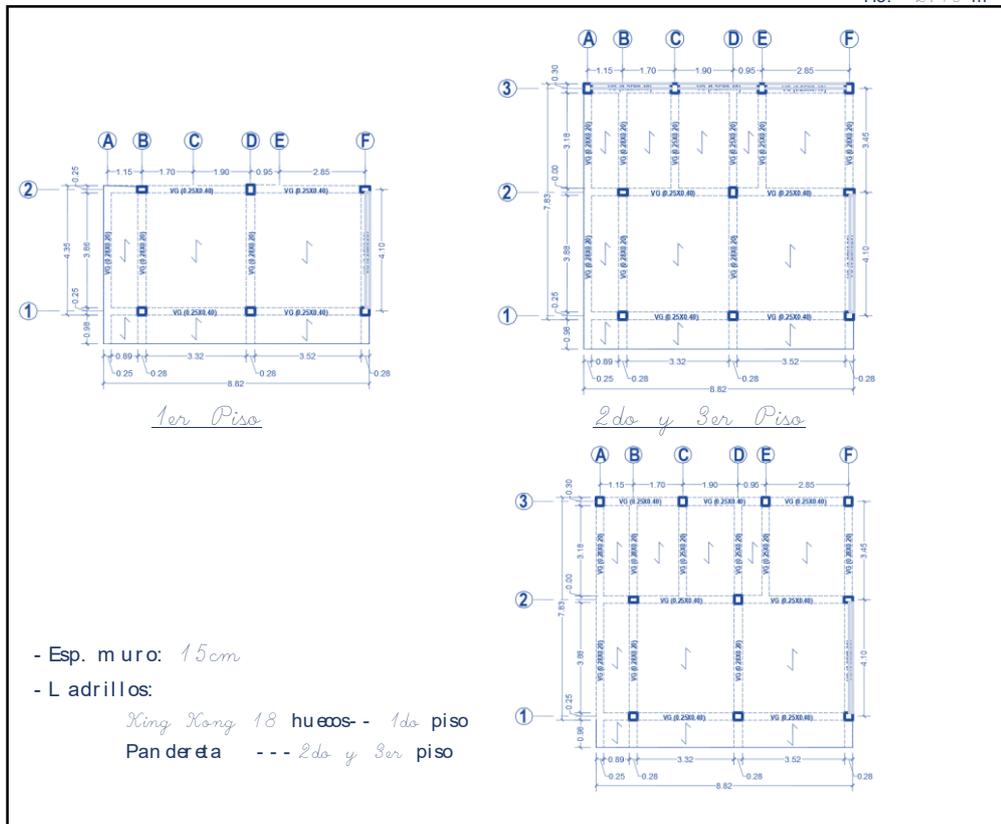
DESCRIPCION:

- Altura de entrepiso:

H1: *3.10 m*

H2: *2.10 m*

H3: *2.40 m*



DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

a) Albañilería confinada

b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos

b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal

b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

- a) Albañilería confinada
- b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

FORMATO DE FICHA DE DATOS

N°: 8

NOMBRE DEL PROPIETARIO / ENCUESTADO: Sonia Noreña.

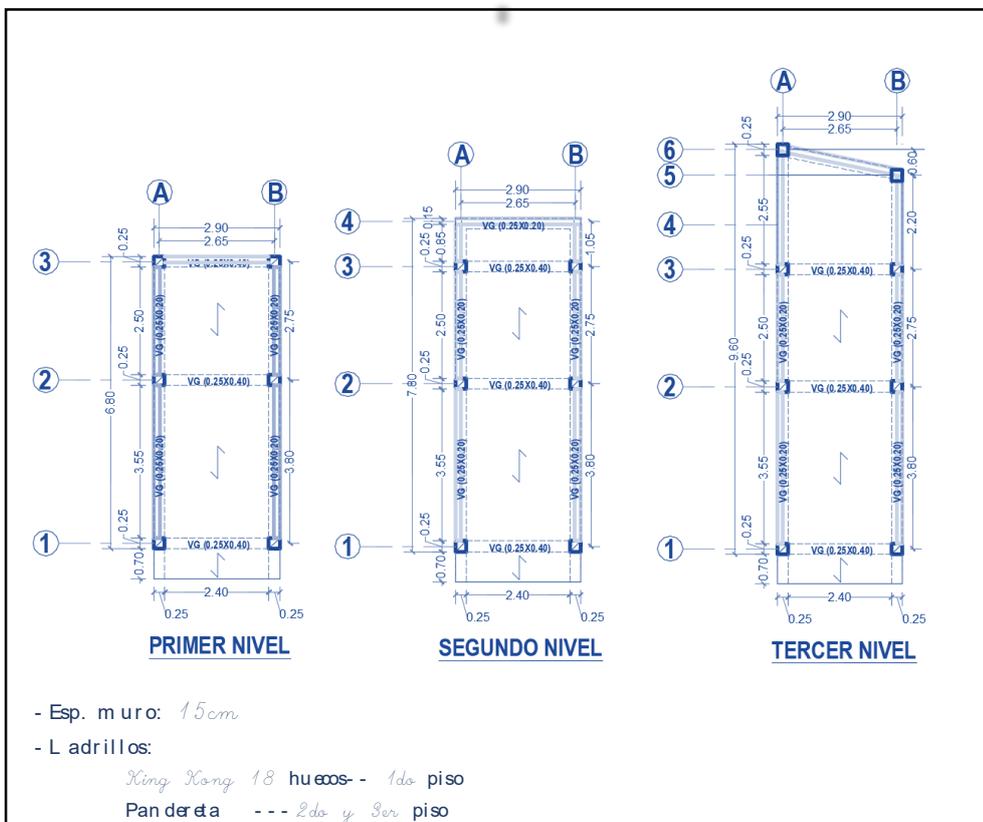
UBICACIÓN DE LA VIVIENDA: Av. Htl Jorge Chávez Mz. Y Lt. 19

1. Área total del terreno:
 a) 10-50 b) 51-100 c) 101-150 d) 151-200 e) más de 200 m²
2. Tiempo de vida de la edificación
a) 1-10 b) 11-20 c) 21-30 d) 131-40 e) más de 40 años
3. Asesoramiento técnico:
 a) Sin diseño ni supervisión técnica b) Vivienda con diseño c) Vivienda con diseño y supervisión técnica
4. Cimentación escalonada Irregularidad
 a) Si b) No
5. Pendiente del terreno:
a) Pendiente ligera b) Pendiente pronunciada

DESCRIPCIÓN:

- Altura de entrespiso:

H1: 3.10 m
H2: 2.10 m
H3: 2.40 m



DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

OBSERVACIÓN ESTRUCTURAL:

6. Sistema Estructural:

a) Albañilería confinada

b) Sistema aporticado

7. Irregularidad vertical

8. Piso Blando

9. Irregularidad en planta

10. Irregularidad torsional

11. Columna corta

12. Sin junta sísmica

13. Ladrillo

Tipo: a) King Kong 18 huecos

b) Pandereta

Por fabricación: a) Artesanal

b) Industrial

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

14. Tabiquería sin viga solera

15. Incorrecta unión muro techo

16. Armaduras expuestas

17. Cangrejeras:

a) Vigas

b) Columnas

18. Eflorescencia en muros

19. Fisuración / agrietamiento:

a) Vigas

b) Columnas

c) Muros

d) Losa

20. Calidad de los materiales:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

21. Calidad mano de obra:

a) Buena

b) Regular

c) Malo

ANEXO 7
RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1855-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de setiembre de 2022

Visto, el Oficio N° 1178-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 368292-0000006823 del Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 368292-0000006823, presentado por el (la) del Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarría, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarría, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/EJML/ato.

ANEXO 8
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2584-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 31 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 1751-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ - LAS MORAS", presentado por el (la) Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1855-2022-D-FI-UDH, de fecha 19 de setiembre de 2022, perteneciente al Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO se le designó como ASESOR(A) al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarría, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1751-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ - LAS MORAS", presentado por el (la) Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Jhon Elio Gómez Vallés (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ - LAS MORAS", presentado por el (la) Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN Nº 0224-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 15 de febrero de 2024

Visto, el Of. N° 138-2024-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 449541-0000009781, presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ – LAS MORAS".

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE VIVIENDAS EN LADERAS DEL AA. HH JORGE CHAVEZ – LAS MORAS", presentado por el (la) Bach. Nelson Ignacio VALDIVIESO PILLCO, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|--|------------|
| ➤ Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza | SECRETARIO |
| ➤ Mg. Ingrid Delia Dignarda Arteaga Espinoza | VOCAL |

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVASE,



Distribución:
C PAIC -Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)- Archivo
BCR/EJML/nto.