UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO

PRESENTADO POR:

BACH. TACURI MESCCO JOSSEP JHONATAN

BACH. ZAMATA ROJAS DICK FRANKY

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

MGT. ING. JUAN CARLOS MALPARTIDA LINARES

CUSCO-PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

Presentado por: Jossep Jhonatan Tacuri Mescco DNI N° 72667156

presentado por: Dick Franky Zamata Rojas DNI N°: 74224375

Para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 **%.**

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 21 de Julio de 2025

Firma

Post firma Mgt. Ing. Juan Carlos Malpartida Linares

Nro. de DNI 40022040

ORCID del Asesor 0000-0002-0653-0905

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:475533975

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO ...

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:475533975

Fecha de entrega
22 jul 2025, 4:04 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
22 jul 2025, 5:48 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMA....pdf

Tamaño de archivo
59.7 MB

800 Páginas

179.753 Palabras

805.467 Caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

7% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alerta de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
793 caracteres sospechosos en N.° de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

Dedico este trabajo con mucho cariño a mis padres, Avelino y Benedicta por el apoyo incondicional, por sus sacrificios y por ser mi guía constante en cada paso que doy y a mis hermanos Gonzalo y Gabriel por sus palabras de aliento.

Tacuri Mescco Jossep Jhonatan

Dedico este trabajo A mis padres, Felicitas y Urbano, por enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia, a mis hermanos y amigos, a mi familia y a Saory Alexia mi mayor inspiración el amor más puro que he conocido, este logro también es tuyo.

Zamata Rojas Dick Franky

Agradecimientos

A Dios, por haberme dado fuerza, paciencia y sabiduría necesarias para superar cada desafío a lo largo de este proceso. A mis padres, por ser mi base y mi motivación constante, gracias por su amor incondicional. A mi familia, por estar presente em cada momento, brindándome su apoyo. A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil en especial al Mgt. Ing. Juan Carlos Malpartida Linares, por haberme dado guía en el desarrollo de este trabajo, por las enseñanzas plasmadas, por enriquecerme mi pasión hacia la ingeniería. A mis amigos de la Facultad de Ingeniería Civil por todos los buenos momentos compartidos. A mi compañero de tesis por los sacrificios y momentos compartidos a lo largo de esta etapa universitaria.

Tacuri Mescco Jossep Jhonatan

A todas las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo de investigación, les expreso mi más sincero agradecimiento, a mis compañeros del Código 17-II, por los años de formación compartida, a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil en especial al Mgt. Ing. Juan Carlos Malpartida Linares, por su valiosa orientación, exigencia académica, que ayudaron de manera significativa al desarrollo y solidez de esta tesis y finalmente, a mi compañero de tesis, por su responsabilidad, compromiso y esfuerzo constante a lo largo de este proceso, Gracias por compartir conmigo este importante logro.

Zamata Rojas Dick Franky

Índice General

Dedicatoria **2**

Agradecimientos **3**

Índice General **4**

Índice de Figuras **9**

Índice de Tabla **16**

Índice de Anexos **23**

Glosario de Siglas **26**

Resumen **27**

Abstract **28**

Introducción **29**

1. Capítulo I: Planteamiento y Formulación del Problema de Investigación . 31

1.1. Planteamiento del Problema de Investigación 31

1.1.1. Descripción de la Problemática 31

1.2. Formulación del Problema 34

1.2.1. Problema General 34

1.2.2. Problemas Específicos 34

1.3. Justificación de la Investigación 35

1.3.1. Justificación Teórica 35

1.3.2. Justificación Social 35

1.4. Objetivos de la Investigación 36

1.4.1. Objetivo General 36

1.4.2. Objetivos Específicos 36

1.5. Formulación de la Hipótesis 37

1.5.1. Hipótesis General 37

1.5.2. Hipótesis Especificas 37

2. Capítulo II: Marco Teórico 38

2.1. Antecedentes de la Investigación 38

2.1.1. En el Ámbito Internacional 38
2.1.2. En el Ámbito Nacional 39
2.1.3. En el Ámbito Local 40
2.2. Bases Teóricas 42
2.2.1. Desempeño sísmico: 42
2.2.2. Acción de Sismo 68
2.2.3. Procedimiento no Lineal Estático (NSP) 71
2.2.4. Estudios para la determinación de propiedades mecánicas de los materiales Concreto y albañilería 75
2.3. Marco Conceptual 77
2.3.1. Curva de Capacidad 77
2.3.2. Ductilidad 78
2.3.3. Diagrama Momento Curvatura 79
2.3.4. Diagrama Momento Rotación 81
2.3.5. Construcción de Tipologías 82
3. Capítulo III: Metodología 83
3.1. Metodología de Investigación 83
3.1.1. Tipo de Investigación 83
3.1.2. Nivel o Alcance del Estudio 83
3.1.3. Enfoque de la Investigación 84
3.1.4. Diseño de la Investigación 84
3.2. Limitaciones de la investigación 85
3.2.1. Limitación espacial 85
3.2.2. Limitación temporal 85
3.2.3. Limitación Normativa 85
3.2.4. Limitación de Materiales Empleados 86
3.2.5. Limitación de Recolección de Datos 87
3.3. Población y Muestra 87

3.3.1. Población 87
3.3.2. Muestra 87
3.4. Identificación de las Variables 90
3.4.1. Variable de Estudio 1 90
3.4.2. Variable de Estudio 2 90
3.4.3. Variable de Estudio 3 90
3.4.4. Operacionalización de Variables 91
3.5. Metodología Para La Recopilación De Información 93
4. Capítulo IV: Recopilación de Información 94
4.1. Procedimiento para determinar las viviendas autoconstruidas en estudio. 94
4.1.1. Identificación de las Viviendas en el Centro Poblado de Compone 94
4.1.2. Identificación de las Viviendas Autoconstruidas 96
4.1.3. Selección de las Viviendas autoconstruidas de estudio 99
4.1.4. Tipificación de las Viviendas autoconstruidas Seleccionadas en estudio 101
4.2. Verificación de las condiciones de apoyo de las viviendas tipificadas seleccionadas 106
4.3. Ensayos in Situ y en Laboratorio 110
4.3.1. Ensayo de esclerometría 110
4.3.2. Ensayo de compresión axial en primas de albañilería 112
5. Capítulo V: Calibración y Ajuste de Modelo Numérico de Muro de Albañilería 122
5.1. Definición e Importancia de Calibración 122
5.2. Características del muro a calibrar 123
6. Capítulo VI: Resultados del Análisis de las Viviendas Tipificadas Seleccionadas 131
6.1. Análisis de la Vivienda Tipificada N°31 131
6.1.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°31 131
6.1.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°31 135
6.1.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°31 138

6.1.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°31 142
6.1.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°31 143
6.1.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°31 Mediante la Normativa E.030 144
6.1.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°31 165
6.2. Análisis de la Vivienda Tipificada N°07 188
6.2.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°07 Mediante la Normativa E.030 188
6.2.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°07 191
6.3. Análisis de la Vivienda Tipificada N°08 196
6.3.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°08 Mediante la Normativa E.030 196
6.3.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°08 199
6.4. Análisis de la Vivienda Tipificada N°12 204
6.4.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°12 Mediante la Normativa E.030 204
6.4.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°12 208
6.5. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 15 212
6.5.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 15 Mediante la Normativa E.030 212
6.5.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 15 215
6.6. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 16 220
6.6.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 16. Mediante la Normativa E.030 220
6.6.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 16 224
6.7. Análisis de la Vivienda Tipificada N°18 228
6.7.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 18 Mediante la Normativa E.030 228
6.7.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°18 232
6.8. Análisis de la Vivienda Tipificada N°22 236
6.8.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°22 Mediante la Normativa E.030 236
6.8.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°22 240
6.9. Análisis de la Vivienda Tipificada N°26 244
6.9.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°26 Mediante la Normativa E.030 244
6.9.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 26 248

6.10. Análisis de la Vivienda Tipificada N°27 252
6.10.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 27 Mediante la Normativa E.030 252
6.10.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°27 256
7. Capítulo VII: Discusión De Resultados 260
7.1. Discusión Referente al Hipótesis General 260
7.2. Discusión Referente a la Primera Hipótesis Especifica 263
7.3. Discusión Referente a la Segunda Hipótesis Especifica 266
7.4. Discusión Referente a la Tercera Hipótesis Especifica 269
8. Capítulo VIII: Conclusiones y Recomendaciones 271
8.1. Conclusiones 271
8.2. Recomendaciones 273
9. Capítulo IX: Referencia Bibliográfica 275
10. Anexo I: Encuestas 278
11. Anexo II: Planos de Estructuras 350
12. Anexo III: Planos de Arquitectura 382
13. Anexo IV: Ensayos 402
14. Anexo V: Estudio de Suelos 404
15. Anexo VI: Panel Fotográfico 406
16. Anexo VII: Plano Catastral del Centro Poblado de Compone 414
17. Anexo VIII: Matriz de Consistencia 415
18. Anexo IX: Procesamiento de Resultados del Análisis de las Viviendas Tipificadas Seleccionadas 416

Índice de Figuras

Figura 1 Matriz de desempeño para edificios comunes, esenciales y de seguridad critica. .45
Figura 2 Curva idealizada fuerza-desplazamiento 48
Figura 3 Representación gráfica aproximada de cada estado de daño. 50
Figura 4 Sectorización de la curva de capacidad para el cálculo de desempeño según VISIÓN 2000 51
Figura 5 Zonas sísmicas en el territorio peruano 55
Figura 6 Modelo de masas concentradas para edificios con diafragmas rígidos 62
Figura 7 Modos de vibración de una estructura con diafragmas rígidos 62
Figura 8 Factor de escala para fuerzas internas del análisis dinámico 64
Figura 9 Estimación de los desplazamientos laterales máximos 65
Figura 10 Comportamiento y modelo matemático de muro de albañilería, ante interacción tabique – estructura.....67
Figura 11 Espectro de diseño 69
Figura 12 Modelo Mander para el concreto confinado y sin confinar.....73
Figura 13 Modelo Simple para el acero de refuerzo 73
Figura 14 Modelo de plasticidad para el concreto armado 74
Figura 15 Plasticidad tipo fibra en elementos estructurales (Vigas y Columnas) 75
Figura 16 Equipo esclerómetro para ensayo 76
Figura 17 Curva de capacidad y datos más representativos 77
Figura 18 Tipos de ductilidad.....78
Figura 19 Curvatura de la sección de un elemento de concreto armado.....79
Figura 20 Diagrama momento – curvatura de una sección de concreto de 0.35 x 0.70 m . 81
Figura 21 Distribución de la muestra 89
Figura 22 Distribución de la muestra estratégica 89
Figura 23 Pasos para la recopilación de la información.....93
Figura 24 Delimitación de los 06 sectores del Centro Poblado de Compone 95
Figura 25 Sondeo de todas las viviendas habitadas en el centro poblado de Compone 96
Figura 26 Gráfico circular de la cantidad de viviendas autoconstruidas de concreto armado por sectores 98
Figura 27 Encuesta a propietarios de viviendas.....98
Figura 28 Gráfico circular de la distribución de las viviendas seleccionadas por sector...100
Figura 29 Levantamiento de medidas en campo de las viviendas autoconstruidas 101
Figura 30 Gráfico circular de la distribución de viviendas seleccionadas de acuerdo al número de ejes en planta. 102

Figura 31 Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 3x3 103
Figura 32 Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 3x4 104
Figura 33 Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 2x3 105
Figura 34 Ubicación de puntos de sondeo recopilados en la zona de estudio 108
Figura 35 Determinación de la resistencia a compresión con esclerómetro en viviendas tipificadas 110
Figura 36 Ábaco de esclerómetro para determinar resistencia a la compresión 111
Figura 37 Muestra representativa de ladrillo bloquer de arcilla 113
Figura 38 Muestra representativa de agregado fino 114
Figura 39 Elaboración de prismas de bloquer de arcilla 114
Figura 40 Proceso de refrentado de prisma de albañilería con cemento - yeso 115
Figura 41 Medición de prismas de albañilería 117
Figura 42 Ensayo de compresión axial de prismas de albañilería 118
Figura 43 Pendiente para el cálculo del módulo de elasticidad 120
Figura 44 Ejemplo de calibración de ensayo numérico versus ensayo experimental 122
Figura 45 Armadura del pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar 123
Figura 46 Secciones transversales de columnas y vigas de pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar 124
Figura 47 Pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar 124
Figura 48 Curva de capacidad de pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar 125
Figura 49 Representación de Sistema Pórtico – tabique 126
Figura 50 Modelado en Etabs de sistema pórtico – tabique a calibrar 128
Figura 51 Rotula plástica axial a compresión utilizada para la calibración 129
Figura 52 Comparación de curva de capacidad del ensayo vs del modelo numérico 129
Figura 53 Fachada exterior de la vivienda N°31 132
Figura 54 Encofrado de losa aligerada típico del primer al tercer nivel de la vivienda N°31 133
Figura 55 Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°31 134
Figura 56 Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°31 134
Figura 57 Planimetría general de tercer nivel y azotea de la vivienda N°31 135
Figura 58 Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°31 136
Figura 59 Modelo tridimensional de la vivienda N°31 143
Figura 60 Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°31 145

Figura 61 Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°31 146
Figura 62 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°31 159
Figura 63 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°31 164
Figura 64 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY en la vivienda N°31 164
Figura 65 Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs 166
Figura 66 Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°31 166
Figura 67 Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°31 166
Figura 68 Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°31 167
Figura 69 Asignación de área de acero en Columna de 0.30x0.30 de Vivienda N°31 167
Figura 70 Modelo no lineal para el concreto tipo Mander 168
Figura 71 Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°31 .. 169
Figura 72 Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°31 171
Figura 73 Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°31 171
Figura 74 Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°31 172
Figura 75 Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°31 173
Figura 76 Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N°31 173
Figura 77 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°31 174
Figura 78 Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°31 175
Figura 79 Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°31 175
Figura 80 Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo muy raro 176
Figura 81 Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo raro o severo 177
Figura 82 Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo ocasional o moderado 178
Figura 83 Asignación de las demandas sísmicas en software Etabs 180
Figura 84 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°31 183
Figura 85 Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°31 .. 183
Figura 86 Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°31... 184
Figura 87 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°31 185
Figura 88 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°31 185
Figura 89 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°31 187
Figura 90 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°07 189

Figura 91 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.....191
Figura 92 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 191
Figura 93 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°07 192
Figura 94 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°07..... 193
Figura 95 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°07..... 193
Figura 96 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°07 194
Figura 97 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°07..... 195
Figura 98 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°08..... 197
Figura 99 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX..... 199
Figura 100 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 199
Figura 101 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°08 200
Figura 102 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°08 201
Figura 103 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°08 201
Figura 104 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°08..... 202
Figura 105 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°08..... 203
Figura 106 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°12.....205
Figura 107 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°12.....207
Figura 108 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 207
Figura 109 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°12 208
Figura 110 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°12..... 209
Figura 111 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°12 209
Figura 112 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°12.....210
Figura 113 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°12 211
Figura 114 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 15..... 213
Figura 115 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX..... 215
Figura 116 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 215
Figura 117 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 15..... 216
Figura 118 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 15 217
Figura 119 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 15 217

Figura 120 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 15 218
Figura 121 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 15..... 219
Figura 122 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 16 221
Figura 123 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.....223
Figura 124 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY 223
Figura 125 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°16.....224
Figura 126 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 16 225
Figura 127 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 16.....225
Figura 128 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°16.....226
Figura 129 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°16.....227
Figura 130 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°18.....229
Figura 131 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX..... 231
Figura 132 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 231
Figura 133 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 18.....232
Figura 134 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 18 233
Figura 135 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 18 233
Figura 136 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 18.....234
Figura 137 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 18 235
Figura 138 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°22 237
Figura 139 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°22 239
Figura 140 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY en la vivienda N°22 240
Figura 141 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°22..... 240
Figura 142 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°22..... 241
Figura 143 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°22.....242
Figura 144 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°22 242
Figura 145 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°22 243
Figura 146 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 26 245
Figura 147 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.....247
Figura 148 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY. 247

Figura 149 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 26 248
Figura 150 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 26.....249
Figura 151 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 26.....249
Figura 152 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 26.....250
Figura 153 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 26..... 251
Figura 154 Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 27.....253
Figura 155 Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.....255
Figura 156 Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY 255
Figura 157 Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°27.....256
Figura 158 Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 27 257
Figura 159 Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 27 257
Figura 160 Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 27 258
Figura 161 Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 27 259
Figura 162 Gráfico de barras de los niveles de desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en el eje X-X 261
Figura 163 Gráfico de barras de los niveles de desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en el eje Y-Y.....262
Figura 164 Porcentaje de viviendas que cumplen las derivas máximas en el Eje X y Y 264
Figura 165 Curvas de capacidad de las viviendas tipificadas en dirección X-X.....267
Figura 166 Curvas de capacidad de las viviendas tipificadas en dirección Y-Y 268
Figura 167 Encuesta a propietarios de las viviendas autoconstruidas seleccionadas..... 406
Figura 168 Encuesta a propietarios de las viviendas autoconstruidas seleccionadas 406
Figura 169 Levantamiento de medidas en campo de viviendas autoconstruidas.....407
Figura 170 Encuesta a maestro de obra 01 ejecutor de las viviendas autoconstruidas 407
Figura 171 Encuesta a maestro de obra 02 ejecutor de las viviendas autoconstruidas..... 408
Figura 172 Encuesta a maestro de obra 03 ejecutor de las viviendas autoconstruidas 408
Figura 173 Encuesta a maestro de obra 04 ejecutor de las viviendas autoconstruidas 409
Figura 174 Inspección de viviendas autoconstruidas en ejecución..... 409
Figura 175 Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas tipificadas 01 410
Figura 176 Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas tipificadas 02 410
Figura 177 Obtención de agregado y ladrillo tipo bloquer de las ferreterías del C.P. Compone 411
Figura 178 Asentado de 03 prismas de albañilería 411

Figura 179 Refrentado de prismas de albañilería 412
Figura 180 Medición de prismas de albañilería..... 412
Figura 181 Ensayo a compresión axial de los 03 prismas de albañilería 413
Figura 182 Control de deformaciones de prismas de albañilería y tipo de falla..... 413

Índice de Tabla

Tabla 1 Niveles de desempeño según SEAOC VISIÓN 2000 43
Tabla 2 Valores del factor de modificación Co 46
Tabla 3 Valores para el factor de masa efectiva Cm 47
Tabla 4 Niveles de desempeño según VISIÓN 2000 49
Tabla 5 Carga muerta para losas aligeradas en una sola dirección de concreto armado según norma E.020 53
Tabla 6 Pesos unitarios para las cargas muertas a considerar según la norma E.020 53
Tabla 7 Carga viva a considerar según Norma (E.020, 2006). 54
Tabla 8 Factores de zona 56
Tabla 9 Factor del suelo de acorde al perfil del suelo y factor de zona 56
Tabla 10 Periodos "T_P" y "T_L" según perfil del suelo 57
Tabla 11 Clasificación de la categoría de las edificaciones y su factor de uso según la norma (E.030, 2019) 58
Tabla 12 Clasificación de los coeficientes básicos de reducción de acorde a la norma (E.030, 2019) 60
Tabla 13 Límites para el desplazamiento de entrepiso de acorde al material predominante 65
Tabla 14 Niveles de Sismo según el Comité VISIÓN 2000 70
Tabla 15 Operacionalización de variables 91
Tabla 16 Contabilización de viviendas de adobe y concreto armado 96
Tabla 17 Cantidad de viviendas autoconstruidas de concreto armado en el C.P. Compone por sectores 97
Tabla 18 Distribución de las viviendas autoconstruidas seleccionadas por sector 99
Tabla 19 Tipos de configuraciones de las viviendas autoconstruidas de concreto armado 102
Tabla 20 Viviendas tipificadas seleccionadas 106
Tabla 21 Cuadro de áreas techadas de las viviendas tipificadas 107
Tabla 22 Ensayos realizados en laboratorio 109
Tabla 23 Resultados del ensayo Esclerometría en las viviendas tipificadas. 111
Tabla 24 Resultados del módulo de elasticidad del concreto en las viviendas tipificadas 112
Tabla 25 Factores de corrección de f'm por esbeltez 116
Tabla 26 117
Tabla 27 Dimensiones de los prismas de albañilería 117
Tabla 28 Resultados del ensayo de compresión axial de prismas de albañilería 118
Tabla 29 Cálculo de la variación del esfuerzo axial entre el 20% y 50% de la carga máxima 120
Tabla 30 Cálculo del módulo de elasticidad de la albañilería de bloquer de arcilla 121

Tabla 31 Propiedades a considerar en el puntal de albañilería a calibrar 127
Tabla 32 Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°31..... 135
Tabla 33 Propiedades lineales de muros de albañilería del primer nivel de la vivienda N°31 137
Tabla 34 Propiedades lineales de muros de albañilería del segundo y tercer nivel de la vivienda N°31 137
Tabla 35 Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°31 138
Tabla 36 Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°31 138
Tabla 37 Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°31 139
Tabla 38 Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del tercer nivel de la vivienda N°31..... 141
Tabla 39 Cargas muertas de muros de albañilería en azotea de la vivienda N°31 142
Tabla 40 Peso sísmico efectivo de la vivienda N°31 143
Tabla 41 Parámetros sísmicos para la vivienda N°31 144
Tabla 42 Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°31 145
Tabla 43 Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°31 146
Tabla 44 Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N°31 147
Tabla 45 Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°31 148
Tabla 46 Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°31 149
Tabla 47 Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°31. 149
Tabla 48 Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°31 150
Tabla 49 Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°31 150
Tabla 50 Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°31 150
Tabla 51 Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°31..... 151
Tabla 52 Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°31..... 151
Tabla 53 Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°31 152
Tabla 54 Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°31 152
Tabla 55 Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°31..... 152

Tabla 56 Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°31 153
Tabla 57 Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°31 154
Tabla 58 Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°31 154
Tabla 59 Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°31 154
Tabla 60 Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°31 155
Tabla 61 Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°31 155
Tabla 62 Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°31 156
Tabla 63 Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°31 156
Tabla 64 Factores de irregularidad de la vivienda N°31 156
Tabla 65 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°31 156
Tabla 66 Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°31 157
Tabla 67 Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31 157
Tabla 68 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31 158
Tabla 69 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31 158
Tabla 70 Fuerza cortante estática de la vivienda N°12 160
Tabla 71 Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31 160
Tabla 72 Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31 161
Tabla 73 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°31 162
Tabla 74 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°31 163
Tabla 75 Secciones y diámetro de Acero 165
Tabla 76 Propiedades lineales de muros de albañilería del primer nivel de la vivienda N°31 169
Tabla 77 Propiedades de los muros de albañilería del primer y segundo nivel a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°31 170
Tabla 78 Parámetros sísmicos para la definición del espectro de diseño de acuerdo a la norma E.030 176

Tabla 79 Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo muy raro en las direcciones XX y YY.....177
Tabla 80 Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo raro o severo en las direcciones XX y YY..... 178
Tabla 81 Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo raro o severo en las direcciones XX y YY..... 179
Tabla 82 Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°31 180
Tabla 83 Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°31 181
Tabla 84 Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°31 181
Tabla 85 Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°31 181
Tabla 86 Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°31.....182
Tabla 87 Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección YY en vivienda N°31 182
Tabla 88 Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°31 184
Tabla 89 Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N°31 184
Tabla 90 Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°31.....186
Tabla 91 Factores de irregularidad de la vivienda N°07.....188
Tabla 92 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°07.....188
Tabla 93 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07.....188
Tabla 94 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07.....189
Tabla 95 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07.....190
Tabla 96 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°07.....190
Tabla 97 Factores de irregularidad de la vivienda N°08 196
Tabla 98 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°08 196
Tabla 99 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08 196
Tabla 100 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08..... 197
Tabla 101 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07.....198

Tabla 102 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°08 198
Tabla 103 Factores de irregularidad de la vivienda N°12 204
Tabla 104 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°12 204
Tabla 105 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12 204
Tabla 106 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12 205
Tabla 107 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°12 206
Tabla 108 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°12 206
Tabla 109 Factores de irregularidad de la vivienda N° 15 212
Tabla 110 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 15 212
Tabla 111 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15 212
Tabla 112 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15 213
Tabla 113 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 15 214
Tabla 114 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 15 214
Tabla 115 Factores de irregularidad de la vivienda N° 16 220
Tabla 116 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 16 220
Tabla 117 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16. 220
Tabla 118 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16 221
Tabla 119 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 16 222
Tabla 120 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 16 222
Tabla 121 Factores de irregularidad de la vivienda N° 18 228
Tabla 122 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 18 228
Tabla 123 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18 228

Tabla 124 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18 229
Tabla 125 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 18 230
Tabla 126 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 18. 230
Tabla 127 Factores de irregularidad de la vivienda N°22 236
Tabla 128 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°22 236
Tabla 129 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22.....236
Tabla 130 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22 237
Tabla 131 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°22.....238
Tabla 132 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°22.....238
Tabla 133 Factores de irregularidad de la vivienda N° 26.....244
Tabla 134 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 26 244
Tabla 135 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26.....244
Tabla 136 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26 245
Tabla 137 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 26.....246
Tabla 138 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 26.....246
Tabla 139 Factores de irregularidad de la vivienda N° 27.....252
Tabla 140 Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 27 252
Tabla 141 Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27.....252
Tabla 142 Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27 253
Tabla 143 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°27.....254
Tabla 144 Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 27.....254
Tabla 145 Resumen de verificación de irregularidad de viviendas autoconstruidas 264

Tabla 146 Valores máximos del ANLE X-X de las viviendas tipificadas.....267
Tabla 147 Valores máximos del ANLE Y-Y de las viviendas tipificadas..... 268

Índice de Anexos

Anexo 1 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 01 278
Anexo 2 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 02 279
Anexo 3 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 03 280
Anexo 4 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 04 281
Anexo 5 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 05 282
Anexo 6 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 06 283
Anexo 7 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 07 284
Anexo 8 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 08 285
Anexo 9 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 09 286
Anexo 10 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 10 287
Anexo 11 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 11 288
Anexo 12 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 12 289
Anexo 13 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 13 290
Anexo 14 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 14 291
Anexo 15 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 15 292
Anexo 16 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 16 293
Anexo 17 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 17 294
Anexo 18 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 18 295
Anexo 19 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 19 296
Anexo 20 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 20 297
Anexo 21 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 21 298
Anexo 22 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 22 299
Anexo 23 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 23 300
Anexo 24 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 24 301
Anexo 25 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 25 302
Anexo 26 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 26 303
Anexo 27 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 27 304
Anexo 28 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 28 305
Anexo 29 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 29 306
Anexo 30 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 30 307
Anexo 31 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 31 308
Anexo 32 Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 32 309
Anexo 33 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 07 310
Anexo 34 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 08 314
Anexo 35 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 12 318
Anexo 36 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 15 322

Anexo 37 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 16 326
Anexo 38 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 18 330
Anexo 39 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 22 334
Anexo 40 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26 338
Anexo 41 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26 342
Anexo 42 Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26 346
Anexo 43 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 01 350
Anexo 44 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 02 351
Anexo 45 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 03 352
Anexo 46 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 04 353
Anexo 47 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 05 354
Anexo 48 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 06 355
Anexo 49 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 07 356
Anexo 50 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 08 357
Anexo 51 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 09 358
Anexo 52 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 10 359
Anexo 53 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 11 360
Anexo 54 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 12 361
Anexo 55 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 13 362
Anexo 56 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 14 363
Anexo 57 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 15 364
Anexo 58 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 16 365
Anexo 59 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 17 366
Anexo 60 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 18 367
Anexo 61 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 19 368
Anexo 62 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 20 369
Anexo 63 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 21 370
Anexo 64 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 22 371
Anexo 65 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 23 372
Anexo 66 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 24 373
Anexo 67 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 25 374
Anexo 68 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 26 375
Anexo 69 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 27 376
Anexo 70 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 28 377
Anexo 71 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 29 378
Anexo 72 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 30 379
Anexo 73 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 31 380

Anexo 74 Plano de estructuras de la vivienda Nro. 32 381
Anexo 75 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 07 - 01 382
Anexo 76 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 07 - 02.....383
Anexo 77 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 08 - 01 384
Anexo 78 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 08 - 02 385
Anexo 79 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 12 - 01.....386
Anexo 80 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 12 - 02 387
Anexo 81 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 15 - 01..... 388
Anexo 82 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 15 - 02.....389
Anexo 83 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 16 - 01 390
Anexo 84 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 16 - 02..... 391
Anexo 85 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 18 - 01 392
Anexo 86 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 18 - 02.....393
Anexo 87 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 22 - 01 394
Anexo 88 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 22 - 02 395
Anexo 89 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 26 - 01.....396
Anexo 90 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 26 - 02 397
Anexo 91 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 27 - 01.....398
Anexo 92 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 27 - 02.....399
Anexo 93 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 31 - 01 400
Anexo 94 Plano de arquitectura de la vivienda tipificada Nro. 31 - 02.....401
Anexo 95 Certificado de uso de laboratorio de mecánica de suelos y materiales 402
Anexo 96 Certificado de uso de laboratorio de mecánica de suelos y materiales 403
Anexo 97 Informe geotécnico de Estudio de Mecánica de Suelos..... 404
Anexo 98 Matriz de Consistencia 415

Glosario de Siglas

ANLE: Análisis No Lineal Estático.

ATC-40: Applied Technology Council.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

SEAOC: Structural Engineers Association of California.

ASCE/SEI 41: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers.

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado localizadas en el centro poblado de Compone, frente a tres niveles de demanda sísmica: sismo moderado, severo y muy raro. La investigación es de tipo básica, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño no experimental. Se analizaron 32 viviendas autoconstruidas, clasificadas en 10 tipologías representativas, a partir del levantamiento in situ de planos estructurales y arquitectónicos, encuestas a propietarios y maestros de obra, así como ensayos para determinar la resistencia y módulo de elasticidad de los elementos estructurales y de albañilería. Para representar la no linealidad de los muros de albañilería, se calibró una rótula a compresión axial. El análisis no lineal se realizó en ETABS v21.0, mediante el método Pushover, obteniendo curvas de capacidad y puntos de desempeño según la ASCE 41-17 y la matriz del SEAOC VISIÓN 2000. En la dirección XX, ante sismo moderado, el 90 % de las viviendas alcanzó desempeño funcional y el 10 % completamente funcional; frente a sismo severo, el 60 % alcanzó el nivel de resguardo de vida, el 30 % cercano al colapso y el 10 % funcional; ante sismo muy raro, el 60 % colapsó, el 30 % quedó cerca al colapso y solo el 10 % fue funcional. En la dirección YY, el 100 % fue completamente funcional ante sismo moderado; ante sismo severo, el 60 % fue funcional y el 40 % completamente funcional; y ante sismo muy raro, el 60 % funcional, el 30 % completamente funcional y el 10 % en nivel de resguardo de vida. Se concluye un desempeño inaceptable estructural en la dirección XX.

Palabras clave: *Desempeño sísmico, acción de sismo, viviendas autoconstruidas, análisis estático no lineal.*

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the seismic performance of self-built reinforced concrete houses located in the town of Compone, under three seismic demands: moderate, severe, and very rare earthquakes. This research is basic, with a quantitative approach, descriptive scope, and non-experimental design. Thirty-two self-built houses, classified into 10 representative typologies, were analyzed based on on-site structural and architectural plans, surveys of owners and construction managers, and tests to determine the strength and modulus of elasticity of the structural and masonry elements. To account for the nonlinearity of the masonry walls, an axial compression hinge was calibrated. The nonlinear analysis was performed in ETABS v21.0, using the Pushover method, obtaining capacity curves and performance points according to ASCE 41-17 and the SEAOC VISION 2000 matrix. In the XX direction, during a moderate earthquake, 90% of the dwellings reached functional performance and 10% fully functional; during a severe earthquake, 60% reached the life-safe level, 30% were close to collapse, and 10% were functional; during a very rare earthquake, 60% collapsed, 30% were close to collapse, and only 10% were functional. In the YY direction, 100% were fully functional during a moderate earthquake; during a severe earthquake, 60% were functional, and 40% were fully functional; and during a very rare earthquake, 60% were functional, 30% were fully functional, and 10% were at the life-safe level. Unacceptable structural performance is concluded at address XX.

Keywords: *Seismic performance, earthquake action, self-built homes, nonlinear static analysis.*

Introducción

La autoconstrucción de viviendas en zonas rurales y periurbanas constituye una práctica ampliamente extendida en diversas regiones del mundo, en el Perú, según un informe de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios del Perú (ADI , 2022), aproximadamente el 80% de viviendas corresponde a viviendas autoconstruidas. Esta realidad significa que hay un elevado porcentaje de estas edificaciones presentan vulnerabilidad frente a desastres naturales, tales como sismos, esta problemática se agrava particularmente en las periferias urbanas, donde la proporción de viviendas autoconstruidas puede alcanzar hasta un 90% (Ybánez, 2023). Factores como la ausencia de planificación urbana adecuada, la edificación en zonas de alto riesgo y la falta de supervisión técnica durante el proceso constructivo son determinantes en el incremento de dicha vulnerabilidad estructural.

La presente investigación se realiza en el centro poblado de Compone, ubicado en la provincia de Anta, región Cusco, hay un crecimiento de la población impulsando así la construcción de viviendas autoconstruidas, principalmente construidas con unidades de ladrillo bloquer de arcilla, considerando que el Perú se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, resulta fundamental evaluar el desempeño sísmico de estas viviendas frente a distintos niveles de demanda sísmica. En este contexto, el objetivo principal de la investigación es evaluar el desempeño sísmico de dichas edificaciones mediante análisis no lineales estáticos, específicamente a través del método *Pushover*, donde se emplearon criterios de la Norma Técnica E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) y también normativas internacionales reconocidos, tales como ASCE/SEI 41-17, ATC-40 y SEAOC VISIÓN 2000. La aplicación de esta metodología permitirá determinar el nivel real de seguridad estructural frente a eventos sísmicos de intensidad ante un sismo muy raro, raro y ocasional.

Comprender el desempeño sísmico de estas edificaciones es esencial para identificar sus principales deficiencias y cuantificar su capacidad de respuesta ante un evento sísmica. Por ello esta investigación contribuye no solo al enriquecimiento del conocimiento técnico en

el ámbito técnico y académico, sino también a establecer una base sólida para el diseño de futuras construcciones y consideraciones a la hora de autoconstruir sus viviendas.

Esta tesis se dividida en doce capítulos que abordan el análisis del desempeño sísmico de viviendas autoconstruidas en concreto armado.

El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la formulación de hipótesis que orientan el estudio, En el Capítulo II se desarrolla el marco teórico y conceptual, incluyendo antecedentes, fundamentos teóricos y normativa aplicable, El Capítulo III describe la metodología empleada, el diseño del estudio y las limitaciones encontradas, El Capítulo IV detalla el proceso de recopilación de datos, la identificación y selección de las viviendas en estudio, así como los ensayos realizados, El Capítulo V aborda la calibración y ajuste del modelo numérico para representar los muros de albañilería, En el Capítulo VI se presenta el resultado del análisis de las viviendas tipificadas, considerando propiedades mecánicas, cargas y análisis sísmicos conforme a la norma E.030, al ASCE 41-17 y SEAOC VISIÓN 2000, El Capítulo VII expone la discusión de resultados generales obtenidos, mientras que el Capítulo VIII se formula las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Los capítulos finales incluyen la referencia bibliográfica, anexos y un panel fotográfico.

Capítulo I: Planteamiento y Formulación del Problema de Investigación

1.1. Planteamiento del Problema de Investigación

1.1.1. Descripción de la Problemática

La autoconstrucción de viviendas constituye una práctica extendida en diversas regiones del mundo, especialmente en países en vías de desarrollo, donde una parte significativa de la población carece de acceso a soluciones habitacionales formales. Este tipo de edificación, al ejecutarse sin supervisión técnica ni cumplimiento de normativas constructivas, da lugar a estructuras con deficiencias en diseño, materiales y ejecución, lo que incrementa considerablemente su vulnerabilidad frente a amenazas naturales, como los sismos. Esta situación representa un reto crítico en materia de seguridad estructural y habitacional, afectando la calidad de vida de sus ocupantes y evidenciando la necesidad de políticas públicas, normativas y herramientas técnicas que permitan mejorar el desempeño sísmico de este tipo de edificaciones (Vicente, 2023).

En América Latina, la autoconstrucción de viviendas es una práctica extendida, especialmente en zonas rurales y periferias urbanas de países como México, Perú, Ecuador, Chile, Colombia y Bolivia. Surge como respuesta a la limitada oferta de vivienda formal, impulsada por factores como la pobreza, la informalidad laboral, la migración interna y la ausencia de políticas públicas eficaces. Sin embargo, estas edificaciones suelen ejecutarse sin asistencia técnica ni supervisión profesional, y fuera del marco normativo estructural, lo que ha generado un parque habitacional altamente vulnerable, especialmente en zonas sísmicas como el Cinturón de Fuego del Pacífico. La falta de criterios sismorresistentes incrementa el riesgo de colapso estructural ante eventos severos, poniendo en peligro la vida de sus ocupantes. Además, el crecimiento urbano desordenado ha favorecido la proliferación de asentamientos informales con deficiencias en infraestructura, habitabilidad y calidad constructiva. Esta situación exige el desarrollo de estrategias de intervención que mejoren la

seguridad y sostenibilidad de estas viviendas, bajo criterios técnicos y normativos propios de la ingeniería civil (Naranjo, 2022).

El desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Perú constituye un problema persistente asociado a la informalidad con que gran parte de la población ejecuta este tipo de construcciones. Según la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios del Perú (ADI Perú, 2022), aproximadamente el 95 % de las habilitaciones urbanas en el país se realiza de forma informal y el 80 % de las viviendas son producto de autoconstrucción, proporción que se eleva al 90 % en zonas periféricas. Estas edificaciones, al no contar con asistencia técnica, supervisión profesional ni cumplir con la normativa vigente, presentan una alta vulnerabilidad estructural y territorial, particularmente frente a fenómenos naturales como sismos e inundaciones. Esta situación revela una profunda deficiencia en la gestión del desarrollo urbano, representando un desafío crítico para la seguridad habitacional, la resiliencia urbana y la calidad de vida de millones de peruanos.

El ámbito local no es ajeno al problema de desempeño sísmico de viviendas informales puesto que la expansión demográfica en el centro poblado de Compone en los últimos años ha ido incrementando, por ello la construcción de viviendas informales ha incrementado a un ritmo acelerado, con un crecimiento poco controlado y una manera deficiente en la planificación rural, a causa del crecimiento de la población y la necesidad de tener nuevas viviendas, también un factor importante son los recursos económicos de estas familias, por ello estas construcciones de concreto armado autoconstruido sin la intervención de un profesional ingeniero o arquitecto, según el Plan de desarrollo urbano del distrito de Anta se determina el *déficit cualitativo* de las viviendas el cual mide las deficiencias en la calidad de las viviendas respecto de la materialidad, espacio habitable (hacinamiento) y servicios básicos (agua potable, desagüe y electricidad), con ello se busca identificar las viviendas que requieren mejoras en cuanto a los aspectos mencionados; por consiguiente, se considera 03 variables a) hacinamiento, b) material irrecuperable y c) servicios básicos deficitarios. En el sector urbano II se Concentra 3,005 viviendas deficitarias (47.64%), de las cuales destacan los centros

poblados de Piñanccay, Hospital Pampa, Chorrillos, Villa Carmen, San Francisco, Mollema, La Granja, Huaynapata, (Condebamba, Huancarpata, Ayllu Tumibamba pertenecientes al centro poblado de Compone) y Marquesbamba dado que la totalidad de sus viviendas califican como deficitarias. Por lo tanto, son susceptibles a desarrollar un nivel bajo de desempeño sísmico.

La presente investigación parte del reconocimiento de que, en el centro poblado de Compone, la autoconstrucción de viviendas de concreto armado surge como respuesta a la falta de acceso a vivienda formal, a la limitada presencia del Estado, al desconocimiento o incumplimiento de normativas técnicas y a la escasa supervisión profesional durante el proceso constructivo. Estas condiciones han dado lugar a edificaciones estructuralmente deficientes, construidas con materiales de baja calidad y sin criterios sismorresistentes, lo que incrementa significativamente su vulnerabilidad sísmica, especialmente en regiones activas como el Cinturón de Fuego del Pacífico. Como consecuencia, las familias se encuentran expuestas a graves riesgos estructurales y humanos ante eventos sísmicos, así como a condiciones precarias de habitabilidad e infraestructura urbana. Frente a este escenario, la presente tesis aporta una evaluación detallada del comportamiento sísmico de dichas viviendas mediante análisis no lineales tipo Pushover, aplicando los criterios establecidos en la Norma Técnica Peruana E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y en la norma ASCE/SEI 41-17. Esto permite identificar niveles de desempeño, deficiencias estructurales recurrentes y proponer lineamientos técnicos para la mitigación del riesgo sísmico, contribuyendo así al conocimiento aplicado y al desarrollo de estrategias orientadas a mejorar la seguridad estructural y la calidad de vida en contextos autoconstruidos.

En la actualidad, el diseño estructural de edificaciones medianas y altas en el Perú se rige por lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.030, la cual recomienda el uso de métodos de análisis estático lineal y análisis dinámico modal espectral. Estos procedimientos permiten estimar el comportamiento estructural frente a cargas sísmicas, pero únicamente dentro del rango elástico, es decir, antes de que los materiales experimenten deformaciones

permanentes. Asimismo, el diseño estructural se desarrolla bajo el enfoque de resistencia, según la NTP E.060, con el objetivo de que los esfuerzos no superen ciertos límites admisibles. Sin embargo, cuando ocurre un sismo de gran magnitud, muchas estructuras no responden de forma ideal y comienzan a presentar daños como deformaciones inelásticas, fisuras o incluso colapsos. Por ello, no basta con analizar la respuesta estructural en condiciones elásticas; también es fundamental comprender su comportamiento en el rango inelástico, bajo escenarios sísmicos reales. Para ello, es necesario recurrir a normativas internacionales especializadas como la ASCE/SEI 41-17 y el documento VISIÓN 2000 del SEAOC, que permiten evaluar el verdadero desempeño sísmico de una edificación existente. Estas herramientas resultan fundamentales en el análisis de viviendas que no fueron diseñadas con criterios sismorresistentes actualizados, como ocurre con muchas construcciones autoconstruidas presentes en distintas regiones del país. En este contexto, la presente investigación aplica un análisis no lineal tipo Pushover a viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone, provincia de Anta, departamento del Cusco, con el fin de identificar niveles de desempeño, evaluar su capacidad estructural ante sismos severos y proponer lineamientos técnicos orientados a la mejora de la seguridad sísmica.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone ante la acción de un sismo moderado, severo y muy raro?

1.2.2. Problemas Específicos

- **PE 01:** ¿Las derivas laterales y las irregularidades estructurales de las viviendas autoconstruidas en el centro poblado de Compone cumplen con los límites establecidos por la Norma E.030?

- **PE 02:** ¿Cuál es el comportamiento de la estructura de las viviendas autoconstruidas de concreto armado cuando sobrepase su capacidad elástica mediante el análisis estático no lineal *Pushover*?

- **PE 03:** ¿Cuál es la ubicación del punto de desempeño en la curva de capacidad obtenida a través del análisis no lineal *Pushover* según la normativa ASCE 41-17 en las viviendas autoconstruidas de concreto armado?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica

La creciente presencia de edificaciones autoconstruidas, muchas de ellas levantadas sin condiciones adecuadas de diseño ni ejecución, subraya la urgencia de realizar investigaciones más detalladas que permitan comprender su comportamiento estructural. Estos estudios son fundamentales para desarrollar estrategias que mejoren la seguridad estructural de las viviendas y fortalezcan la resiliencia de las comunidades frente a posibles eventos sísmicos. El análisis del desempeño sísmico se enmarca en el campo de la ingeniería sismorresistente, donde, mediante la modelación estructural, se busca determinar el comportamiento de una edificación ante distintas solicitaciones sísmicas. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado ubicadas en el centro poblado de Compone, las cuales, ante una determinada demanda sísmica, podrían alcanzar niveles de daño significativos o incluso colapsar, debido a sus condiciones constructivas deficientes.

1.3.2. Justificación Social

La investigación tiene un profundo impacto social, ya que busca contribuir a la seguridad de los habitantes del centro poblado de Compone. Esta zona, al igual que muchas regiones del país, es altamente susceptible a eventos sísmicos, por lo que evaluar el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas resulta fundamental para proteger la vida y el

bienestar de las familias. Al identificar las principales vulnerabilidades estructurales, será posible implementar medidas orientadas a minimizar el riesgo de colapso durante un sismo, salvaguardando así la integridad física de sus ocupantes.

Los beneficiarios directos de esta investigación son los pobladores del centro poblado de Compone, quienes contarán con un estudio estructural detallado que evaluará el cumplimiento de las derivas máximas de entrepiso conforme a la Norma Técnica Peruana E.030, así como el nivel de desempeño sísmico esperado frente a la acción de diferentes demandas sísmicas. Este análisis contribuirá a la prevención del colapso estructural y permitirá la adopción de decisiones informadas orientadas a mejorar la seguridad de las viviendas existentes.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

OG: Evaluar el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone ante la acción de un sismo moderado, severo y muy raro, de acuerdo con los criterios establecidos por el SEAOC VISIÓN 2000.

1.4.2. Objetivos Específicos

OE 01: Determinar si las derivas laterales y las irregularidades estructurales presentes en las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Centro Poblado de Compone cumplen con los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana E.030.

OE 02: Determinar la curva de capacidad de la estructura mediante el análisis estático no lineal *Pushover* de las viviendas autoconstruidas de concreto armado.

OE 03: Determinar el punto de desempeño en la curva de capacidad del análisis no lineal utilizando el método de coeficientes según la normativa ASCE 41-17 en las viviendas autoconstruidas de concreto armado.

1.5. Formulación de la Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

HG: Las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Centro Poblado de Compone cumplen con el objetivo básico de desempeño establecido por el SEAOC VISIÓN 2000 ante los tres niveles de intensidad sísmica: sismo moderado, sismo severo y sismo muy raro.

1.5.2. Hipótesis Especificas

- **HE 01:** Las viviendas autoconstruidas de concreto armado no cumplen con los límites de derivas establecidos por la norma sismorresistente E.030 y presentan irregularidades en planta y elevación.
- **HE 02**: Las curvas de capacidad obtenidas mediante el análisis estático no lineal *Pushover* indican que las viviendas autoconstruidas de concreto armado presentan un comportamiento estructural similar en ambas direcciones principales de análisis.
- **HE 03:** Al determinar los puntos de desempeño en las curvas de capacidad de las viviendas autoconstruidas de concreto armado aplicando el método de los coeficientes según la normativa ASCE 41-17, se observa que dichos puntos se ubican en la zona elástica ante sismos ocasionales, y en la zona plástica frente a sismos raros y muy raros.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. En el Ámbito Internacional

Moyano (2022), en su tesis de maestría titulada A*nálisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento de una edificación indispensable elaborando un análisis no lineal estático aplicando la metodología del ASCE/SEI 41-17*, tuvo como objetivo principal describir la aplicación de dicha metodología en una edificación esencial ubicada en la ciudad de Pasto, Colombia. La estructura fue seleccionada a partir de una muestra de 21 edificaciones, previamente evaluadas mediante los lineamientos de los manuales FEMA P-154 y FEMA P-155. A través del uso del análisis estático no lineal incremental, se logró estimar la capacidad máxima del sistema de disipación de energía del edificio, lo cual permitió definir su nivel de resistencia estructural.

Como parte del estudio, se identificó la mejor alternativa de reforzamiento que permitiera alcanzar el objetivo de desempeño sísmico planteado, respaldando la propuesta de incorporar la metodología ASCE/SEI 41-17 en la legislación colombiana sin comprometer los requerimientos del Reglamento NSR-10. El análisis de la estructura sin reforzamiento reveló que las principales deficiencias se encontraban en la dirección X, debido a una distribución desfavorable de masas con respecto a la dirección Y. Las derivas laterales superaron los límites establecidos por la norma AIS 610-EP17 (2017), la cual indica una deriva máxima del 0,5 % (equivalente a 3,7 cm); no obstante, el modelo estructural arrojó derivas de aproximadamente 4,0 % (6,6 cm). Finalmente, tras aplicar el reforzamiento propuesto y evaluar la estructura conforme a la norma ASCE/SEI 41-17 (2018), se determinó que el nivel de desempeño alcanzado correspondía a “ocupación inmediata”, lo cual resulta coherente con la clasificación del edificio como una edificación educativa del Grupo de Uso III.

2.1.2. En el Ámbito Nacional

Meza y Romero (2023), en su tesis de pregrado *Desempeño sísmico de la tipología estructural predominante en viviendas informales del Sector 05 de Huamachuco – 2022,* tuvieron como objetivo calcular el nivel de desempeño sísmico del tipo que predomina de vivienda predominante en la ciudad de Huamachuco, se realizó una investigación descriptiva (no experimental) atreves de un análisis en su tesis de pregrado titulada Desempeño sísmico de la tipología estructural predominante en viviendas informales del Sector 05 de Huamachuco – 2022, desarrollaron una investigación descriptiva con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, cuyo objetivo fue determinar el nivel de desempeño sísmico de la tipología estructural predominante en dicho sector. Para ello, se recopilaron datos mediante observación directa, entrevistas a residentes, encuestas estructurales y formularios técnicos. La muestra consistió en 17 viviendas unifamiliares de dos niveles construidas con pórticos de concreto armado.

Se aplicó el análisis estático no lineal tipo Pushover, utilizando el software ETABS, a fin de estimar la capacidad de resistencia, definir el punto de fluencia y clasificar el nivel de desempeño sísmico conforme a los criterios establecidos por VISIÓN 2000. Los resultados revelaron que, ante un sismo de nivel común, el 18 % de las viviendas colapsaría; frente a un sismo ocasional, el 24 % alcanzaría el nivel de colapso; en un evento excepcional, el 94 % presentaría colapso estructural; y ante un sismo muy raro, el 100 % de las viviendas colapsaría. Este estudio concluye que las edificaciones informales analizadas no cumplen con los criterios mínimos del diseño sismorresistente orientado a la protección de la vida, lo que evidencia una alta vulnerabilidad estructural frente a amenazas sísmicas severas.

Quispe (2024), en su tesis de pregrado titulada *Estimación del desempeño sísmico mediante análisis no lineal de una vivienda convencional en la ciudad de Tacna*, tuvo como objetivo determinar el nivel de desempeño sísmico de una vivienda unifamiliar de dos niveles, mediante el uso del software ETABS y el método no lineal del Espectro de Curva de Capacidad (ATC-40). La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño descriptivo, y la

recolección de datos se realizó a través de la inspección in situ de los elementos estructurales, así como la revisión de planos arquitectónicos y estructurales.

Para establecer el punto de desempeño estructural frente a distintas demandas sísmicas, se aplicó el análisis estático no lineal, evaluando si se cumplían los objetivos de rendimiento definidos por el documento SEAOC VISIÓN 2000. Los resultados indicaron que, en la dirección X (corta), la edificación no alcanzó el nivel de Seguridad de Vida ante un Terremoto de Diseño (TD) con un período de retorno de 450 años, alcanzando en cambio el nivel de colapso. En la dirección Y (larga), se logró el nivel de Ocupación Inmediata frente al mismo evento, con un desplazamiento de 1/710. Se concluyó que la tipología estructural evaluada, correspondiente a una vivienda tipo Blocker II construida tradicionalmente con ladrillos, no satisface los objetivos mínimos de desempeño establecidos por SEAOC, lo que evidencia una alta vulnerabilidad sísmica en este tipo de edificaciones informales.

2.1.3. En el Ámbito Local

Pastor y Huillca (2024), en su tesis de pregrado titulada *Determinación del desempeño sismo resistente de la edificación de seguridad ciudadana del distrito de San Sebastián aplicando el método de espectro capacidad*, tuvieron como objetivo determinar el nivel de desempeño sísmico de una edificación esencial ubicada en el distrito de San Sebastián, aplicando el método del Espectro de Capacidad. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, nivel descriptivo y método hipotético-deductivo. La población y la muestra estuvieron constituidas por todos los elementos estructurales del edificio y las cargas asociadas a sus distintos ambientes funcionales. La información estructural fue recopilada a partir del expediente técnico y mediante formularios especializados, siendo procesada en el software ETABS.

Los resultados evidenciaron la presencia de irregularidades torsionales en ambas direcciones principales (X-X y Y-Y), aunque las derivas de entrepiso se encontraron dentro de los límites permitidos por la Norma Técnica Peruana E.030. En la dirección X, la edificación

alcanzó una fuerza cortante máxima de 908,55 tonf y un desplazamiento de 10,89 cm; mientras que en la dirección Y, se registró una fuerza cortante máxima de 864,92 tonf y un desplazamiento de 20,86 cm. Frente a un sismo con un período de retorno de 475 años, la estructura alcanzó el nivel de desempeño de Prevención de Colapso en la dirección X y Seguridad de Vida en la dirección Y. Sin embargo, considerando que se trata de una edificación clasificada como instalación esencial, los resultados indican que no se cumple el objetivo de desempeño requerido para dicha categoría, pese a que la estructura cumple con los criterios establecidos en la norma E.030.

Mendoza y Rivera (2020), en su tesis de pregrado titulada *Evaluación del desempeño sismorresistente de la edificación de aulas generales de la Universidad Andina del Cusco, aplicando el método de análisis estático no lineal (Pushover)*, tuvieron como objetivo determinar el nivel de desempeño sísmico de dicha infraestructura educativa, ubicada en el campus de la Universidad Andina del Cusco. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y con método hipotético-deductivo. La muestra correspondió a la edificación de aulas generales, utilizándose como fuente de información el expediente técnico (planos y memoria de cálculo), así como la verificación in situ de los elementos estructurales.

Inicialmente, se aplicó un análisis estático lineal conforme a la Norma Técnica Peruana E.030, mediante el cual se identificaron el sistema estructural, las irregularidades, los cortantes basales y los desplazamientos máximos. Posteriormente, se realizó un análisis estático no lineal tipo Pushover, siguiendo las recomendaciones de la norma ASCE/SEI 41-13. En la dirección X-X, se registró la formación de la primera rótula plástica en una viga con un desplazamiento inicial de 0.037 m y un cortante basal de 2058.38 ton; el desplazamiento máximo alcanzó 43 cm con una carga basal de 4407.73 ton. En la dirección Y-Y, la primera rótula apareció con un desplazamiento de 0.549 m y una carga de 3457.79 ton, mientras que el desplazamiento máximo fue de 94.21 cm con una carga base de 3966.71 ton, considerando un período de retorno de 475 años.

Los resultados evidenciaron que, en la dirección X-X, la estructura alcanzó un nivel de desempeño de ocupación inmediata para un sismo de servicio y seguridad de vida ante un sismo de diseño, manteniendo este último nivel incluso frente a un sismo máximo. En la dirección Y-Y, se observó un desempeño de ocupación inmediata tanto para sismos de servicio como de diseño; sin embargo, frente a un sismo máximo se identificó un posible inicio de colapso progresivo, lo que evidencia ciertas limitaciones estructurales bajo demandas extremas.

2.2. Bases Teóricas

En esta sección fundamental se presentan los conceptos fundamentales que orientan el desarrollo estructurado de la presente investigación, permitiendo una base teórica y coherente de acuerdo a los objetivos planteados.

2.2.1. Desempeño sísmico:

El desempeño sísmico de una estructura corresponde a una descripción cualitativa que se fundamenta en criterios de evaluación asociados a diferentes niveles de confiabilidad estructural, luego de la acción de una solicitación sísmica. Este enfoque permite analizar el estado límite de los elementos estructurales con el propósito de verificar que la edificación no alcance niveles de daño inaceptables o colapsos no deseados.

La evaluación del desempeño sísmico se desarrolla en varias etapas. En primer lugar, se selecciona el nivel de desempeño esperado para la edificación, según la matriz de desempeño propuesta por el Structural Engineers Association of California – SEAOC (1995), la cual clasifica los edificios en función de su categoría: comunes, esenciales y de seguridad crítica. Luego, se define el nivel de demanda sísmica a evaluar, como puede ser un sismo ocasional, severo o muy raro. Posteriormente, se realiza un análisis estructural no lineal, a fin de estimar el desplazamiento objetivo de la estructura ante la acción sísmica. Finalmente, se compara dicho desplazamiento con los umbrales establecidos para verificar si la estructura cumple, no cumple o supera el nivel de desempeño esperado.

Según SEAOC (1995), los niveles de desempeño estructural se clasifican en: completamente funcional, funcional, resguardo de vida, cercano al colapso y colapso total. Esta metodología ha sido aplicada en diversos estudios técnicos en América Latina, y constituye una herramienta clave para la evaluación del riesgo sísmico y la toma de decisiones en materia de mitigación (Yepes-Estrada et al., 2016).

2.2.1.1. Niveles de Desempeño

Diversos códigos normativos que adoptan el enfoque del diseño sísmico basado en el desempeño establecen niveles de desempeño o estados límite de daño, los cuales consideran la interacción entre afectaciones estructurales y no estructurales, el nivel de riesgo para la vida humana, la continuidad funcional de los servicios esenciales, y la importancia o función social del edificio en su entorno urbano.

Según SEAOC (1995), a través del documento VISIÓN 2000, se definen distintos niveles de desempeño sísmico que permiten clasificar el comportamiento esperado de una edificación ante distintos niveles de demanda sísmica.

Tabla 1

Niveles de desempeño según SEAOC VISIÓN 2000

Según Comité SEAOC VISIÓN 2000		
Niveles De Desempeño		
Completamente Funcional	La edificación permanece sin daños estructurales o no estructurales apreciables, conservando su capacidad funcional sin restricciones.	No requiere reparaciones
Funcional	Se presentan daños leves a moderados en elementos no estructurales, y existe una baja probabilidad de afectación menor en elementos estructurales.	La estructura mantiene su uso funcional; se pueden requerir intervenciones menores.

Resguardo De Vida	Se evidencia una pérdida significativa de la rigidez lateral, junto con daños moderados tanto en elementos estructurales como no estructurales.	Es necesario evaluar el grado de funcionalidad remanente; la reparación debe estar técnicamente sustentada.
Cerca Al Colapso	La rigidez lateral se ha visto comprometida de forma severa o prácticamente eliminada, lo que deja la estructura en una condición inestable.	La reparación estructural, en general, no es viable desde el punto de vista técnico ni económico.
Colapso	La edificación sufre un colapso parcial o total, resultando en la pérdida completa de la capacidad resistente del sistema estructural.	No es posible llevar a cabo ninguna reparación; se requiere demolición o reconstrucción.

Nota. Adaptado de SEAOC VISIÓN 2000.

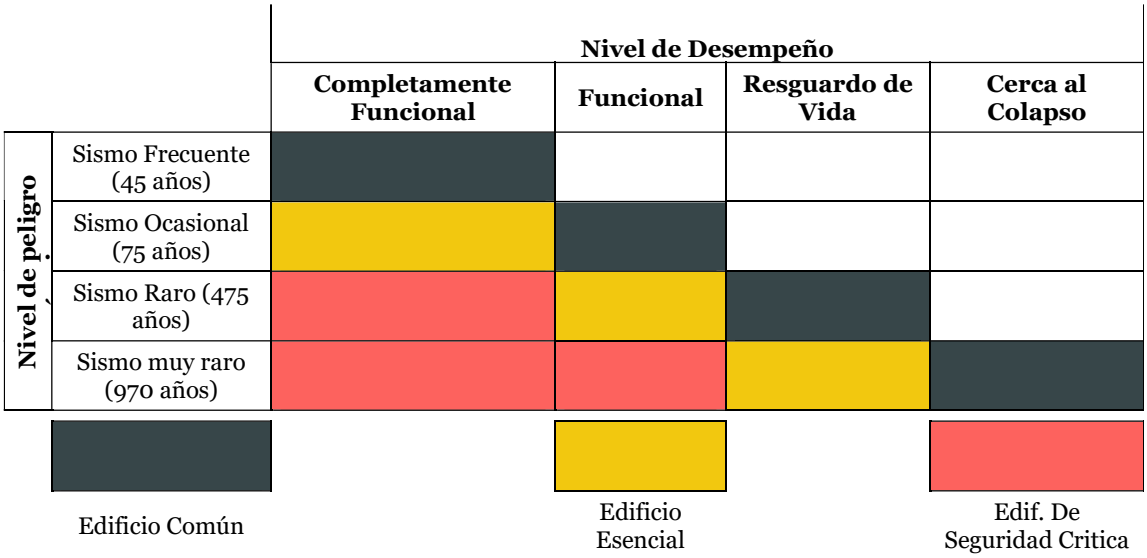
2.2.1.2. Objetivo del Desempeño Dado por el Comité VISIÓN 2000

El objetivo del desempeño sísmico es determinar el nivel de daño que se busca alcanzar en un edificio para una amenaza sísmica particular, y se encuentra en función de un nivel de desempeño estructural y no estructural y una determinada demanda sísmica. Un objetivo de desempeño puede incluir varios niveles de comportamiento del edificio para varios niveles de demanda sísmica y de esta manera se llama objetivos de rendimiento dual (Tunque Arias y Colos Ccallme, 2020).

Según el documento VISIÓN 2000 del SEAOC (1995), las edificaciones se clasifican en tres categorías principales: edificios comunes, edificios esenciales y edificios de seguridad crítica. Esta clasificación permite establecer el nivel mínimo de desempeño sísmico que debe alcanzarse para cada tipo de edificación, en función del nivel de amenaza sísmica considerado en la evaluación. A partir de esta categorización, se puede aplicar una matriz de desempeño que relaciona el uso y la importancia del edificio con la intensidad sísmica esperada, sirviendo como guía técnica para el diseño y la evaluación estructural.

Figura 1

Matriz de desempeño para edificios comunes, esenciales y de seguridad critica.



Nota. Adaptado de *La ingeniería sismorresistente* (Muñoz Peláez, 2009)

2.2.1.3. Determinación del Punto de Desempeño Sísmico Según el ASCE/SEI 41-17

Para evaluar el desempeño, el ASCE/SEI 41-17 (2017) propone el uso del método de coeficientes, que consiste en calcular el desplazamiento objetivo como respuesta en función de los coeficientes que se muestran en la en la Ecuación 2.1.

$$\boldsymbol{\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}} \qquad (2.1)$$

Donde:

C_0= Factor de modificación para relacionar el desplazamiento de un SDOF (Single-Degree-of-Freedom Linear Oscillator) al desplazamiento de un MDOF (Multi Degrees of Freedom Systems), como se muestra en la Tabla 2.

T*abla 2*

Valores del factor de modificación Co

Número de pisos	Edificios de corte		Otro edificio
	Patrón triangular	**Patrón uniforme**	**Otro patrón de cargas**
1	1	1	1
2	1.2	1.15	1.2
3	1.2	1.2	1.3
5	1.3	1.2	1.4
+10	1.3	1.2	1.5

Nota. Adaptado de *Standard ASCE/SEI 41-17* (ASCE/SEI 41-17, 2017)

C_1= Factor que relaciona el máximo desplazamiento inelástico con la respuesta elástica lineal con la Ecuación 2.2. Para periodos menores a 0.2 segundos, se tomará el valor de T= 0.2 segundos. Para periodos mayores a 1 segundo, C1 = 1.

$$\mathbf{C_1} = \mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{\mu}_{\text{strength}} - \mathbf{1}}{\boldsymbol{a}\boldsymbol{T_e}^2} \quad (\mathbf{2.2})$$

$$\boldsymbol{\mu}_{\text{strength}} = \frac{\boldsymbol{S}_{\text{a}}}{\frac{\boldsymbol{V_y}}{\boldsymbol{W}}} * \boldsymbol{C_m} \quad (\mathbf{2.3})$$

$$\boldsymbol{T}_{\text{e}} = \boldsymbol{T_i} * \sqrt{\frac{\boldsymbol{K_i}}{\boldsymbol{K_e}}} \quad (\mathbf{2.4})$$

Donde:

$\mu_{strength}$ = Coeficiente que representa la relación entre la cortante de demanda elástica y la cortante de fluencia. Ver Ecuación 2.3.

a = Factor de clase de sitio = 90 para clase de sitio C. (Clase de sitio similar a suelos intermedios S2 de normativa E.030).

T_e = Periodo fundamental efectivo de la estructura en la dirección de análisis en segundos. Ver Ecuación 2.4.

S_a = Aceleración del espectro de respuesta en el periodo efectivo fundamental del

edificio en la dirección en consideración.

g = Aceleración de la gravedad.

T_i = Periodo elástico fundamental en la dirección en consideración, calculado en un análisis dinámico lineal.

K_i = Rigidez lateral elástica del edificio en la dirección en consideración.

K_e = Rigidez lateral efectiva del edificio en la dirección en consideración.

V_y = Cortante de fluencia efectiva en la dirección en consideración de la curva idealizada.

fuerza-desplazamiento. Siendo siempre menor a la cortante basal máxima.

W = Peso sísmico efectivo (carga muerta más un porcentaje de carga viva).

C_m = Factor de masa efectiva; se calcula mediante la Tabla 3. C_m puede ser considerado 1 si el periodo fundamental es mayor a un segundo.

Se debe tener en cuenta que la rigidez lateral efectiva Ke se asumirá como la rigidez secante a la corte basal al 60% de la cortante de fluencia efectiva de la estructura. Y la rigidez lateral elástica Ki se estimará como la rigidez calculada después de un análisis dinámico elástico. Ver figura 02.

Tabla 3

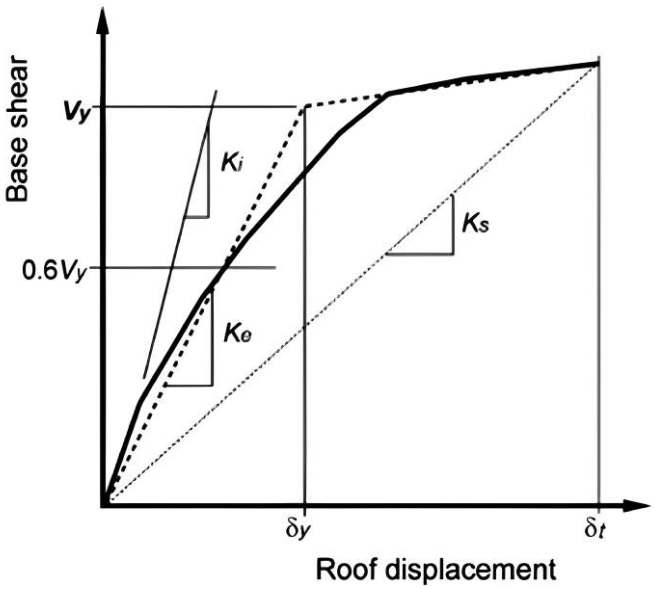
Valores para el factor de masa efectiva Cm

Número de pisos	Pórticos de concreto	Muros de corte de concreto	Pórticos de acero
1 – 2	1	1	1
3 o más	0.9	0.8	0.9

Nota. Adaptado de *Standard ASCE/SEI 41-17* (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 2

Curva idealizada fuerza-desplazamiento



Nota. Adaptado de (ASCE/SEI 41-17, 2017)

C_2 = Factor de modificación para presentar el efecto de histéresis, degradación de rigidez cíclica y deterioro de la fuerza en el máximo desplazamiento, C2 es calculado por la Ecuación 2.5. Para periodos mayores que 0.7 segundos, C2 = 1.

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} * \left(\frac{\mu_{\text{strength}} - 1}{T_e{}^2} \right)^2 \qquad (2.5)$$

2.2.1.4. Cálculo del Desempeño Según VISIÓN 2000.

El cálculo del desempeño estructural implica evaluar el estado de daño dentro de la estructura. Para este fin, el documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), establece cuatro niveles de desempeño sísmico: funcional, resguardo de la vida, cerca al colapso y colapso total. Cada uno de estos niveles se asocia con una descripción aproximada del daño estructural esperado, tal como se detalla en la Tabla 04. Asimismo, la Figura 03 presenta una representación gráfica esquemática de dichos estados de daño.

Tabla 4

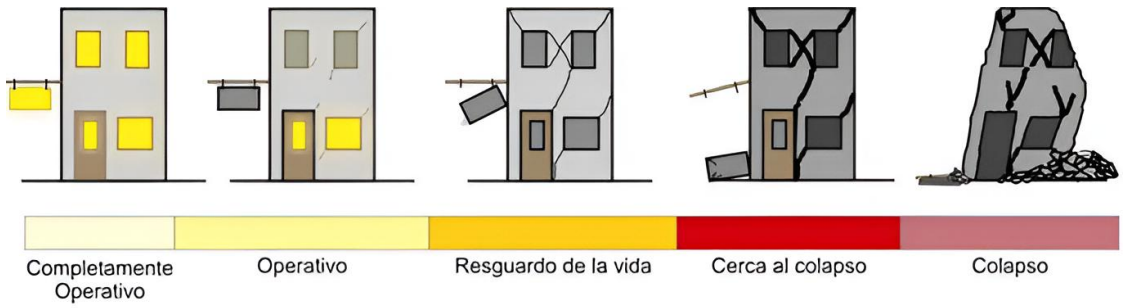
Niveles de desempeño según VISIÓN 2000

Nivel de Desempeño	**Descripción Técnica del Comportamiento Estructural y Funcional**
Completamente Funcional	La estructura no presenta daños visibles. Conserva íntegramente su rigidez y capacidad resistente. Las instalaciones, equipos y servicios continúan operando sin interrupciones. No se requiere intervención ni reparación posterior al evento sísmico.
Funcional	Se identifican daños menores en componentes no estructurales, sin comprometer la seguridad de los ocupantes. Los elementos estructurales pueden presentar afectaciones leves, pero sin pérdida significativa de resistencia o rigidez. Las instalaciones pueden experimentar interrupciones parciales, fácilmente restaurables.
Resguardo de la Vida	Se observa daño estructural y no estructural de nivel moderado. La edificación experimenta una disminución importante en su rigidez y resistencia, aunque mantiene un margen aceptable frente al colapso. El riesgo de fallas generalizadas es bajo. Las rutas de evacuación permanecen operativas, aunque elementos como ascensores pueden quedar fuera de servicio. La reparación estructural es viable, aunque puede no ser económicamente justificable.
Cercano al Colapso	La estructura presenta daños severos y generalizados, con una reducción crítica de su capacidad para resistir fuerzas laterales y cargas gravitacionales. Elementos no estructurales pueden haber colapsado o estar en riesgo de hacerlo. Aunque la estructura aún no ha colapsado, el margen de seguridad es mínimo. La rehabilitación suele ser técnicamente compleja o financieramente inviable. La ocurrencia de réplicas podría inducir el colapso total.
Colapso	La edificación pierde su capacidad resistente frente a acciones sísmicas y gravitacionales. Se presentan inestabilidad global, desplazamientos excesivos y pérdida de verticalidad. El colapso, ya sea parcial o total, impide cualquier posibilidad de reparación estructural.

Nota. Adaptado de *La ingeniería sismorresistente* (Muñoz Peláez , 2009).

Figura 3

Representación gráfica aproximada de cada estado de daño.



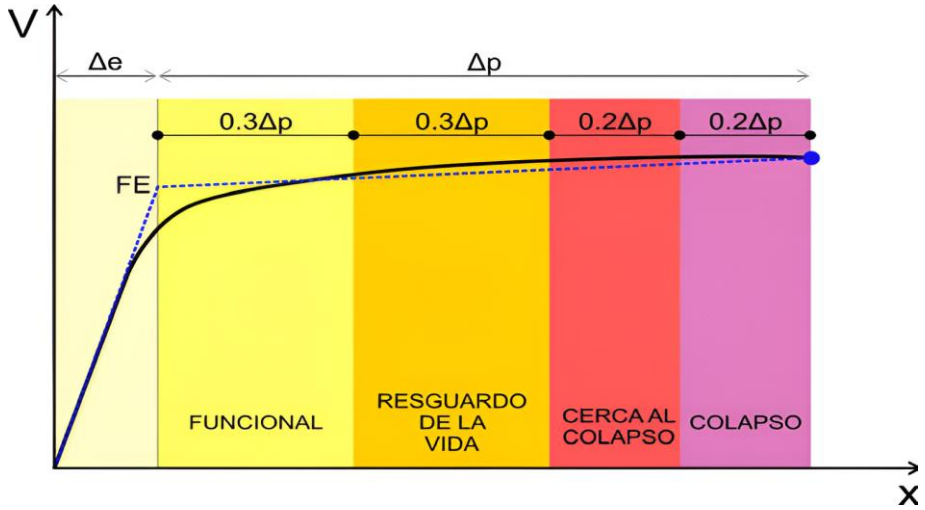
Nota. Adaptado de Muñoz Peláez (2009).

Se acepta ampliamente que el objetivo de los códigos sismorresistentes es contar con un desempeño de resguardo de vida frente al sismo de diseño del código, aunque este nivel de desempeño permite la reparación estructural, no siempre es económicamente recomendable. Algunos estudios sugieren que este nivel conlleva altos costos de reparación. Por otro lado, este nivel permite resistir replicas a pesar de una moderada disminución de resistencia y rigidez en la estructura, así como soporta cargas gravitacionales, asegurando que no produzca perdidas de vida. (FEMA, 1997).

Para realizar el cálculo del rendimiento estructural, VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995) propone segmentar una curva bilineal a partir del fin de la fase elástica, dividiéndola en tramos correspondientes a 0.3Δp, 0.3Δp, 0.2Δp y 0.2Δp, donde Δp representa el desplazamiento no lineal total de la estructura. Estos segmentos corresponden, en orden, a los niveles de desempeño funcional u ocupación inmediata, resguardo de vida, cerca al colapso y colapso total, como se ilustra en la Figura 04.

Figura 4

Sectorización de la curva de capacidad para el cálculo de desempeño según VISIÓN 2000



Nota. Adaptado de *La ingeniería sismorresistente* (Muñoz Peláez, 2009)

2.2.1.5. Análisis Sísmico Lineal Según Norma E.030

2.2.1.5.1. Aspectos Generales

La Norma Técnica Peruana E.030 (2018), correspondiente al diseño sismorresistente, establece los límites mínimos de fuerza cortante basal y derivas laterales que una estructura debe resistir para alcanzar un desempeño aceptable. Esta norma propone un análisis estructural lineal, lo que implica que la respuesta de la edificación se evalúa bajo el supuesto de comportamiento elástico. Sin embargo, este enfoque no permite representar con precisión la respuesta real de la estructura ante solicitaciones sísmicas severas, ya que, en la práctica, las edificaciones tienden a experimentar comportamientos no lineales. Para estimar los desplazamientos estructurales en este contexto, la norma E.030 (2018) recomienda el uso de factores modificadores que permiten aproximar la demanda sísmica esperada en términos de deformación.

2.2.1.5.2. Definición de los Materiales

La Norma Técnica Peruana E.060 (2009), referida al diseño de estructuras de concreto armado, establece las propiedades mecánicas lineales del material, entre ellas el módulo de elasticidad o módulo de Young, denotado como *E*. Este parámetro se define como la relación

entre el esfuerzo normal o esfuerzo de fluencia ($\sigma fluencia$), y la deformación unitaria en fluencia correspondiente ($\varepsilon fluencia$), como se evidencia en la ecuación 2.6, para los esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.

$$\mathbf{E} = \frac{\boldsymbol{\sigma_{fluencia}}}{\boldsymbol{\varepsilon_{fluencia}}} \qquad (\mathbf{2.6})$$

La Norma Técnica Peruana E.060 (2009), correspondiente al diseño de estructuras de concreto armado, establece una expresión empírica para determinar el módulo de elasticidad del concreto, según la ecuación 2.7 en kg/cm2, donde f'c representa la resistencia característica a compresión axial del concreto en kg/cm2.

$$\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{\boldsymbol{f'c}} \qquad (\mathbf{2.7})$$

La Norma Técnica Peruana E.060 (2009), de concreto armado, en el artículo 8.5.5 para el acero de refuerzo no pre esforzado menciona un valor de esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm2 y una deformación unitaria de 0.0021, con estos valores, se obtiene que la relación entre el límite de fluencia y la deformación unitaria es igual a 2000000 kg/cm2, como se observa en la ecuación 2.8.

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{4200}}{\mathbf{0.0021}} = \mathbf{2000000}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{cm2}} \qquad (\mathbf{2.8})$$

2.2.1.5.3. Definición de Cargas

Para la definición de las cargas en el modelo estructural, se considera lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 (2006), referida a cargas. Esta norma permite determinar la carga muerta a partir del peso propio de los materiales empleados en la construcción, así como la carga viva, en función del uso u ocupación de cada ambiente de la edificación. Las cargas respectivas se definen de acuerdo con lo especificado en las Tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5

Carga muerta para losas aligeradas en una sola dirección de concreto armado según norma E.020

Con vigueta de 0.10m de ancho y 0.40m entre ejes / **Espesor del aligerado (m)**	**Espesor de losa superior en metros**	**Peso propio KPa (Kgf/m2)**
0.17	0.05	2.8 (280)
0.20	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.30	0.05	4.2 (420)

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.020: Cargas* (E.020, 2006).

Tabla 6

Pesos unitarios para las cargas muertas a considerar según la norma E.020

Materiales	**Peso KN/m3 (Kgf/m3)**
Albañilería de:	
Unidades de arcilla cocida huecas	13.5 (1350) kgf/m2
Concreto simple de:	
Grava	23.0 (2300)
Concreto armado	Añadir 1.0 (100) al peso del concreto simple
Enlucido o revoque de:	
Mortero de cemento	20.0 (2000)
Mortero de cal y cemento	18.5 (1850)
Yeso	10.0 (1000)

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.020: Cargas* (E.020, 2006).

A partir del uso del espacio de la estructura se define la carga viva, de acuerdo a la norma (E.020, 2006), como se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7

Carga viva a considerar según Norma (E.020, 2006).

Ocupación o uso	Cargas repartidas KPa (Kgf/m2)
Viviendas	2.0 (200)
Corredores y escaleras	2.0 (200)
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Azotea	1.0 (100)

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana E.020: Cargas* (E.020, 2006).

Para la definición del peso sísmico en el análisis estructural, el artículo 26 de la Norma Técnica Peruana E.030 (2019), referente al diseño sismorresistente, establece que, en edificaciones clasificadas como categoría C, debe considerarse el 100 % de las cargas muertas de toda la edificación, además del 25 % de la carga viva correspondiente a cada entrepiso y el 25 % de la carga viva de la azotea. Esta combinación representa el peso sísmico total que debe utilizarse en el análisis, y busca reflejar razonablemente las masas efectivas movilizadas durante un evento sísmico.

2.2.1.5.4. Definición de los Parámetros Sísmicos

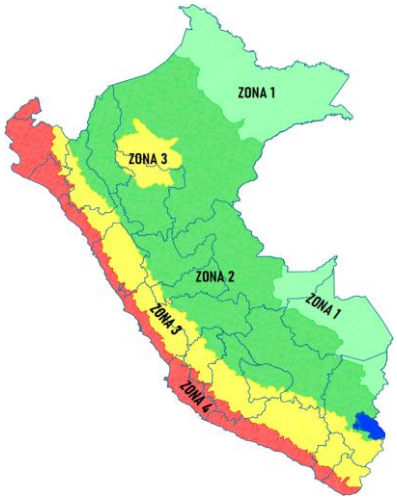
La magnitud de los sismos en el Perú no es uniforme a lo largo del territorio nacional, debido a la diversidad de factores geográficos y geotécnicos que influyen en la intensidad con la que se perciben los eventos sísmicos. Por esta razón, la Norma Técnica Peruana E.030 (2019), referida al diseño sismorresistente, establece una serie de parámetros sísmicos que deben considerarse en el análisis estructural. Entre ellos se encuentran: el factor de zona sísmica, los parámetros de sitio, el factor de amplificación sísmica, la categoría de la edificación y el factor de uso. Estos parámetros permiten adaptar el diseño estructural a las condiciones específicas del lugar, garantizando así un comportamiento adecuado frente a los diferentes niveles de amenaza sísmica.

a) Factor de Zona Sísmica

La Norma Técnica Peruana E.030 (2019), en su artículo 10.1, establece la división del territorio nacional en cuatro zonas sísmicas, basándose en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos, la atenuación de la energía con la distancia epicentral y la información neotectónica. A cada zona se le asigna un factor de zona sísmica Z, definido como la aceleración máxima horizontal esperada en un suelo rígido con una probabilidad del 10 % de ser excedida en un periodo de 50 años, expresado como fracción de la aceleración de la gravedad. Este factor es fundamental para determinar el coeficiente sísmico de diseño y, por tanto, influye directamente en las acciones sísmicas que deben considerarse en las edificaciones. Las zonas con mayor peligrosidad, como la costa peruana, presentan valores más elevados de Z, mientras que las zonas con menor amenaza sísmica, como la selva, tienen valores reducidos. Esta zonificación permite adaptar el diseño estructural a la realidad sísmica local, asegurando un comportamiento adecuado de las edificaciones frente a futuros eventos sísmicos.

Figura 5

Zonas sísmicas en el territorio peruano



Nota. Adaptado de *Norma peruana de diseño sismorresistente* (E.030, 2019).

Tabla 8

Factores de zona

Zona	Z
4	0.45 g
3	0.35 g
2	0.25 g
1	0.10 g

Nota. Adaptado de *Norma peruana de diseño sismorresistente* (E.030, 2019).

b) Parámetros de Sitio (S, TP, TL).

En el territorio peruano existen diversos tipos de suelo, por lo que la Norma Técnica Peruana E.030 clasifica los perfiles de suelo según la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (Vs). Para suelos granulares, se considera el promedio ponderado del número de golpes normalizado [N60] obtenido mediante el ensayo de penetración estándar (SPT), y para suelos cohesivos, el promedio ponderado de la resistencia al corte no drenada (Su). A partir de esta clasificación, se determina el factor de suelo "S" (ver Tabla 09), así como los periodos característicos TP y TL, según lo establecido en la Tabla 10.

Tabla 9

Factor del suelo de acorde al perfil del suelo y factor de zona

	Factor de Suelo "S"			
Zona \ 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

Nota. Adaptado de *Norma peruana sismorresistente* (E.030, 2019).

Tabla 10

Periodos "T_P" y "T_L" según perfil del suelo

Periodos "T_P" y "T_L"				
	Perfil del Suelo			
	S0	**S1**	**S2**	**S3**
T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Adaptado de *Norma peruana sismorresistente* (E.030, 2019).

c) Factor de Amplificación Sísmica

La Norma Técnica Peruana E.030 establece el factor de amplificación sísmica "C", el cual se interpreta como el coeficiente que representa la amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

El factor de amplificación sísmica se determina de acuerdo a las características de sitio Tp y TL, por las siguientes expresiones.

$$\mathbf{T} < \boldsymbol{T_P} \qquad \boldsymbol{C} = \mathbf{2.5}$$

$$\boldsymbol{T_P} < \boldsymbol{T} < \boldsymbol{T_L} \qquad \boldsymbol{C} = \mathbf{2.5} * \left(\frac{\boldsymbol{T_P}}{\boldsymbol{T}}\right)$$

$$\boldsymbol{T} > \boldsymbol{T_L} \qquad \boldsymbol{C} = \mathbf{2.5} * \left(\frac{\boldsymbol{T_P}\boldsymbol{-}\boldsymbol{T_L}}{\boldsymbol{T}}\right)$$

Donde T es el periodo fundamental de la estructura.

d) Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

La Norma Técnica Peruana E.030 establece que la amplificación de la demanda sísmica depende de la categoría de la edificación. Las edificaciones de uso público o aquellas que deben permanecer operativas tras un evento sísmico requieren una mayor amplificación. Por ello, la norma clasifica las edificaciones en cuatro tipos: esenciales, importantes, comunes y temporales, asignando factores de amplificación sísmica de 1.5, 1.3, 1.0 y un valor determinado a criterio del proyectista, respectivamente, como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11

Clasificación de la categoría de las edificaciones y su factor de uso según la norma (E.030, 2019)

Categoría de las edificaciones y factor de uso "U"		
Categoría	**Descripción**	**Factor U**
A Edificaciones Esenciales	A1: Incluye establecimientos del sector salud, tanto públicos como privados, clasificados en segundo y tercer nivel según las normativas del Ministerio de Salud. A2: Comprende edificaciones fundamentales para la gestión de emergencias, el funcionamiento gubernamental y aquellas que pueden servir como refugio tras un desastre. Dentro de esta categoría se consideran: Establecimientos de salud fuera de la categoría A1. Infraestructura crítica como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas de transporte masivo, locales municipales y centros de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de fuerzas armadas y policiales. Instalaciones para generación y distribución eléctrica, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Instituciones educativas superiores, institutos tecnológicos y universidades. Edificaciones con riesgo potencial adicional en caso de colapso, como fábricas, grandes hornos y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenan información o archivos esenciales del Estado.	Ver nota 2 1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones destinadas a la concentración de grandes grupos de personas, tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de transporte terrestre y establecimientos penitenciarios. También se incluyen museos, bibliotecas y depósitos estratégicos para el almacenamiento de granos y otros recursos vitales.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones de uso general, como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes y depósitos o instalaciones industriales cuya posible falla no representa riesgos adicionales significativos, como incendios o fugas de sustancias peligrosas.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisiónales, tales como depósitos temporales, casetas y edificaciones de carácter transitorio.	Ver nota 3

Nota 1. Adaptado de *Norma peruana sismorresistente* (E.030, 2019).

Nota 2. La norma E.030 (2019) indica Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5 (pág. 13).

Nota 3. La norma E.030 (2019) indica *En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista* (pág. 13).

e) Sistemas Estructurales de Concreto Armado

La norma (E.030, 2019), clasifica a las estructuras de concreto armado en 4 tipos de acuerdo a la fuerza cortante que actúa en la base de la estructura:

i. Sistema de pórticos: Donde por lo menos el 80% de la fuerza cortante actúa en la base de las columnas de los pórticos del sistema estructural.

ii. Sistema de muros estructurales: Donde por lo menos el 70% de la fuerza cortante actúa en la base de los muros estructurales del sistema estructural.

iii. Sistema dual: Donde la fuerza cortante que toman los muros en la base de la estructura es mayor que 20% y menor que el 70%.

iv. Sistema de edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL): Donde en el sistema estructural la resistencia sísmica y de las cargas de gravedad está dada por muros de espesores reducidos de concreto armado.

f) Coeficientes Básicos de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

Los coeficientes básicos de reducción son aquellos que se aplican en particular a las estructuras en donde los elementos verticales y horizontales que conforman la estructura permitan disipar la energía sísmica, garantizando la estabilidad de la estructura. (E.030, 2019). La norma (E.030, 2019), determina el coeficiente básico de reducción de acuerdo al tipo de sistema estructural el cual se clasifica según el sistema de estructuración

sismorresistente en cada dirección del análisis sísmico y según los materiales usados en los componentes estructurales de la estructura, esta clasificación se muestra en la siguiente tabla 03.

Tabla 12

Clasificación de los coeficientes básicos de reducción de acorde a la norma (E.030, 2019)

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	**Coeficiente Básico de Reducción Ro**
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3

Nota. Adaptado de *Norma peruana sismorresistente* (E.030, 2019).

g) Factores de Irregularidad.

La norma (E.030, 2019) determina dos tipos de factores de irregularidad; factor de irregularidad en altura que corresponde a la existencia de las irregularidades estructurales en altura en las direcciones X y Y del análisis sísmico de acorde la tabla N° 08 de la norma (E.030, 2019) y el factor de irregularidad en planta que corresponde a la existencia de las irregularidades en planta en las direcciones X y Y del análisis sísmico de acorde la tabla N° 09 de la norma peruana sismorresistente (E.030, 2019).

Si se presenta las irregularidades en la estructura, el coeficiente básico de reducción disminuye y producto a ello, las fuerzas sísmicas del análisis se amplifican. Donde el nuevo coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas R se determina como el producto del coeficiente básico de reducción R0 con los factores de irregularidad en altura y/o planta como se muestra en la ecuación 2.9.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p} \qquad (\mathbf{2.9})$$

Donde:

R0: Coeficiente básico de reducción.

Ia: Irregularidad en altura.

Ip: Irregularidad en planta.

2.2.1.5.5. Análisis Modal Espectral

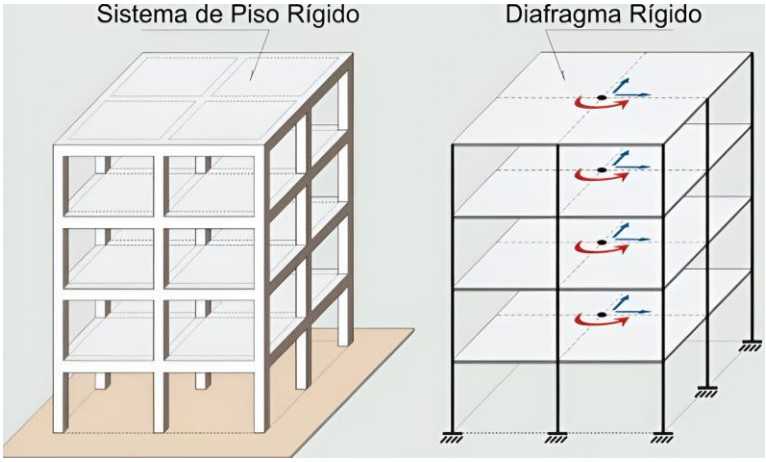
a) Modos de Vibración

La norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), indica que los modos de vibración de una estructura deben determinarse utilizando un modelo que represente adecuadamente la distribución de la masas y rigidez del edificio (modelo de masas concentradas). Como mínimo deben incluirse los tres primeros modos, o el número mínimo de modos necesarios para alcanzar el 90% de la masa efectiva de la estructura. En el modelo de masas concentradas, se considera que cada diafragma por nivel posee en un plano horizontal un movimiento de suelo rígido, por lo tanto, en este modelo la estructura solo será necesario el empleo de tres coordenadas dinámicas por piso (dos traslacionales y una de rotación), (Muñoz Peláez A. , 2020) . En la figura 6 se muestra el modelo de masas concentradas para un edificio con diafragmas rígidos.

La norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), indica que los modos de vibración de una estructura deben determinarse utilizando un modelo que represente adecuadamente la distribución de la masas y rigidez del edificio (modelo de masas concentradas). Como mínimo deben incluirse los tres primeros modos, o el número mínimo de modos necesarios para alcanzar el 90% de la masa efectiva de la estructura. En el modelo de masas concentradas, se considera que cada diafragma por nivel posee en un plano horizontal un movimiento de suelo rígido, por lo tanto, en este modelo la estructura solo será necesario el empleo de tres coordenadas dinámicas por piso (dos traslacionales y una de rotación), (Muñoz Peláez A. , 2020) . En la figura 6 se muestra el modelo de masas concentradas para un edificio con diafragmas rígidos.

Figura 6

Modelo de masas concentradas para edificios con diafragmas rígidos

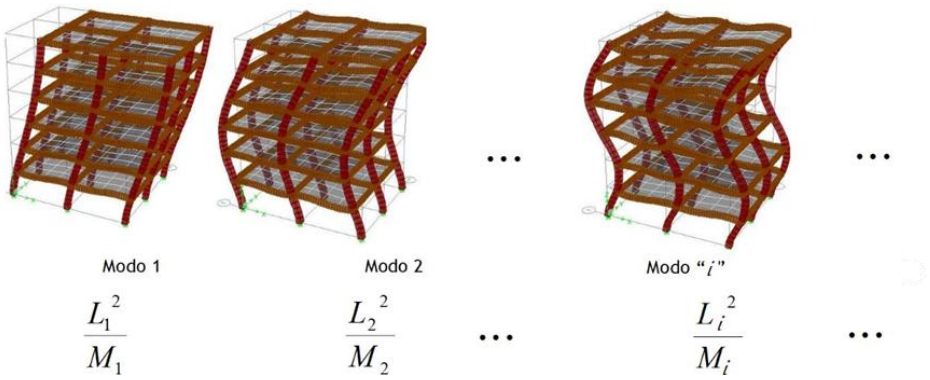


Nota. Adaptado de *Comentarios a la norma peruana E.030* (Muñoz Peláez, 2020).

Los modos de vibración de una estructura son el resultado de las diferentes formas de actuar de la estructura ante una acción sísmica en un modelo representativo concentrado de masas (Figura 7). La convergencia de todos los modos de vibración conjuntamente con el espectro de la norma, da resultado a la respuesta dinámica lineal de la estructura.

Figura 7

Modos de vibración de una estructura con diafragmas rígidos



Nota. Adaptado de *Comentarios a la norma peruana E.030* (Muñoz Peláez A, 2020).

b) Espectro de Seudo Aceleraciones

De acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), para las direcciones X y Y del análisis símico, se debe definir el espectro de seudo aceleraciones de diseño de acuerdo a la siguiente ecuación 2.10.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g \quad (2.10)$$

Donde:

Sa= Aceleración espectral

Z= Factor de zona

U= Factor de uso

C= Factor de amplificación sísmica

S= Factor de suelo

g= Aceleración de la gravedad

R= Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

En la ecuación 2.15., "C" el factor de amplificación sísmica se da en función al periodo y los factores Z, U y S son iguales para las direcciones X y Y del análisis sísmico. El factor "R" coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, puede ser diferente para ambas direcciones del análisis sísmico si los sistemas estructurales en ambas direcciones son diferentes. (Muñoz Peláez A. , 2020).

c) Fuerza Sísmica Mínima

La norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), determina que la fuerza cortante en el primer entrepiso de una estructura, obtenida del análisis modal espectral, tenga un valor mínimo del 90% (para estructuras irregulares) o del 80% (para estructuras regulares) de la fuerza cortante estática obtenido por el método estático mediante la ecuación 2.11. Para poder cumplir este requisito solo será necesario escalar las fuerzas internas del sistema estructural (representación gráfica en la figura 8). A excepción de los desplazamientos ya que es un requisito de resistencia lateral mínima y no de rigidez. (Muñoz Peláez A. , 2020).

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * P \quad (2.11)$$

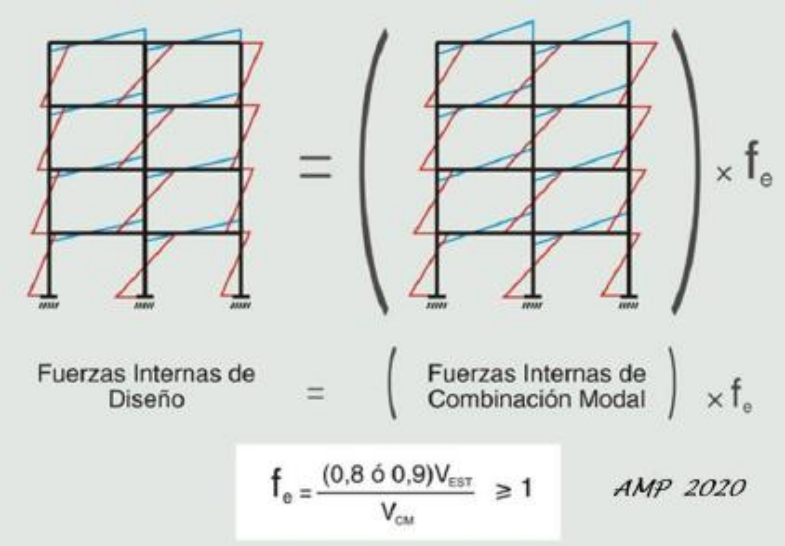
Donde:

Vestática = Fuerza cortante estática en la base de la estructura.

P = Peso sísmico del edificio.

Figura 8

Factor de escala para fuerzas internas del análisis dinámico



Nota. Adaptado de *Comentarios a la norma peruana E.030* (Muñoz Peláez, 2020).

Donde:

V_{EST} = Fuerza cortante estática mínima obtenida del análisis estático.

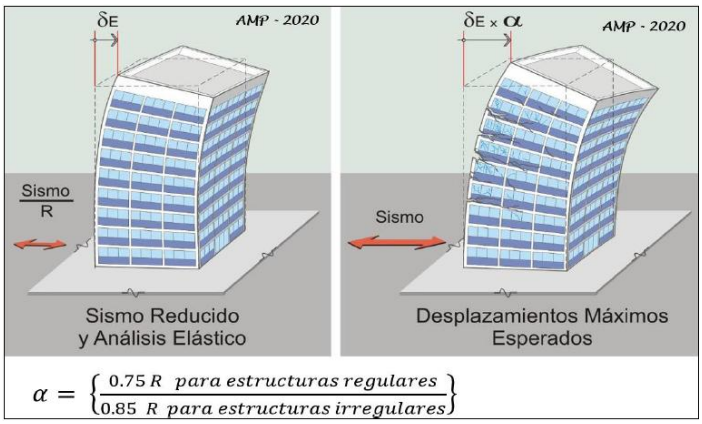
V_{CM} = Fuerza cortante en la base de la estructura obtenida del análisis modal espectral.

d) Verificación de los desplazamientos laterales o derivas.

De acuerdo la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), los desplazamientos laterales debido a la acción de las fuerzas sísmicas se calculan multiplicando los resultados de los desplazamientos laterales del análisis modal espectral con solicitaciones reducidas, por “0.75 R” para estructuras regulares y por “0.85 R” para estructuras irregulares. (representación gráfica en la figura 9). Estos desplazamientos amplificados se entienden como los desplazamientos laterales que la estructura experimenta ante la acción de un sismo severo, esperando un comportamiento inelástico. (Muñoz Peláez, 2020).

Figura 9

Estimación de los desplazamientos laterales máximos



Nota. Adaptado de *Comentarios a la norma peruana E.030* (Muñoz Peláez, 2020).

La norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), establece los valores límite para el desplazamiento lateral mínimo (se muestra en la tabla 13) dependiendo el tipo de la estructura por medio de las derivas de entrepiso que es el resultado de la división del desplazamiento máximo de entrepiso de la estructura entre la altura de entrepiso.

Tabla 13

Límites para el desplazamiento de entrepiso de acorde al material predominante

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material Predominante	**(Di/hei)**
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Nota. Adaptado de *Norma peruana sismorresistente* (E.030, 2019).

2.2.1.5.6. Interacción Tabique – Estructura Aporticada

Cuando el tabique de albañilería no ha sido aislado mediante una junta de separación del pórtico que lo delimita, el muro antes las solicitaciones sísmicas se producirá la interacción de ambos sistemas (Interacción tabique – estructura), esta interacción incrementa de manera

sustancial la rigidez lateral del pórtico generando los siguientes efectos: torsión en la estructura, concentración de esfuerzos en las esquinas del pórtico, fractura del muro de albañilería, incremento de las fuerzas sísmicas en el edificio. (E.070, 2019)

Mediante la interacción tabique – estructura se producen fuerzas a tensión, produciendo en la esquina superior izquierda e inferior derecha fuerzas a compresión generando una deformación axial, y en las esquinas restantes se producen fuerzas a tracción produciendo un desprendimiento del tabique del pórtico.

2.2.1.5.7. Modelo Constitutivo del Muro de Albañilería

En la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), se propone el uso de un modelo estructural basado en un puntal diagonal de albañilería sometido a compresión axial, el cual representa la deformación inducida en su eje debido a la acción sísmica. Este modelo sustituye al tabique de albañilería convencional con el objetivo de reflejar de manera precisa la interacción entre el tabique y la estructura. Para su aplicación, se deben considerar las propiedades mecánicas del material, tales como la resistencia a la compresión axial y el módulo de elasticidad, las cuales deben ser determinadas mediante ensayos de compresión axial en prismas de albañilería, conforme a lo establecido en la norma NTP 399.605.

La sección transversal del puntal está dada por b.t:

Donde:

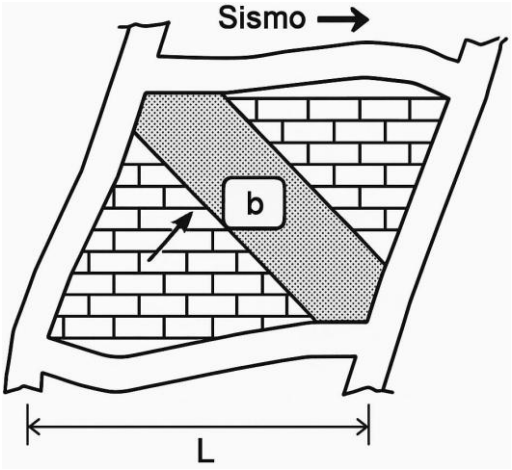
t= espesor efectivo del tabique (sin acabados)

b= ancho equivalente del puntal de albañilería = ¼ D

D= longitud del puntal o longitud diagonal del tabique

Figura 10

Comportamiento y modelo matemático de muro de albañilería, ante interacción tabique – estructura



Nota. Tomado de *Comentarios a la Norma Peruana E.070 Albañilería* (Bartolomé, 2005).

2.2.1.5.8. Tipos de Falla y Resistencias Asociadas en los Tabiques

A continuación, se describen los distintos modos de falla provocados por cargas sísmicas aplicadas dentro del plano del tabique, junto con las correspondientes resistencias (R) asociadas a la condición de rotura del puntal, de acorde a la norma peruana de Albañilería (E.070, 2019).

a) Falla por aplastamiento - Rc

Este tipo de falla se presenta en las esquinas del tabique, produciendo una trituración de los ladrillos, la resistencia última del puntal se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{R_C = 0.12 * f'm * D * t} \qquad \textbf{(2.12)}$$

b) Falla por tracción diagonal - Rt

Esta falla se presenta como una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntal se determinará utilizado la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{R_t = 0.85 * \sqrt{f'm} * D * t} \qquad \textbf{(2.13)}$$

c) Falla por cizalle - Rs

Este tipo de falla se presenta a la mitad de la altura del tabique (en la junta de construcción), este tipo de falla se caracteriza por presentar una grieta horizontal. La resistencia última del puntal se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$R_s = \frac{f_s * t * D}{1 - 0.4 * \frac{h}{L}} \quad (2.14)$$

Donde:

R = resistencia última del puntal de albañilería (en kilogramos)

L, h, t = longitud, altura y espesor del tabique, respectivamente (en centímetros)

D = $\sqrt{L^2 + h^2}$

f'm= resistencia característica a compresión axial de la albañilería (en kg/cm2).

fs= resistencia última a cizalle de la albañilería = 4 kg/cm2

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo cíclico coplanar realizado a un pórtico de concreto armado con tabique, según el trabajo de investigación de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016), se identifica la falla por tracción diagonal como la más crítica, ya que compromete la mayor parte del área del tabique. Por esta razón, se la considera la falla principal durante un evento sísmico que involucre la interacción entre el tabique y la estructura. En consecuencia, para asegurar el adecuado desempeño del sistema estructural, la fuerza axial de compresión que actúe sobre el puntal resultado del análisis sísmico elástico frente a un sismo severo, debe ser inferior a la resistencia a la tracción diagonal.

2.2.2. Acción de Sismo

La acción de sismo, también conocida como solicitación sísmica, es consecuencia de las oscilaciones del terreno producidas durante una acción sísmica, desde este punto de vista, una construcción tiene que asegurar la protección de sus ocupantes, lo cual se traduce en que

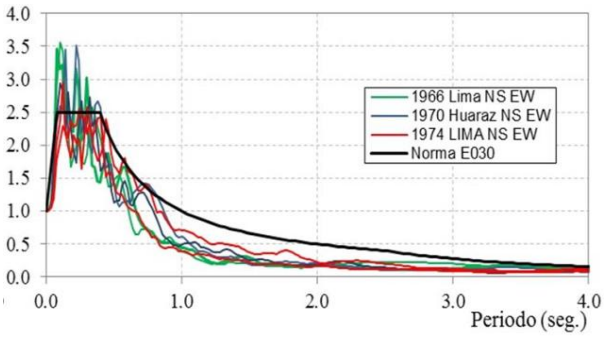
debe conseguir un nivel de resistencia, rigidez y ductilidad que le permitirá tener un buen desempeño a tales acciones (Rocheld Awad, 2012). En este contexto, Según Rocheld Awad (2012) la resistencia debe ser la adecuada para soportar los efectos causados por cargas verticales, viento o sismo. La rigidez a establecer en la estructura debe tener un nivel óptimo de tal forma que las deformaciones sufridas por la estructura durante los efectos de la demanda sísmica no sean excesivas para de esta manera precipitar el pánico de los ocupantes por lo menos en sismos frecuentes o de servicio. La ductilidad debe ser lo suficiente de tal manera que, en caso de que las cargas sísmicas superen los valores de las cargas de diseño, la estructura debe soportar grandes deformaciones en el rango inelástico con graves daños tanto en los elementos estructurales como en los no estructurales, pero sin que la estructura colapse.

La demanda sísmica se representa generalmente mediante un espectro de respuesta o diseño, que muestra la respuesta máxima de sistemas de un grado de libertad, en relación con sus frecuencias o periodos. Como tal, las estructuras son diseñadas para resistir el nivel de severidad de los sismos durante toda la vida útil de la estructura. El espectro de diseño considera el impacto de varios sismos y sus curvas están suavizadas, es decir, es la envolvente de los espectros de respuesta de un rango de una determinada zona.

En la Figura 11, se muestra un tratamiento estadístico de tres registros sísmicos como espectros de respuesta, y estos están suavizados para obtener el espectro de diseño.

Figura 11

Espectro de diseño



Nota. Adaptado de *Comentarios a la norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente* (E.030, 2019).

2.2.2.1. Niveles De Demanda Sísmica

El Comité SEAOC VISIÓN 2000 propone niveles de demandas sísmicas, donde el periodo de retorno se define como el tiempo promedio entre la ocurrencia de actividades sísmicas que tienen el mismo nivel de potencia y magnitud. La probabilidad de excedencia es una representación estadística que describe la probabilidad de que una región tenga un escenario en el que el nivel de efectos resultantes de un sismo exceda un valor predeterminado durante un tiempo de exposición específico.

Este código presenta cuatro niveles: Sismo Frecuente, Sismo Ocasional, Sismo Raro y Sismo Muy Raro, como se puede ver en la Tabla 14. El período de retorno T_R, está vinculado a un valor específico de probabilidad de excedencia p_e para un valor definido de t años (tiempo de exposición) como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{T_R = \frac{t}{\ln(1 - p_e)}} \qquad (\mathbf{2.15})$$

Tabla 14

Niveles de Sismo según el Comité VISIÓN 2000

Sismo	Periodo de Retorno	Probabilidad de Excedencia
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50% en 50 años
Raro o Severo	475 años	10% en 50 años
Muy Raro	970 años	10% en 100 años

Nota. Adaptado de (SEAOC, 1995).

De acuerdo con el ATC-40 (1996), los distintos niveles de demanda sísmica se clasifican en función de su frecuencia de ocurrencia e intensidad relativa respecto al Sismo de Diseño. En este marco, se identifican tres niveles principales:

- **El Sismo Ocasional**, también denominado Sismo de Servicio o Sismo Moderado, se caracteriza por tener una intensidad típica de aproximadamente 0.5 veces la del Sismo de Diseño. Corresponde a un evento sísmico de

ocurrencia frecuente, que se espera ocurra durante la vida útil de la estructura, sin generar daños estructurales significativos.

- **El Sismo Raro o Sismo Severo** se asocia directamente con el Sismo de Diseño, el cual representa el nivel de sismo para el cual las estructuras deben ser diseñadas conforme a los códigos sísmicos vigentes. Este nivel busca garantizar la seguridad estructural sin colapso, permitiendo daños controlados.

- **El Sismo Muy Raro o Sismo Máximo**, suele presentar una intensidad del orden de 1.25 a 1.5 veces el Sismo de Diseño. Este nivel corresponde a un evento de baja probabilidad, pero alta severidad, y se utiliza comúnmente para evaluar el comportamiento estructural extremo, asegurando que la estructura no colapse, incluso ante eventos excepcionales.

2.2.3. Procedimiento no Lineal Estático (NSP)

2.2.3.1. Definición

El objetivo del análisis no lineal es predecir cómo se comportarán y responderán las estructuras durante la ocurrencia de un evento sísmico. Este análisis no lineal ha surgido principalmente de la necesidad percibida de abordar de mejor manera los daños, que se ha demostrado que depende de los desplazamientos. (Gálvez Villacorta, El análisis no lineal dinámico y su aplicación en la simulación de respuestas estructurales, s.f.).

En el análisis no lineal estático NSP, las características no lineales de los componentes fundamentales de la estructura con respecto a la respuesta inelástica del material se incorporan directamente en el modelo de la estructura. La forma más común de representar el análisis estático no lineal es a través de la llamada curva de capacidad de carga o curva Pushover. Esta curva representa la relación entre la fuerza cortante en la base y desplazamiento en un punto de control de la estructura donde se desarrolla fuerza de inercia

dinámica (generalmente ubicado en el nivel superior del edificio, en el centro de masa de la planta o lo más cerca posible de este). (ASCE/SEI 41-17, 2017).

(ASCE/SEI 41-17, 2017) en su capítulo 7 especifica que para el procedimiento del análisis no lineal estático NSP, la primera condición considera el peso de propio de la estructura con un porcentaje de carga viva. Para las viviendas autoconstruidas de concreto armado en estudio a analizar, se considera el 100% de la carga muerta designada, el 25% de carga viva de cada entrepiso más el 25% de carga viva en las azoteas y/o techos que presentan por ser edificaciones de clase común.

(ASCE/SEI 41-17, 2017) en su capítulo 7, indica que posterior a la aplicación de del peso propio más la adición de las cargas vivas de la estructura, se aplicarán las cargas laterales que tendrán la distribución del primer modo fundamental de la estructura para las direcciones X y Y del análisis sísmico.

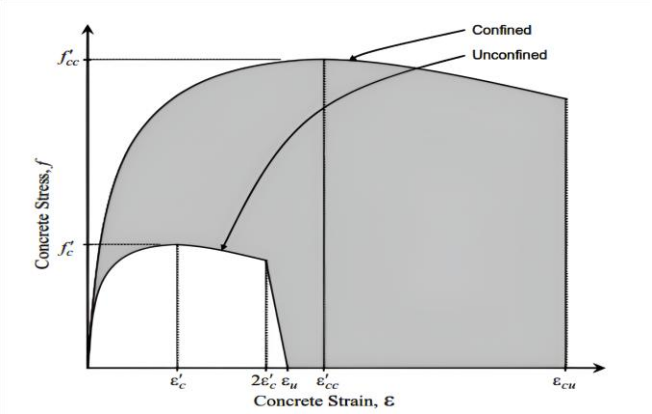
2.2.3.2. Modelos Constitutivos para el Concreto y Acero de Refuerzo

El modelo no lineal para el concreto y acero se define por su diagrama constitutivo, en el cual se muestra la relación entre la deformación unitaria del material y el esfuerzo tanto a compresión como a tracción, para el presente estudio se consideran los diagramas de concreto de Mander y el diagrama de acero de refuerzo de Simple. (Mander, Priestley, y Park, 1988) (Holzer, Melosh, y Somers, 1975).

En el modelo constitutivo del concreto de Mander, existe dos tipos: confinado y sin confinar. (Mander, Priestley, y Park, 1988) propusieron que el modelo confinado se aplica a columnas rectangulares y circulares que poseen estribos suficientes, ya que permiten formar un núcleo confinado que incrementa ligeramente la resistencia, aumenta considerablemente la ductilidad, dependiendo de la cantidad de estribos y su espaciamiento. Donde Mander establece que la deformación última del concreto confinado es de 0.005m y del concreto sin confinar es de 0.002m, asumiendo una pendiente de la cuerva esfuerzo deformación de -0.1.

Figura 12

Modelo Mander para el concreto confinado y sin confinar



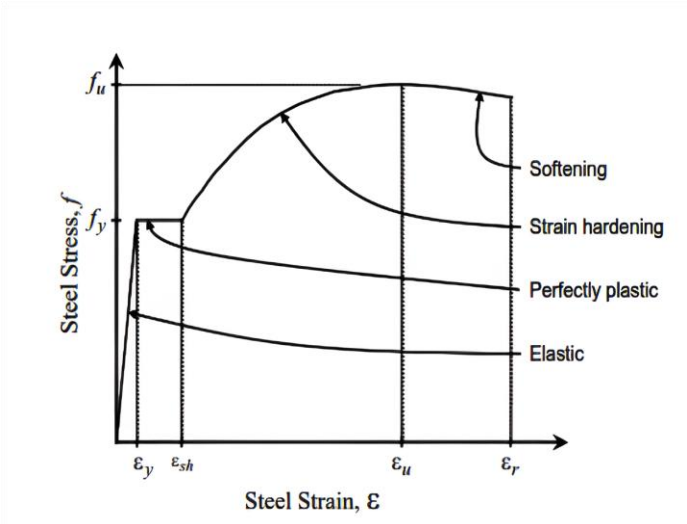
Nota. Adaptado de (CSI, 2018).

El modelo constitutivo del acero de refuerzo de Simple de acuerdo a (Holzer, Melosh, y Somers, 1975), se considera una etapa elástica, una etapa perfectamente plástica, una etapa de endurecimiento y una etapa de estricción. En el modelo de Simple se estable donde inicia la deformación del acero es 0.01m y el valor donde termina la deformación es de 0.09m.

Para el presente estudio se consideraron el empleo de aceros de refuerzos ASTM 615 de la marca de Aceros Arequipa (2019), donde se indica que el valor mínimo para el esfuerzo de fluencia es de 4280 kg/cm2 y el valor para el esfuerzo último es de 6320 kg/cm2.

Figura 13

Modelo Simple para el acero de refuerzo



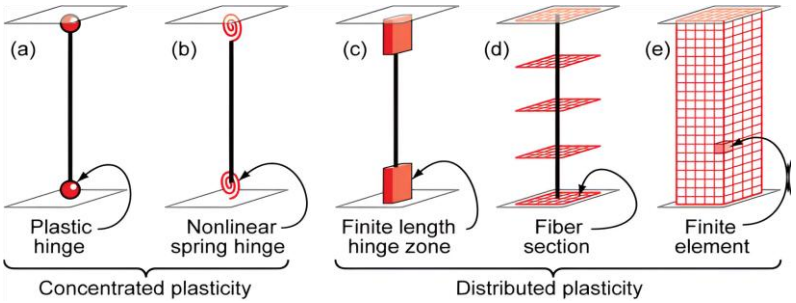
Nota. Adaptado de (CSI, 2018).

2.2.3.3. Tipos de Plasticidades para el Concreto Armado

(Deierlein, Reinhorn, y Willford, 2010), los tipos de plasticidades para el concreto armado son clasificados por el tipo de plasticidad que se da en la sección y longitudinalmente del elemento. En la figura 14, se evidencia los tipos de plasticidad para vigas y columnas.

Figura 14

Modelo de plasticidad para el concreto armado



Nota. Adaptado de "Nonlinear Structural Analysis For Seismic Design" (Deierlein, Reinhorn, & Willford, 2010).

Las rotulas concentradas enfocan la no linealidad en uno o más puntos del elemento estructural, generalmente, bajo una relación momento-rotación. La particularidad de utilizar una rotula plástica concentrada es que para que el resto del elemento estructural simule una fisura, es necesario disminuir manualmente su rigidez efectiva (ACI, 2019).

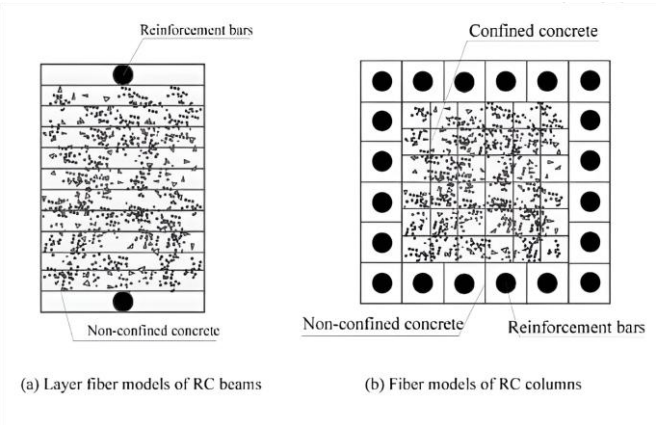
Un enfoque diferente incluiría la aplicación de plasticidad distribuida como en la plasticidad de fibras. Esta forma de plasticidad considera todo el elemento estructural, mientras que la más avanzada, que es el elemento finito, subdivide completamente todo el miembro estructural en pequeños elementos. Diferentes tipos de mecanismos de los tipos de plasticidad mencionados pueden encontrarse en software comercial, como en el tipo de fibra, donde, cuando ya se considera el efecto del aplastamiento seccional, no es necesario incluir el efecto de las fisuras. Finalmente, al aumentar la cantidad de plasticidad que se debe considerar a lo largo y ancho de la sección en modelos de plasticidad tipo distribuido, se requiere un mayor esfuerzo computacional. Sin embargo, con las computadoras de hoy, esto ya no es un problema importante.

La plasticidad de los elementos de concreto armado (columnas y vigas) pueden estar representados mediante elementos tipo fibra, tal como se observa en la siguiente figura 15, cada elemento estructural se divide en pequeñas fibras, donde se incluyen los diagramas constitutivos. A partir de estos diagramas, es posible aplicar las leyes constitutivas y las condiciones de equilibrio, con el objetivo de obtener el diagrama momento-curvatura. (Deierlein, Reinhorn, & Willford, 2010).

La plasticidad de los elementos de concreto armado (columnas y vigas) pueden estar representados mediante elementos tipo fibra, tal como se observa en la siguiente figura 15, cada elemento estructural se divide en pequeñas fibras, donde se incluyen los diagramas constitutivos. A partir de estos diagramas, es posible aplicar las leyes constitutivas y las condiciones de equilibrio, con el objetivo de obtener el diagrama momento-curvatura. (Deierlein, Reinhorn, & Willford, 2010).

Figura 15

Plasticidad tipo fibra en elementos estructurales (Vigas y Columnas)



Nota. a) Fibra para vigas, b) Fibra para columnas. Tomado de (Cheng, Dong, Bai, & Wang, 2021)

2.2.4. Estudios para la determinación de propiedades mecánicas de los materiales Concreto y albañilería

2.2.4.1. Determinación de las Propiedades del Concreto

2.2.4.2. Prueba de Esclerometría

Se trata de un ensayo no destructivo aplicado al concreto endurecido en campo, que utiliza un esclerómetro para medir el número de rebote y, con ello, estimar de forma aproximada la resistencia del concreto endurecido. (NTP. 339.181.2013)

Para emplear este método es necesario establecer una correlación entre el esfuerzo y el número de rebote, la cual es proporcionada por los fabricantes del equipo. Este procedimiento únicamente ofrece referencias sobre la resistencia del concreto en distintas áreas de una estructura. Además, para estimar la resistencia, se requiere determinar una relación específica entre la fuerza y el número de rebote para cada mezcla de concreto y el aparato correspondiente (NTP. 339.181.2013).

Figura 16

Equipo esclerómetro para ensayo



Nota. Equipo que se utilizó para la determinación de la resistencia IN SITU del concreto.

2.2.4.3. Determinación de las Propiedades de Muro de Albañilería

Para la determinación de las propiedades del muro de albañilería se realizan los ensayos descritos en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la E.070 Albañilería, los cuales son:

2.2.4.3.1. Ensayo para Determinar la Resistencia a Compresión de Prismas de Albañilería

El ensayo de resistencia a compresión axial de prismas se realiza mediante el método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería según la NTP 399.605. para lo cual se fabrican primas de albañilería con capas completas de mortero, con una altura mínima de dos unidades, con una relación alto espesor entre 1.3 y 5.0 para luego someterlo a una máquina de compresión axial de manera que se transmita una fuerza axial en todo el perímetro de la cara superior del pilar de manera constante hasta el punto de falla del prisma.

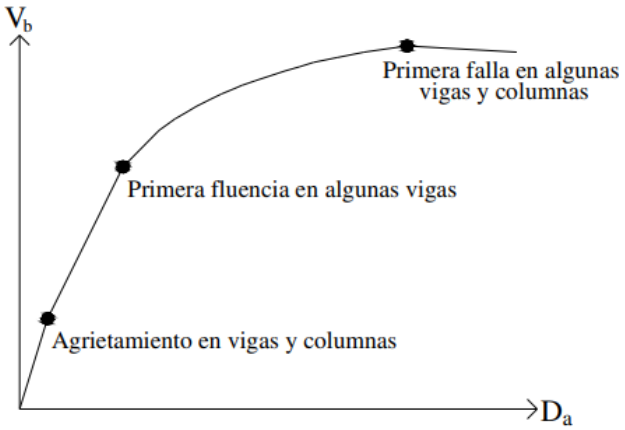
2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Curva de Capacidad

Esta curva representa la respuesta de una estructura a una acción sísmica especificada, se define como la relación entre la fuerza lateral y el desplazamiento en el nivel superior (Vb-Da). En la curva de capacidad, se refleja el cambio del comportamiento de una estructura a lo largo del tiempo, se incluye la identificación teórica de las fisuras, la fluencia y el fallo del sistema estructural, (ver fig. 17). (Escamilla García , 2010)

Figura 17

Curva de capacidad y datos más representativos



Nota. Adaptado de “Estudio comparativo de las tendencias actuales del método del empujón para la evaluación de estructuras reticulares”. (Escamilla García , 2010)

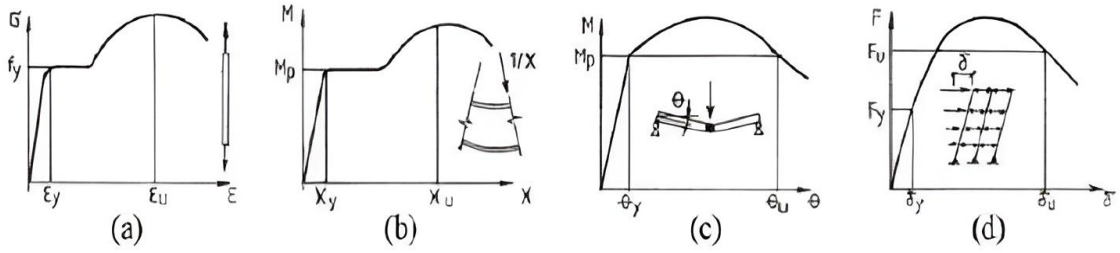
En el análisis estático no lineal, la curva de capacidad toma en cuenta la respuesta no lineal de los materiales (concreto, acero, albañilería, etc.).

2.3.2. Ductilidad

La ductilidad es la capacidad que posee un elemento o una estructura para resistir la aplicación de grandes fuerzas y deformaciones que sobrepasan el límite elástico sin llegar a fallar. Es importante mencionar que dentro de una buena estructura primero se formen rotulas plásticas en las vigas, por lo tanto, esta consideración se basa en el sistema estructural, las irregularidades que hay y las propiedades no lineales de los materiales. Un ejemplo donde se puede percibir la ductilidad es el caso del armado concreto. La sección que exhibe comportamiento dúctil depende principalmente de la ductilidad del acero de refuerzo que le confiere grandes deformaciones superando el límite del rango lineal. También le es dado estimar la ductilidad disponible y la ductilidad demandada para un nivel específico de demanda sísmica determinada, tal como se evidencia en la figura 18 (Gioncu & Mazzolani, 2003)

Figura 18

Tipos de ductilidad



Nota. Adaptado de Ductility of seismic-resistance steel structures. (Gioncu & Mazzolani, 2003)

Cabe señalar que la cantidad de energía que un componente de la estructura disipa ocurre debido a los cambios en su rigidez y el nivel de resistencia que ha sufrido durante los ciclos de deformaciones no lineales. La capacidad de absorción de ciertas demandas sísmicas define los parámetros estructurales de ductilidad o fragilidad. En la figura 18 se puede observar los diferentes tipos de ductilidad más estudiados, siendo primero la ductilidad del

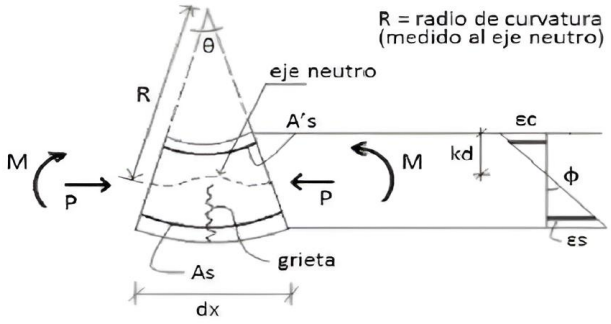
material o ductilidad axial (a), la ductilidad de curvatura (b), la ductilidad de rotación (c). Y la ductilidad del material o ductilidad axial (d) es aquella ductilidad característica del propio material en el rango plástico o no lineal.

2.3.3. Diagrama Momento Curvatura

Para continuar con la verificación adecuada de la estructura, es necesario conocer el comportamiento de cada uno de los elementos constituyentes. Por ende, se deben utilizar los diagramas de momento-curvatura para monitorear la secuencia de deformaciones tanto en el rango elástico como inelástico. Ahora, se define como curvatura la rotación por unidad de longitud en una determinada zona a lo largo del eje del elemento sometido a momentos de flexión y cargas axiales.

Figura 19

Curvatura de la sección de un elemento de concreto armado



Nota. Adaptado de Apuntes del curso concreto armado. (Ottazzi,2011)

La Figura 19 detalla los esfuerzos internos de la sección de concreto armado cuando se somete a flexo-compresión. En la Ecuación 2.16, se tiene la deducción de la curvatura ϕ:

$$\phi = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R}} = \frac{\boldsymbol{\varepsilon_c}}{\boldsymbol{kd}} = \frac{\boldsymbol{\varepsilon_s}}{\boldsymbol{d} * (\mathbf{1} - \boldsymbol{k})} = \frac{\boldsymbol{\varepsilon_c} + \boldsymbol{\varepsilon_s}}{\boldsymbol{d}} \qquad (\mathbf{2.16})$$

Donde:

ε_c = Deformación unitaria de la fibra del concreto a compresión.

ε_s = Deformación unitaria de la fibra del concreto a compresión.

kd = Profundidad del eje neutro desde la fibra del concreto a compresión.

d = Profundidad de la fibra del acero a tracción desde la fibra del concreto a compresión.

Mediante este diagrama, también se puede calcular la ductilidad de curvatura de una sección (ϕ), que es la relación entre la curvatura máxima y de fluencia, como se observa en la Ecuación 2.17. Este parámetro se puede obtener tanto para un elemento como para toda la estructura.

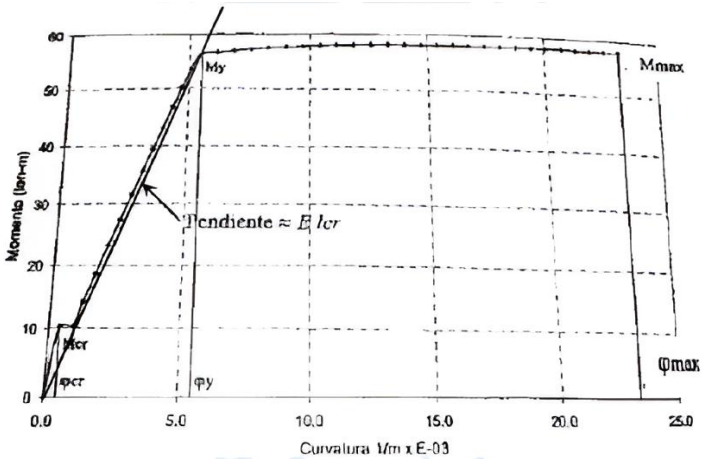
$$\phi = \frac{\phi_{max}}{\phi_y} \qquad (\mathbf{2.17})$$

En la Ecuación 2.17, ϕ máx. es la curvatura de falla de la sección, es decir, el concreto cumple su deformación por agotamiento Ɛcu, asumiendo que el acero no ha llegado a su rotura. Por su parte, la curvatura ϕy corresponde a la fluencia del acero en tracción. Esta relación permite estimar la capacidad de rotación o deformación inelástica de una sección.

Para la obtención del diagrama de momento curvatura, se relacionan los momentos en el eje de ordenadas y la curvatura de la sección en las abscisas. En la Figura 20, se muestra un ejemplo de diagrama para una sección de concreto armado de 0.35 por 0.70 m, sin carga axial y con una cuantía de 50 % de la cuantía balanceada de acero en tracción. Además, se visualizan los puntos específicos Mcr (agrietamiento), My (fluencia) y Mmáx. (resistencia nominal o máximo).

Figura 20

Diagrama momento – curvatura de una sección de concreto de 0.35 x 0.70 m



Nota. Adaptado de Apuntes del curso concreto armado. (Ottazzi,2011)

2.3.4. Diagrama Momento Rotación

La diferencia con el diagrama de momento curvatura es que este último tiene un significado físico, porque la rotación de un elemento es más apreciable, además que el diagrama de momento rotación necesita de ecuaciones empíricas para poder identificar teóricamente la rotación del elemento. Se debe tener en cuenta que, en teoría, se puede calcular la rotación entre dos puntos a lo largo del eje del elemento, por ende, calcular la rotación inelástica disponible en la zona de rótula plástica. En la Ecuación 2.18, se relaciona la curvatura con la rotación entre dos puntos A y B del elemento:

$$\boldsymbol{\theta_{A-B}} = \int_{A}^{B} \emptyset dx \qquad (\mathbf{2.18})$$

De manera adicional, se debe enfatizar que los diagramas de momento curvatura teóricos no incluyen deformaciones producto del agrietamiento inclinado por corte ni por deslizamiento del acero en las cavidades de las grietas. En consecuencia, la rotación total en la rótula es aproximadamente la multiplicación de la curvatura por unidad de longitud en la sección fisurada, por la longitud de la zona plastificada o rótula plástica, también llamada “lp”

(longitud plastificada equivalente). Esto hace difícil el cálculo de la rotación inelástica de la rótula, por lo que se acude a expresiones empíricas que simplifican el problema real.

2.3.5. Construcción de Tipologías

Según (López Roldán, 1996), la construcción de tipologías constituye una estrategia metodológica fundamental en la investigación, ya que permite clasificar, estructurar y sintetizar dentro de un conjunto reducido y significativo de categorías o tipos. Este proceso no se limita únicamente a personas o grupos sociales, sino que puede aplicarse a instituciones, sociedades o a cualquier otra unidad de análisis que es objeto de estudio. Así, la tipologización se convierte en una herramienta central para organizar el conocimiento, permitiendo representar la diversidad de casos de manera sistemática y facilitando su análisis comparativo en investigaciones científicas.

Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo **básica, pura o fundamental** porque se orienta a la descripción teórica del desempeño sísmico de viviendas autoconstruidas de concreto armado, a través del análisis no lineal estático y siguiendo los lineamientos teóricos de ASCE 41-17 y SEAOC VISIÓN 2000, se busca generar conocimiento técnico sobre cómo responden estas edificaciones ante diferentes niveles de amenaza sísmica. Aunque el estudio se desarrolla en el Centro Poblado de Compone, no se busca intervenir directamente ni proponer soluciones inmediatas, este conocimiento podrá servir como base para futuras investigaciones aplicadas o de intervención en contextos similares, por lo cual se enmarca dentro del tipo de investigación básica.

Según Ñaupas et al. (2018), la investigación pura, también llamada básica, se orienta a la generación de conocimiento sin una aplicación inmediata, ya que su propósito fundamental es comprender fenómenos por el simple interés científico. Este tipo de investigación sirve como base para futuras investigaciones aplicadas o tecnológicas, y resulta esencial para el desarrollo del conocimiento en disciplinas como la ingeniería.

3.1.2. Nivel o Alcance del Estudio

La presente investigación se enmarca dentro del nivel **descriptivo**, ya que tiene como propósito determinar las propiedades geométricas y mecánicas de los elementos estructurales de las viviendas autoconstruidas, determinar la intensidad de la acción sísmica de acuerdo al ATC-40 para posteriormente procesar, modelar y determinar su desempeño sísmico frente a la acción sísmica determinada. Como lo señala R. Gay (1996), “la investigación descriptiva comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio. Un estudio descriptivo determina e informa los modos de ser de los objetos” (p. 249). En ese sentido, este trabajo busca determinar y

describir el desempeño sísmico de las viviendas ante diferentes demandas sísmicas, utilizando normativas técnicas vigentes.

3.1.3. Enfoque de la Investigación

El enfoque para esta investigación es **Cuantitativo**, porque se comenzó con la recolección y análisis de datos numéricos que posteriormente permite la validación de la las hipótesis planteadas siendo el fundamento los cálculos numéricos realizados haciendo y el uso de normativas nacionales y extranjeras, proporcionando medidas precisas del desempeño de las viviendas ante diferentes condiciones de sismo, lo cual es esencial para la seguridad de las construcciones.

El enfoque cuantitativo se caracteriza por centrarse en la recolección sistemática y el análisis numérico de datos, con el propósito de responder preguntas de investigación y verificar hipótesis previamente formuladas. Este enfoque se fundamenta en la medición precisa de variables mediante instrumentos específicos y en el uso de técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para el procesamiento riguroso de la información. Además, se apoya en el diseño formalizado de investigación y en el muestreo representativo para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. Se reconoce que la aplicación estricta del método científico es esencial para alcanzar conclusiones objetivas y para el avance del conocimiento científico, especialmente en disciplinas como la ingeniería, que se basan en las ciencias naturales y formales (Ñaupas et al., 2018).

3.1.4. Diseño de la Investigación

El diseño metodológico de esta investigación fue de tipo **No Experimental Transversal**, En el contexto de la investigación, esto significa que se evaluará el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en el centro poblado de Compone sin modificar ni alterar los elementos estructurales de las edificaciones y que la recolección de datos de las dimensiones de la tipología estructural de las viviendas se dará en un tiempo determinado. Este enfoque permite observar y analizar el comportamiento estructural bajo diferentes

escenarios sísmicos sin alterar las variables del entorno, lo cual es característico de la investigación no experimental. Según Hernández Sampieri, Fernandez Collado, et al. (2014), la investigación no experimental se caracteriza porque no implica la manipulación intencionada de variables, sino que se limita a observar y analizar los fenómenos en su entorno natural tal como ocurren y transversal porque el estudio se da en un tiempo determinado.

3.2. Limitaciones de la investigación

3.2.1. Limitación espacial

La presente investigación está limitada en determinar el desempeño sismo en el Centro poblado de Compone particularmente de viviendas autoconstruidas que se encuentra ubicado en el distrito de Anta, en la provincia de Anta y en el departamento de Cusco.

3.2.2. Limitación temporal

La investigación actual está restringida a llevar a cabo el análisis en la fase durante los años 2024-2025.

3.2.3. Limitación Normativa

La investigación está limitada a aplicar los siguientes conocimientos:

- Se empleó la Norma Técnica Peruana E. 020, denominada "Cargas", para realizar el análisis de las cargas tanto permanentes como variables, además de las densidades unitarias correspondientes.

- Norma Técnica Peruana E. 030, denominada "Diseño sismorresistente"; se utilizó para llevar a cabo el análisis dinámico modal espectral y análisis estático lineal ante los espectros de demanda sísmica definidos por esta Norma.

- Norma Americana ASCE 41-17; se utilizó para calcular la curva de capacidad de la estructura y establecer las rótulas plásticas y elementos tipo fibra en los

componentes estructurales. Además, para determinar el punto de desempeño mediante el método de coeficientes.

- Se utilizó los lineamientos establecidos en el ATC-40 para definir los niveles de demanda sísmica.

- Se utilizó la norma americana Comité SEAOC VISIÓN 2000 para establecer los niveles de desempeño objetivo para las viviendas autoconstruidas ante los niveles de demanda sísmica (moderado, severo y muy raro).

3.2.4. Limitación de Materiales Empleados

Esta investigación se basa en el empleo tanto de las propiedades físicas como mecánicas de los elementos específicos tanto en el entorno como en el laboratorio:

- Para cada construcción estudiada, los componentes estructurales de concreto armado tienen una Resistencia a la compresión del concreto f'c variable. Por lo tanto también presentan un modulo de elasticidad variable.

- El acero reforzado tiene un límite de fluencia fy=4200 kg/cm2, que equivale a un acero estructural de grado 60 con módulo de elasticidad E= 2 000 000 kg/cm2, aplicable a todas las construcciones de acuerdo al catálogo de Aceros Arequipa.

- Resistencia específica de la albañilería a la compresión axial f'm= 43.08 kgf/cm2, en todas las viviendas, ya que todas las viviendas cuentan con el mismo tipo de bloqueo de arcilla.

- Se llevó a cabo una visita insitu, en el lugar donde se elaboraron los planos arquitectónicos y estructurales, con entrevistas a los dueños y los maestros que construyeron la vivienda.

3.2.5. Limitación de Recolección de Datos

Este estudio recogió los datos provenientes del modelado efectuado en el programa ETABS 20, proporcionando datos plasmados de los planos de estructura y arquitectura recopilados INSITU y con entrevistas.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población de estudio se define como el conjunto limitado y accesible de casos que sirven como referencia para seleccionar la muestra, la cual debe cumplir con criterios específicos de inclusión, exclusión y eliminación que delimitan a los participantes elegibles, es fundamental determinar el tamaño de muestra necesario para alcanzar los objetivos planteados, estimado mediante métodos estadísticos (Arias-Gómez et al., 2016).

Por lo tanto, para establecer la elección del número de viviendas, se define como criterios de inclusión se consideran aquellas construcciones cuyo propósito sea únicamente para vivienda y que exhiban informalidad en su estructura tipológica y no presente una arquitectura resaltante. De igual manera excluyendo las construcciones de uso especial ya sean de uso especial o no como hospitales, hoteles, parques, puestos de policía, zonas de ocio, mercados, entre otros teniendo como población total 60 viviendas autoconstruidas.

3.3.2. Muestra

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado, et al., (2014) la muestra es un subconjunto o parte del universo a partir de la unidad representativa denominada población en la que se llevará a cabo la investigación, de la cual se extrae de forma aleatoria o al azar que denota un procedimiento mecánico relacionada con la probabilidad, que será sometida a observaciones científicas con el fin de lograr resultados validos o confiables.

La muestra específica para el desarrollo de este proyecto de investigación estará compuesta por viviendas autoconstruidas del Centro Poblado de Compone, calculada aplicando la siguiente ecuación para una población finita de acuerdo a (Borja Suárez, 2016).

$$\boldsymbol{n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q}}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra que deseamos conocer

N: Tamaño conocido de la población=60 Viviendas Autoconstruidas

Nivel de confianza=90%

e: Error muestral=10.00%

z: Valor correspondiente al nivel de confianza=1.65

p: Probabilidad que la hipótesis sea verdadera=50%

q: (1-p) Probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis= 50.00%

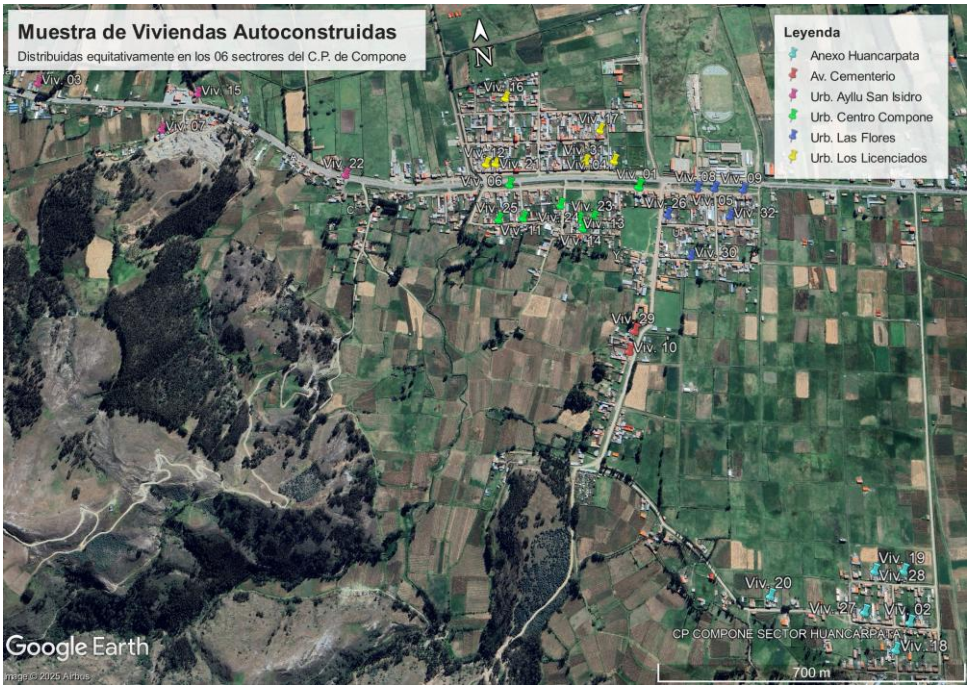
$$\boldsymbol{n = \frac{60 \times 1.65^2 \times 0.50 \times 0.50}{0.10^2 \times (60-1) + 1.65^2 \times 0.50 \times 0.50}}$$

$$\boldsymbol{n = 32.00}$$

La muestra del estudio estuvo conformada por 32 viviendas autoconstruidas, seleccionadas de forma aleatoria, previa autorización de los propietarios para su evaluación. Asimismo, se definió una muestra estratégica compuesta por 10 tipologías representativas, establecidas en función de sus características geométricas y dimensionales, con el propósito de asegurar una adecuada representatividad y profundidad en la presente investigación.

Figura 21

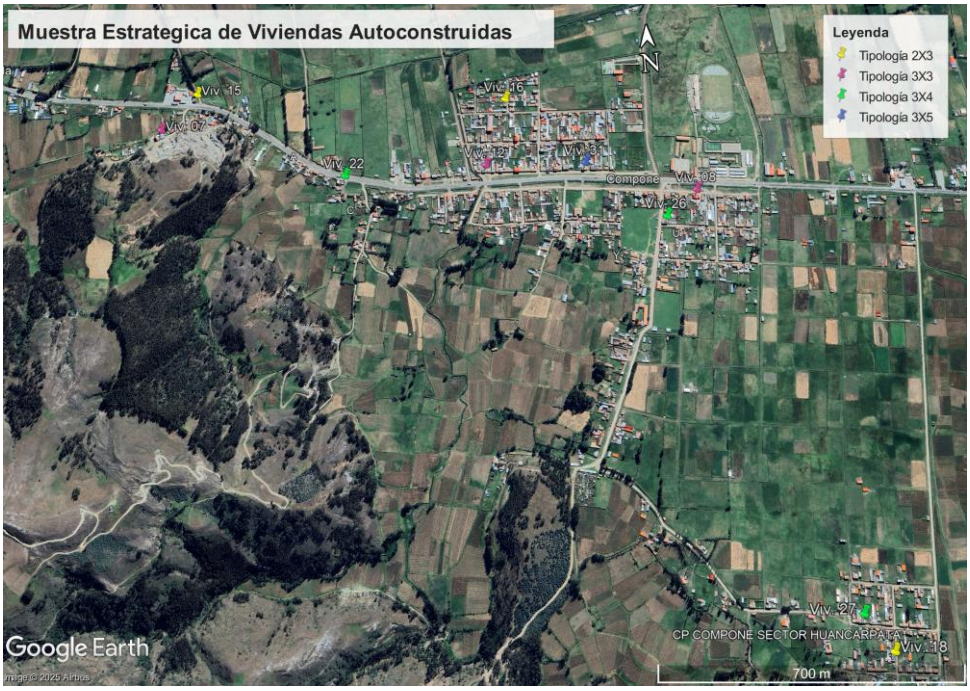
Distribución de la muestra



Nota. Elaboración Propia.

Figura 22

Distribución de la muestra estratégica



Nota. Elaboración Propia.

3.4. Identificación de las Variables

3.4.1. Variable de Estudio 1

- Desempeño Sísmico

3.4.2. Variable de Estudio 2

- Acción de Sismo

3.4.3. Variable de Estudio 3

- Tipología Estructural

3.4.4. Operacionalización de Variables

Tabla 15

Operacionalización de variables

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnica/Instrumento de Medición
Desempeño Sísmico	El desempeño sísmico de una estructura es una descripción cualitativa, que se basa en un criterio de evaluación con diferentes niveles de confiabilidad aplicado luego de la solicitación de una acción sísmica, en este proceso, se analiza el estado de los elementos estructurales para garantizar que la estructura no presente un determinado nivel de daño. **(ASCE/SEI 41-17, 2017)**	Se determinará mediante un análisis no lineal estático (Pushover), obteniendo el desplazamiento objetivo a partir de la curva de capacidad mediante el método de coeficientes establecido por el ASCE 41-17. Posteriormente, la curva de capacidad será sectorizada conforme a los criterios definidos en el SEAOC VISIÓN 2000, con el fin de identificar el nivel de desempeño estructural alcanzado por la edificación.	Nivel de desempeño estructural	Clasificación del desempeño estructural frente a un sismo severo y moderado	-Completamente funcional - Funcional -Resguardo de Vida - Cerca al Colapso	Evaluación de desempeño de acorde al SEAOC VISIÓN 2000
			Aceptación de los niveles de desempeño esperados	Comparación entre el desempeño observado y el desempeño objetivo establecido	-Desempeño aceptable -Desempeño inaceptable	Verificación de desempeño de acuerdo al SEAOC VISIÓN 2000
			Punto de desempeño	Desplazamiento objetivo	-cm	Método de coeficientes del ASCE/SEI 41-17 / empleando la curva de capacidad Análisis Estático no Lineal (Pushover) según ASCE 41-17
			Curva de Capacidad	Desplazamiento vs Fuerza Cortante Basal	-m-tonf	
			Deriva de entrepiso	Porcentaje de desplazamiento relativo entre niveles	-%	Análisis dinámico modal espectral en software Etabs/Verificación con límites de derivas de acorde a la Norma E.030
Acción de Sismo	La acción de sismo en estructuras se refiere a las fuerzas e impactos que un sismo puede ejercer sobre una edificación, lo que puede provocar deformaciones y daños en la misma.	Se determinará de acuerdo al documento del ATC-40 (1996).	Tipo de evento sísmico	Nivel de demanda sísmica aplicado	-Sismo moderado -Sismo severo -Sismo muy raro	Espectros de respuesta, Norma E.030, ATC-40 (1996), Hojas de Calculo

Variable	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnica/Instrumento de Medición
Tipología Estructural	La tipología estructural es el conjunto de características geométricas, mecánicas, constructivas y el tipo de sistema estructural (a porticados, con muros de albañilería, dual, etc.) que definen el sistema resistente de una edificación.	Se determinará mediante la inspección técnica en campo, elaboración de planos estructurales y arquitectura, ensayos IN SITU y laboratorio y modelado estructural.	Nivel de Auto construcción	Existencia de superVISIÓN técnica y calidad constructiva	-Viviendas Autoconstruidas -Viviendas construidas con superVISIÓN técnica	Entrevistas, encuestas, inspección visual
			Resistencia de Materiales	- Resistencia característica a compresión del concreto en elementos estructurales (f'c).	-Kgf/cm²	Ensayos IN SITU
				- Resistencia de fluencia del acero en elementos estructurales (f'y).	-Kgf/cm²	Fichas técnicas
				- Resistencia a compresión axial de albañilería (f'm).	-Kgf/cm²	Ensayos en laboratorio
			Conf. Estructural	Regularidad en planta y elevación	-Regular -Irregular	Verificación de irregularidades según la Norma peruana E.030

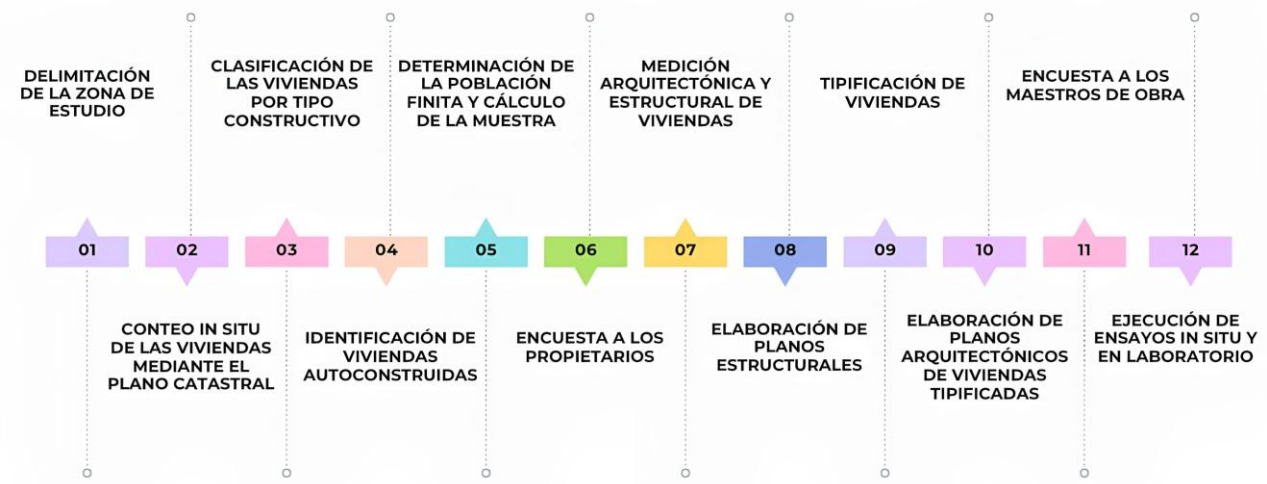
Nota. Elaboración propia.

3.5. Metodología Para La Recopilación De Información

En el presente apartado se describe la metodología empleada para la recopilación de información de las viviendas ubicadas en el centro poblado de Compone, con el fin de llevar a cabo el análisis del desempeño sísmico de dichas edificaciones frente a la acción de sismos de intensidad moderada y severa.

Figura 23

Pasos para la recopilación de la información



Nota. Elaboración propia.

Capítulo IV: Recopilación de Información

En el presente capítulo se detalla el estudio realizado para la identificación, caracterización y evaluación de las viviendas autoconstruidas de concreto armado ubicadas en el centro poblado de Compone. El objetivo principal de esta etapa fue recopilar información técnica que permita analizar el comportamiento estructural de estas edificaciones frente a distintos niveles de demanda sísmica.

El trabajo de campo incluyó el levantamiento geométrico de cada vivienda, registrando dimensiones en planta, alturas entre niveles, distribución de muros de albañilería, ubicación de columnas, así como elementos estructurales y no estructurales relevantes. Adicionalmente, se documentaron los detalles constructivos observados, tales como la distribución de acero de refuerzo y calidad aparente del concreto.

Complementariamente, se ejecutaron ensayos no destructivos in situ, como el ensayo de esclerometría para estimar la resistencia del concreto, y el ensayo de verificación de diámetros de acero verificando su marca de fabricación y ensayos en laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de la albañilería.

La información obtenida permitió establecer una caracterización estructural detallada de las viviendas en estudio, la cual sirvió de base para la modelación estructural y análisis del desempeño sísmico bajo escenarios de sismos de intensidad moderada y severa, en conformidad con los lineamientos del ATC-40, la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente y el ASCE 41-17.

4.1. Procedimiento para determinar las viviendas autoconstruidas en estudio.

4.1.1. Identificación de las Viviendas en el Centro Poblado de Compone

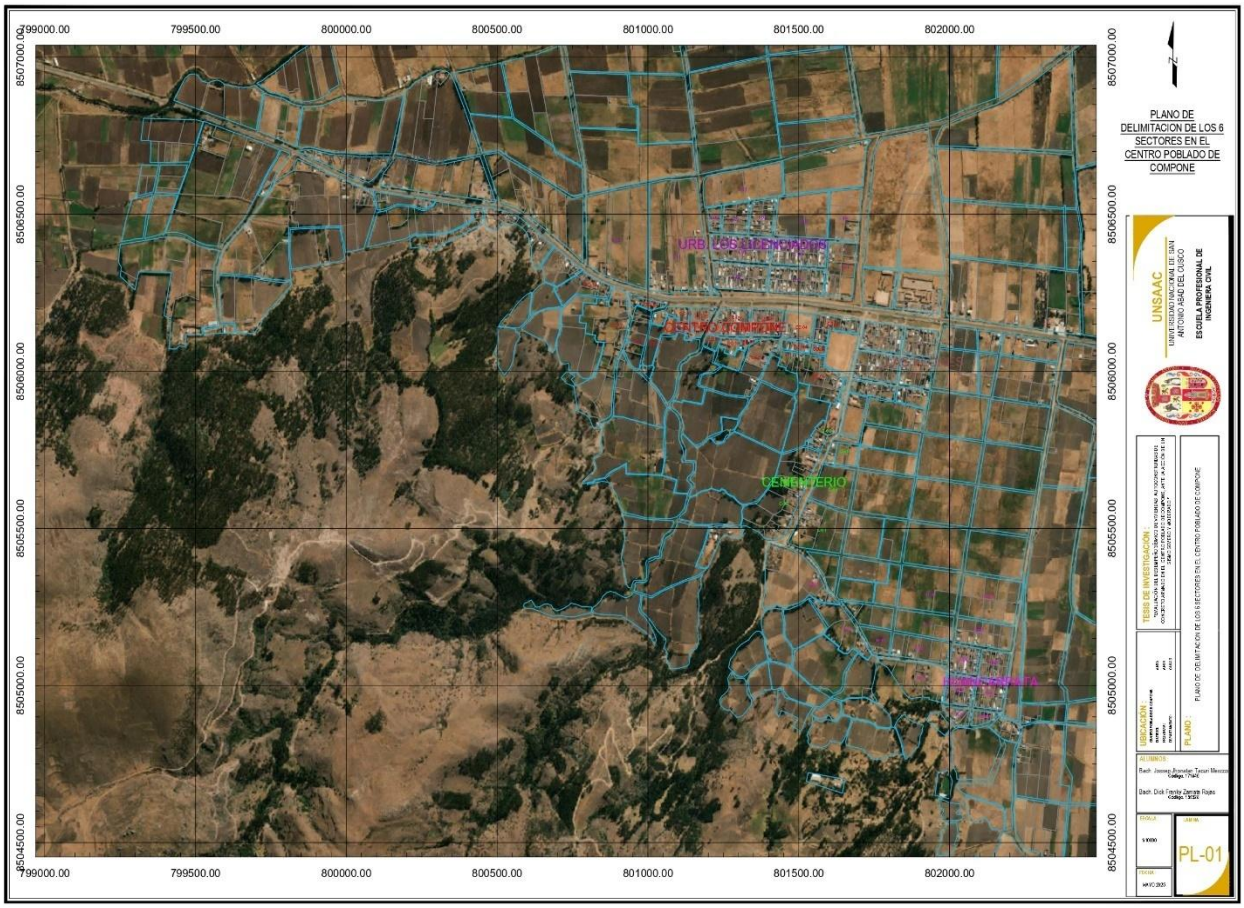
El Centro poblado de Compone se caracteriza por la predominancia de viviendas de adobe, pero con el crecimiento de la población y las facilidades de acceso y sistema

constructivo en el sistema de concreto armado con tabique de ladrillo tipo bloquer, viene incrementando su uso en la construcción de viviendas.

Al llevar a cabo un sondeo en todas las viviendas en el Centro Poblado de Compone, se consiguieron los siguientes resultados, se reconoció 02 clases de sistema de construcción: Viviendas construidas con concreto armado y viviendas de adobe, las cuales están organizadas en 06 sectores, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 24

Delimitación de los 06 sectores del Centro Poblado de Compone



Nota. Elaboración propia

Tabla 16

Contabilización de viviendas de adobe y concreto armado

Sectores	Adobe		Concreto Armado					%
	1 Nivel	2 Niveles	1 Nivel	2 Niveles	3 Niveles	4 Niveles	5 Niveles	
Centro Compone	17	44	17	19	0	0	0	22.88%
Huancarpata	20	35	15	15	0	0	0	20.05%
Ayllu San Isidro	10	30	10	10	0	0	0	14.15%
Urbanización los Licenciados	15	37	12	13	1	0	0	18.40%
Calle Cementerio	4	13	3	5	0	0	0	5.90%
Sector las Flores	17	35	12	15	0	0	0	18.63%
Total	**83**	**194**	**69**	77	**1**	**0**	**0**	**100%**

Nota. Elaboración propia.

Figura 25

Sondeo de todas las viviendas habitadas en el centro poblado de Compone



Nota. El sondeo se realizó en los 06 sectores que conforman el centro poblado de Compone.

4.1.2. Identificación de las Viviendas Autoconstruidas

Las viviendas autoconstruidas de concreto armado son aquellas donde el propietario ejecuta la construcción con sus propios recursos, sin contar con la asesoría profesional en la

etapa de diseño de la edificación como en la ejecución por lo tanto no cuentan con un estudio previo de estudio de mecánica de suelos, diseño arquitectónico, diseño estructural y diseño de instalaciones sanitarias y eléctricas. Además de no presentar una licencia municipal de edificación.

El reconocimiento de las viviendas autoconstruidas de concreto armado se realizó mediante una evaluación en campo de todas las viviendas de concreto armado. En primer lugar, se identificaron todas las viviendas habitables, se revisaron si presentaban detalles arquitectónicos tanto en planta como en elevación para descartar que fueron autoconstruidas y por último se aplicaron encuestas a los propietarios para corroborar si contaron con la asesoría de un profesional para el diseño previo y durante la ejecución (Las fichas de encuesta se muestran en el anexo I). Para de esta manera determinar 60 viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone en los 06 sectores reflejados en la siguiente tabla 16.

Tabla 17

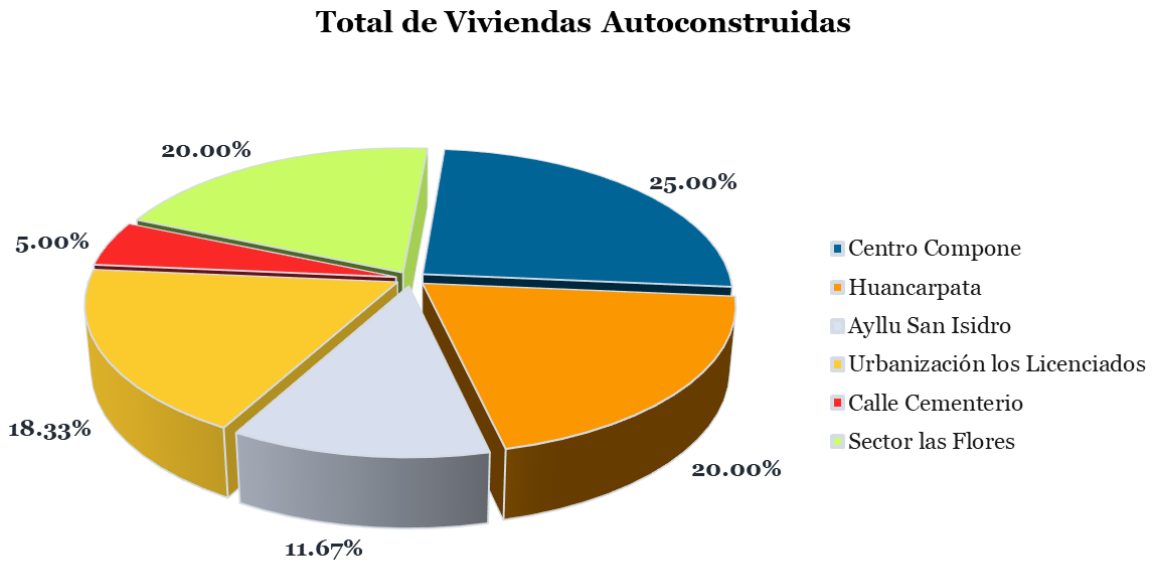
Cantidad de viviendas autoconstruidas de concreto armado en el C.P. Compone por sectores

Sectores	**Viviendas Autoconstruidas de Concreto Armado**	**Viviendas Autoconstruidas de Concreto Armado**	**%**
	2 Nivel	**3 Nivel**	
Centro Compone	15	0	25.00%
Huancarpata	12	0	20.00%
Ayllu San Isidro	7	0	11.67%
Urbanización los Licenciados	10	1	18.33%
Calle Cementerio	3	0	5.00%
Sector las Flores	12	0	20.00%
Total	**59**	**1**	**100%**

Nota. Elaboración propia

Figura 26

Gráfico circular de la cantidad de viviendas autoconstruidas de concreto armado por sectores



Nota. Elaboración propia.

Figura 27

Encuesta a propietarios de viviendas



Nota. Se realizo las encuestas a las viviendas habitadas de concreto armado en el centro poblado de Compone.

4.1.3. Selección de las Viviendas autoconstruidas de estudio

De las 60 viviendas autoconstruidas de concreto armado existentes en el área de estudio, se determinó de manera estadística que el tamaño de muestra para el presente estudio es de 32 viviendas de acuerdo al Ítem 3.3.2 Muestra. Las cuales fueron distribuidas de manera proporcional en los 06 sectores de acuerdo al número total de viviendas autoconstruidas que presenta cada sector.

La selección de las 32 viviendas autoconstruidas no siguió un orden predefinido, ya que la principal restricción para llevar a cabo el estudio de investigación fue la accesibilidad a las unidades de viviendas autoconstruidas.

Tabla 18

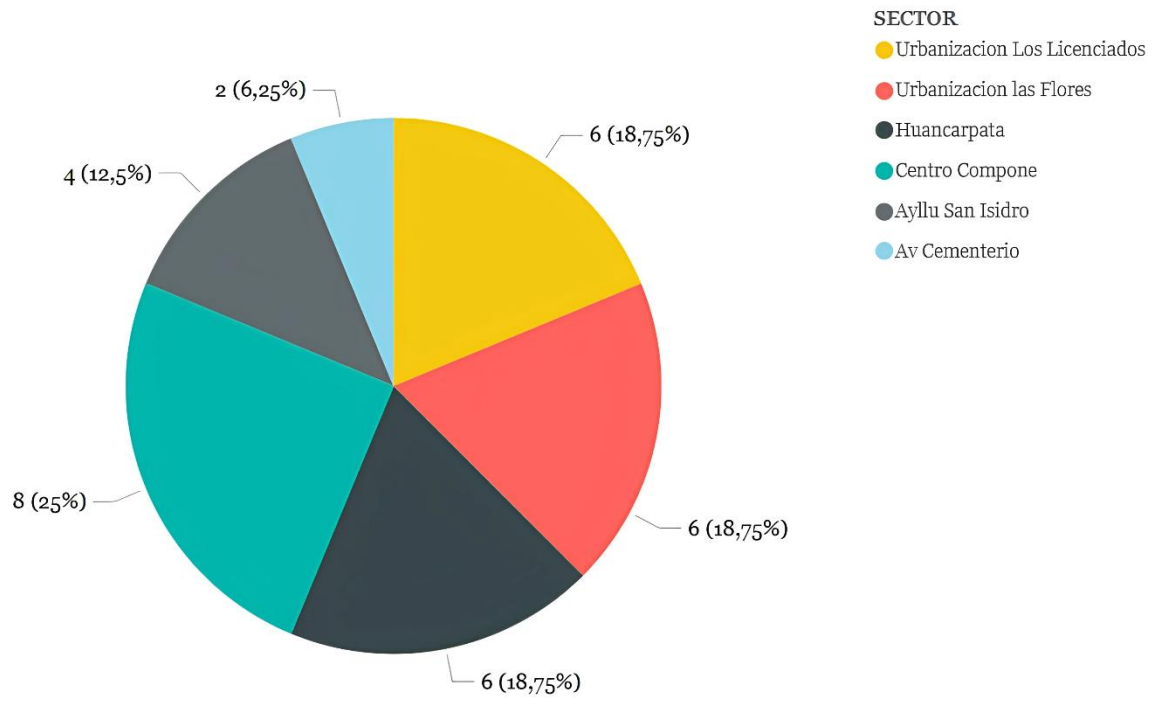
Distribución de las viviendas autoconstruidas seleccionadas por sector

Sectores	Viviendas Autoconstruidas de Concreto Armado 2 Nivel	Viviendas Autoconstruidas de Concreto Armado 3 Nivel	%
Centro Compone	8	0	25.00%
Huancarpata	6	0	18.75%
Ayllu San Isidro	4	0	12.50%
Urbanización los Licenciados	5	1	18.75%
Calle Cementerio	2	0	6.25%
Sector las Flores	6	0	18.75%
Total	**31**	**1**	**100%**

Nota. Elaboración propia.

Figura 28

Gráfico circular de la distribución de las viviendas seleccionadas por sector



Nota. Elaboración propia

4.1.3.1. Planos de las viviendas autoconstruidas seleccionadas

Para la elaboración de los planos estructurales de las 32 viviendas seleccionadas se llevó a cabo un trabajo en campo, para la obtención de las medidas geométricas de los espacios interiores, elementos estructurales, muros de albañilería en planta y alzado de las viviendas empleando flexómetro y cinta métrica, además en campo se evidencio la medida del diámetro del acero de refuerzo de las columnas. A excepción de la medida del acero de refuerzo de las vigas y viguetas que conforman el sistema estructural de las viviendas. Para ello se aplicaron encuestas a los maestros de obra y/o propietarios para determinar las características de los elementos principales de la vivienda y las técnicas constructivas empleadas durante el proceso de ejecución (Las encuestas aplicadas se muestran en el anexo I del presente trabajo de investigación).

A partir de las medidas obtenidas en campo y de las encuestas aplicadas a los maestros de obra y/o propietarios se generaron los planos estructurales para las 32 viviendas autoconstruidas seleccionadas.

Figura 29

Levantamiento de medidas en campo de las viviendas autoconstruidas



Nota. Elaboración propia

4.1.4. Tipificación de las Viviendas autoconstruidas Seleccionadas en estudio

Las viviendas autoconstruidas seleccionadas en estudio se encuentran ubicadas en una zona sísmica. Por ello desde el punto de vista estructural, es de factor importante identificar la configuración geométrica de los principales elementos portantes en planta y alzado, los cuales juegan un rol importante en el comportamiento sísmico de las viviendas. A partir de los planos estructurales elaborados de las viviendas en estudio se logró identificar seis tipos de configuraciones: Viviendas tipo I (43.75%), Viviendas tipo II (18.75%), Viviendas tipo III (25.00%), Viviendas tipo IV (6.25%), Viviendas tipo V (3.13%) y Viviendas tipo VI (3.13%). Como se muestra en la siguiente tabla resumen, Tabla 19.

Tabla 19

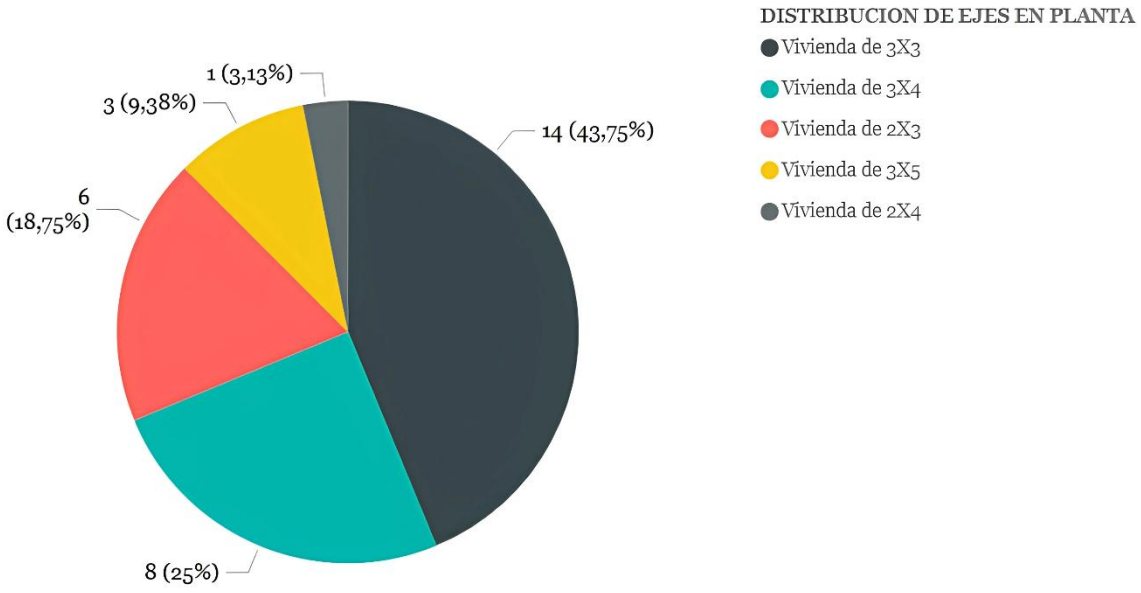
Tipos de configuraciones de las viviendas autoconstruidas de concreto armado

Tipo	Distribución de ejes en planta	Número de Niveles	Número de viviendas	%
I	3X3	2	14	43.75%
II	2X3	2	6	18.75%
III	3X4	2	8	25.00%
IV	3X5	2	2	6.25%
V	3X5	3	1	3.13%
VI	2X4	2	1	3.13%
	Total		**32**	**100.00%**

Nota. Elaboración propia

Figura 30

Gráfico circular de la distribución de viviendas seleccionadas de acuerdo al número de ejes en planta.



Nota. Elaboración propia

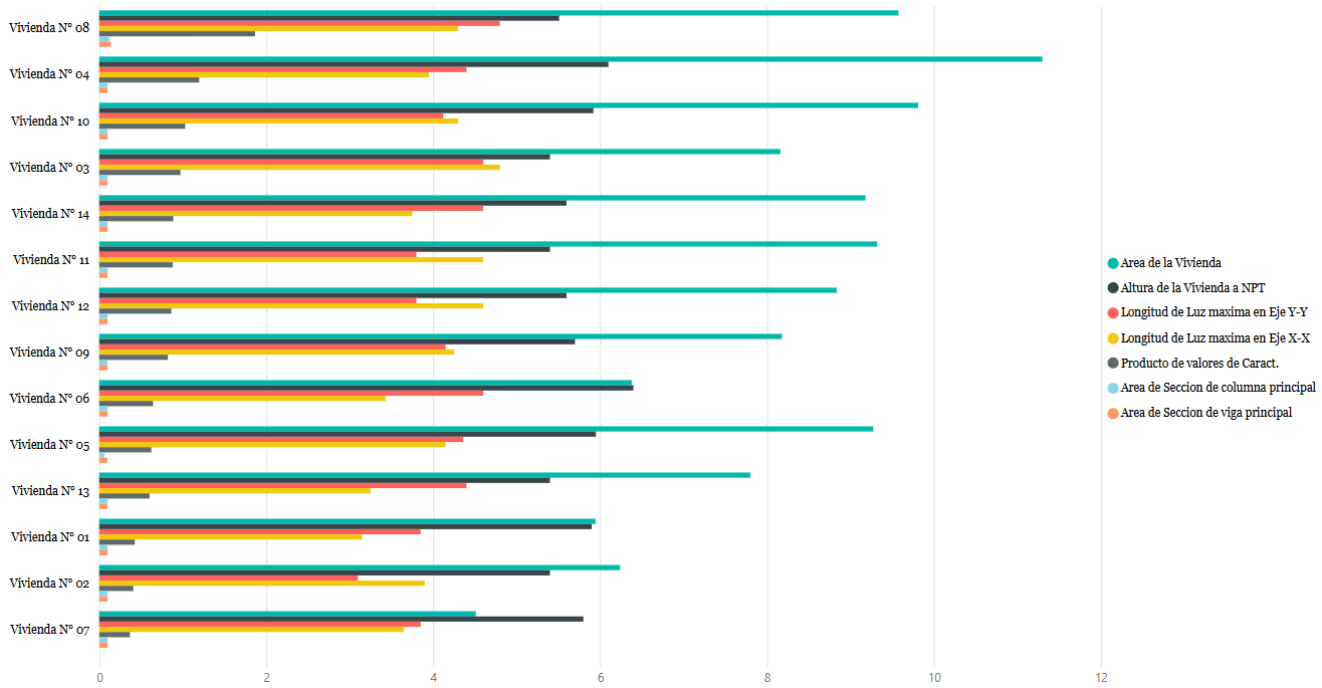
La selección de las viviendas a intervenir en el presente trabajo de investigación se realizó considerando aquellas que pertenecen a los grupos con mayor cantidad de unidades según la distribución basada en el número de ejes por planta. En este sentido, se incluyeron las viviendas con configuraciones estructurales de 3x3, 3x4 y 2x3 ejes, debido a su

predominancia en la muestra analizada. Adicionalmente, se incorporó una vivienda con una configuración de 3x5 ejes y tres niveles, con el propósito de ampliar el alcance del estudio hacia tipologías menos frecuentes pero relevantes para el análisis.

Para establecer la tipificación final de las viviendas objeto de estudio, se considerarán las siguientes características estructurales y dimensionales: área total de la vivienda, altura de la edificación, área de la sección transversal de la columna principal, área de la sección transversal de la viga principal, longitud máxima de la luz en el eje X-X y longitud máxima de la luz en el eje Y-Y. Con base en esta caracterización, se identificarán tres tipologías representativas: la vivienda con las mayores dimensiones, la vivienda con las menores dimensiones y una vivienda promedio, seleccionada según los valores intermedios de las características analizadas. Este enfoque permitirá una clasificación precisa y equilibrada para el análisis.

Figura 31

Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 3x3

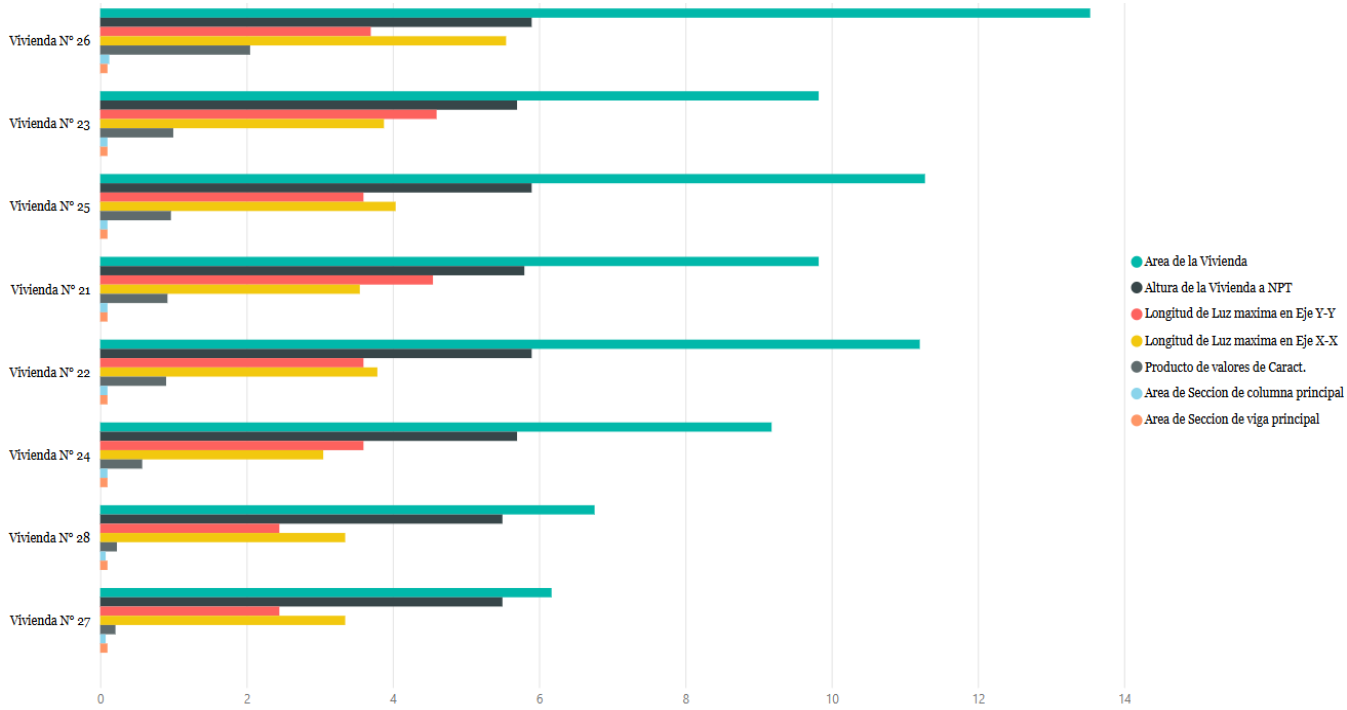


Nota. Elaboración propia

En el gráfico de barras presentado anteriormente, se muestran de manera descendente los valores correspondientes a las características estructurales y dimensionales de las viviendas seleccionadas con configuración 3x3. A partir del análisis del gráfico, se identificaron las tres tipologías representativas: la vivienda N°08, que destaca como la de mayores dimensiones; la vivienda N°07, que corresponde a la de menores dimensiones; y la vivienda N°12, seleccionada como la vivienda promedio debido a sus valores intermedios en las características analizadas.

Figura 32

Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 3x4



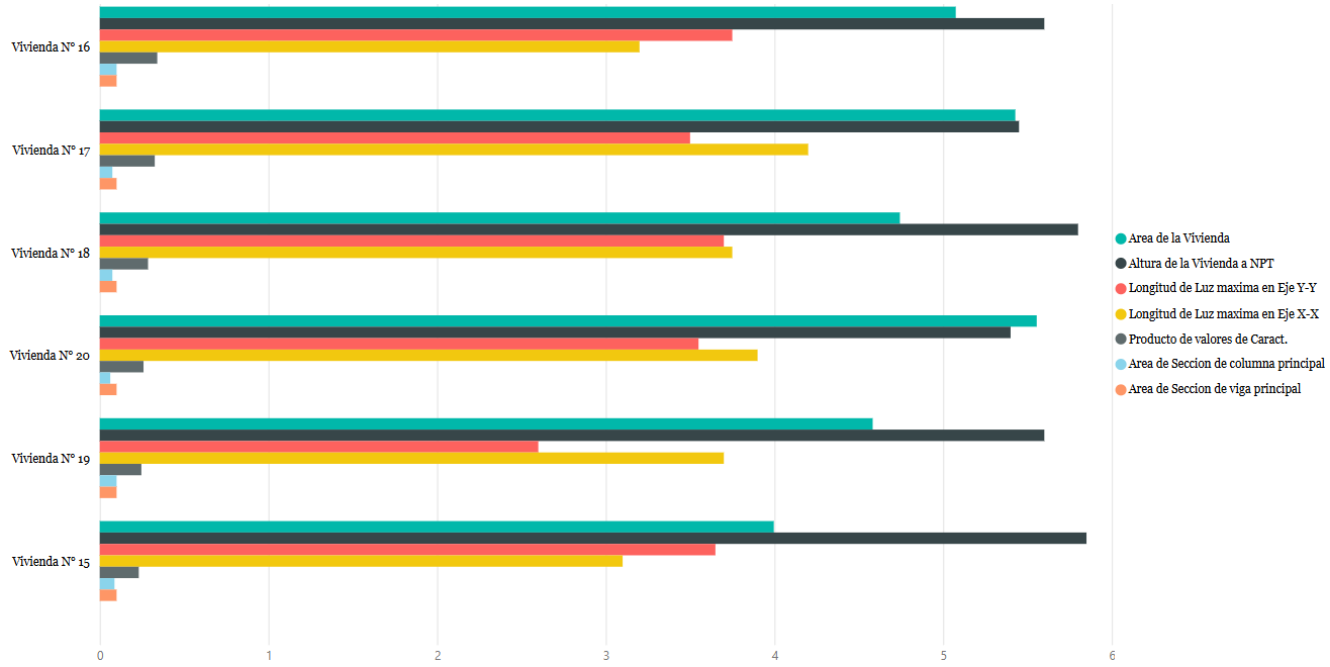
Nota. Elaboración propia

En el gráfico de barras presentado anteriormente, se muestran de manera descendente los valores correspondientes a las características estructurales y dimensionales de las viviendas seleccionadas con configuración 3x4. A partir del análisis del gráfico, se identificaron las tres tipologías representativas: la vivienda N°26, que destaca como la de mayores dimensiones; la vivienda N°27, que corresponde a la de menores dimensiones; y la

vivienda N°22, seleccionada como la vivienda promedio debido a sus valores intermedios en las características analizadas.

Figura 33

Gráfico de barras de las características estructurales y dimensionales de viviendas seleccionadas de 2x3



Nota. Elaboración propia

En el gráfico de barras presentado anteriormente, se muestran de manera descendente los valores correspondientes a las características estructurales y dimensionales de las viviendas seleccionadas con configuración 2x3. A partir del análisis del gráfico, se identificaron las tres tipologías representativas: la vivienda N°16, que destaca como la de mayores dimensiones; la vivienda N°15, que corresponde a la de menores dimensiones; y la vivienda N°18, seleccionada como la vivienda promedio debido a sus valores intermedios en las características analizadas.

A continuación, se presenta una tabla resumen que detalla las viviendas tipificadas seleccionadas para su análisis en el presente trabajo de investigación.

Tabla 20

Viviendas tipificadas seleccionadas

Tipo	Distribución de ejes en planta	Número de niveles	Número de vivienda	Propietario	Sector
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 07	Jocelin Meza Valdivieso	Ayllu San Isidro
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 08	Hilario Contoy Vargas	Urb. las Flores
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 12	Franklin Quispe Ramírez	Urb. Los Licenciados
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 15	Hector Ojeda Maruri	Ayllu San Isidro
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 16	Edwin Messco Valenzuela	Urb. Los Licenciados
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 18	Ernestina Leiva Rocca	Huancarpata
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 22	Irma Isabel Mantilla Villa	Ayllu San Isidro
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 26	Juan Francisco Huillca Cusi	Urb. las Flores
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 27	Pepe Huallparimachi Huamán	Huancarpata
V	Vivienda de 3X5	3	Vivienda N° 31	Pedro Labra Huillca	Urb. Los Licenciados
Total, de Viviendas Tipificadas				10 Viviendas	

Nota. Elaboración propia

4.2. Verificación de las condiciones de apoyo de las viviendas tipificadas seleccionadas

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (E.050, 2018), sobre suelos y cimentaciones, en la Tabla 1 titulada "Tipo de edificación u obra para determinar el número de puntos de exploración", las viviendas tipificadas seleccionadas se clasifican como estructuras de pórticos y/o muros de concreto armado, considerando que la distancia máxima entre columnas es de 10 metros y que el número de pisos no supera los tres niveles. Por lo tanto, estas edificaciones corresponden a la categoría Tipo III. Con base en esta clasificación, el número mínimo de puntos de exploración requerido para este tipo de edificaciones, según

la Tabla 6 de la misma norma, es de un punto por cada 900 metros cuadrados de área techada del primer piso. Este criterio asegura un adecuado análisis del terreno para garantizar la estabilidad y seguridad estructural del proyecto conforme a los lineamientos establecidos en la normativa.

Las 10 viviendas tipificadas seleccionadas para el presente trabajo de investigación, presentan áreas techadas individuales que varían entre 30 m² y 140 m², con un área techada total combinada de las 10 viviendas de 785.85 m². Dado que el área total evaluada (785.85 m²) es inferior al umbral de 900 m² establecido por la norma (E.050, 2018), solo se requiere un punto de exploración geotécnica para caracterizar las condiciones del suelo. Este muestreo garantiza la representatividad estadística del terreno de apoyo, el cumplimiento normativo para validar la capacidad portante y la optimización de recursos sin comprometer la seguridad estructural de las viviendas.

Tabla 21

Cuadro de áreas techadas de las viviendas tipificadas

Tipo	Distribución de ejes en planta	Número de niveles	Número de vivienda	Área techada de vivienda
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 07	45.12 m²
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 08	95.77 m²
I	Vivienda de 3X3	2	Vivienda N° 12	88.36 m²
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 15	39.96 m²
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 16	50.75 m²
II	Vivienda de 2X3	2	Vivienda N° 18	47.44 m²
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 22	112.06 m²
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 26	135.36 m²
III	Vivienda de 3X4	2	Vivienda N° 27	61.72 m²
V	Vivienda de 3X5	3	Vivienda N° 31	109.32 m²
Área Total de viviendas tipificadas				**785.85 m²**

Nota. Elaboración propia

La selección del punto de exploración geotécnica se realizó de manera estratégica, considerando los siguientes aspectos:

- Localización céntrica: Se eligió una zona céntrica en el Centro Poblado de Compone, lo que permite una mayor representatividad de las condiciones del suelo para el conjunto de viviendas estudiadas.

- Aprovechamiento de estudios previos: Se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de estudios de suelo existentes en el área, con especial énfasis en el Informe Geotécnico de la obra "Mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa inicial N° 671 del centro poblado de Compone del distrito, provincia de Anta, Región Cusco".

- Análisis de sondeos previos: El informe mencionado anteriormente incluye datos de 4 puntos de sondeo ubicados en la parte céntrica del centro poblado, proporcionando información valiosa sobre las características geotécnicas en esa área.

Figura 34

Ubicación de puntos de sondeo recopilados en la zona de estudio



Nota. Elaboración propia, adaptado del Informe geotécnico del 2019 de la obra "Mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa inicial N° 671 del centro poblado de Compone del distrito, provincia de Anta, Región Cusco".

Los ensayos realizados en los estudios de suelos, junto con la normativa técnica aplicada, se detallan en la Tabla 22, según lo indicado en el informe geotécnico previamente mencionado. Esta tabla presenta de manera organizada los tipos de ensayos ejecutados y las normativas de referencia utilizadas para garantizar la calidad y precisión en la caracterización del suelo.

Tabla 22

Ensayos realizados en laboratorio

Ensayo de Laboratorio	Normas Aplicables
Preparación de Muestras	ASTM D 420-69, UNE 103-100-95
Análisis Granulométrico	ASTM D 422, UNE 103-101-95
Determinación of Water (Moisture) Content of Soil and Rock	ASTM D 4643, WK14112
Limite líquido y plástico	ASTM D 4318, UNE 103-103-94
Clasificación unificada de suelos SUCS – AASHTO	ASTM D 2487/00
Ensayo de Compresión simple	ASTM D 3080

Nota. Adaptado del Informe geotécnico del 2019 de la obra "Mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa inicial N° 671 del centro poblado de Compone del distrito, provincia de Anta, Región Cusco".

De acuerdo al informe técnico referenciado se han realizado 4 puntos de verificación y se confirma que el suelo de fundación presenta condiciones y características homogéneas, el suelo de fundación corresponde a un suelo grueso con finos identificado como una Arena arcillosa limosa SC-SM, el cual presenta una capacidad de carga de Qadm=1.02 kg/cm2.

Según la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), los perfiles de suelo con capacidades portantes mayores a 0.50kg/cm2 y menores a 1.00kg/cm2 se clasifican como suelos intermedios (S2). En este caso, el perfil estudiado cumple con estas características, confirmando su clasificación dentro de esta categoría normativa.

4.3. Ensayos in Situ y en Laboratorio

4.3.1. Ensayo de esclerometría

Se realizó el ensayo de esclerometría utilizando un esclerómetro conforme a lo establecido en la norma NTP 339.181. La prueba se aplicó en cada nivel, en todos los elementos estructurales (columnas, vigas y losas), para cada una de las viviendas tipificadas.

Superficie de Ensayo

Tomando las consideraciones establecidas por la norma NTP 339.181, se realizó la toma de datos en superficies rectangulares de 15x20cm, en zonas con alta porosidad se hizo el uso de una piedra laja para pulir dichas superficies.

Figura 35

Determinación de la resistencia a compresión con esclerómetro en viviendas tipificadas



Nota. Superficies ensayadas correspondiente a losas aligeradas, columnas y vigas

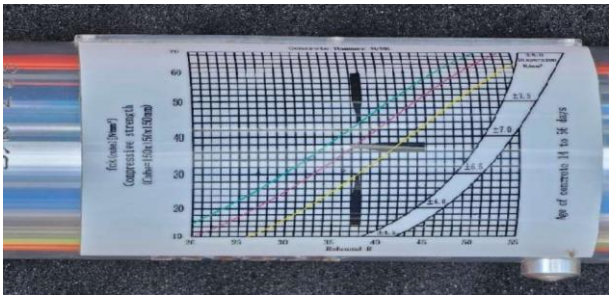
Mediciones.

En cada superficie de ensayo se tomó un total de 10 lecturas, los cuales, como exige la NTP 339.181 del promedio de las lecturas, como máximo solo 2 datos pueden variar por 6 unidades, caso contrario las lecturas en dicho punto se anularían.

La gráfica del equipo que relaciona el número de rebote con la resistencia a la compresión indica una variación en función del número de rebote leído.

Figura 36

Ábaco de esclerómetro para determinar resistencia a la compresión



Nota. El siguiente ábaco determina la resistencia a la compresión en base al número de rebote

Dado que el ensayo de esclerometría proporciona estimaciones aproximadas de la resistencia del concreto, para efectos de la evaluación estructural en el presente estudio se adoptó un valor representativo de resistencia a la compresión para todos los elementos estructurales de cada vivienda tipificada respectivamente. Este valor corresponde al promedio de los resultados obtenidos en los distintos elementos estructurales evaluados, y se utilizó de manera uniforme para todos ellos.

Tabla 23

Resultados del ensayo Esclerometría en las viviendas tipificadas.

Número de vivienda	Propietario	Sector	f´c Promedio del concreto (kg/cm2)	f´c Redondeado del concreto (kg/cm2)
Viv. N° 07	Jocelin Meza Valdeiglesias	Ayllu San Isidro	180.92	180.00
Viv. N° 08	Hilario Contoy Vargas	Urb. las Flores	181.34	180.00
Viv. N° 12	Franklin Quispe Ramírez	Urb. Los Licenciados	180.66	180.00
Viv. N° 15	Hector Ojeda Maruri	Ayllu San Isidro	169.54	170.00
Viv. N° 16	Edwin Mescco Valenzuela	Urb. Los Licenciados	171.76	170.00
Viv. N° 18	Ernestina Leiva Rocca	Huancarpata	180.33	180.00
Viv. N° 22	Irma Isabel Mantilla Villa	Ayllu San Isidro	180.25	180.00
Viv. N° 26	Juan Francisco Huillca Cusi	Urb. las Flores	183.57	185.00
Viv. N° 27	Pepe Huallparimachi Huamán	Huancarpata	183.65	185.00
Viv. N° 31	Pedro Labra Huillca	Urb. Los Licenciados	183.19	185.00

Nota. Valor de resistencia a compresión del concreto, resultante del promedio de los valores obtenidos de los elementos estructurales.

Módulo de elasticidad.

El módulo de elasticidad del concreto para cada vivienda tipificada se calculó en base a la siguiente ecuación, establecido en la norma (E.060, 2009).

$$\mathbf{E = 15000 * \sqrt{f'c}}$$

Donde f'c representa la resistencia característica representativa a compresión axial del concreto en kg/cm2.

Tabla 24

Resultados del módulo de elasticidad del concreto en las viviendas tipificadas

Número de vivienda	Propietario	Valor representativo de f´c del concreto (kg/cm2)	Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm2)
Vivienda N° 07	Jocelin Meza Valdeiglesias	180.00	201246.12
Vivienda N° 08	Hilario Contoy Vargas	180.00	201246.12
Vivienda N° 12	Franklin Quispe Ramírez	180.00	201246.12
Vivienda N° 15	Hector Ojeda Maruri	170.00	195576.07
Vivienda N° 16	Edwin Mescco Valenzuela	170.00	195576.07
Vivienda N° 18	Ernestina Leiva Rocca	180.00	201246.12
Vivienda N° 22	Irma Isabel Mantilla Villa	180.00	201246.12
Vivienda N° 26	Juan Francisco Huillca Cusi	185.00	204022.06
Vivienda N° 27	Pepe Huallparimachi Huamán	185.00	204022.06
Vivienda N° 31	Pedro Labra Huillca	185.00	204022.06

Nota. Los valores de modulo elasticidad fueron calculados para el valor representativo de la resistencia a compresión axial para cada vivienda tipificada.

4.3.2. Ensayo de compresión axial en primas de albañilería

Obtención de muestras de bloquer de arcilla.

A través de encuestas aplicadas a los maestros de obra de las viviendas tipificadas, se identificó que los ladrillos de arcilla tipo bloquer utilizados en la construcción en el centro poblado de Compone presentan dimensiones de 0.12 m × 0.28 m × 0.18 m. Asimismo, se determinó que dichos materiales son adquiridos en ferreterías locales. En consecuencia, las

muestras utilizadas en el estudio fueron obtenidas directamente de las ferreterías del centro poblado de Compone, garantizando la representatividad de los materiales empleados en obra.

Figura 37

Muestra representativa de ladrillo bloquer de arcilla



Nota. Ladrillo bloquer adquirido en ferreterías del centro poblado de Compone.

Obtención de agregado fino para la preparación del mortero.

Mediante las encuestas realizadas a los maestros de obra de las viviendas tipificadas, se determinó que el agregado utilizado para la preparación del mortero corresponde al "confitillo", proveniente de las canteras ubicadas en el sector de Ancahuasi y comercializado por las ferreterías del centro poblado de Compone. Asimismo, se identificó que la dosificación típica utilizada en obra para la mezcla cemento–confitillo es de 1:4 y un espesor de junta de 2cm. En función de esta información, las muestras del agregado fueron adquiridas directamente en las ferreterías locales, a fin de asegurar la representatividad del material empleado en las construcciones evaluadas.

Figura 38

Muestra representativa de agregado fino



Nota. Agregado fino "confitillo" adquirido en ferretería del centro poblado de Compone.

Preparación de prismas de albañilería.

Para la elaboración de las muestras del presente ensayo, se construyeron prismas conformadas por tres unidades de ladrillo bloquer de arcilla, unidas mediante mortero con una dosificación cemento–agregado de 1:4 y un espesor de junta de 2 cm. Esta configuración permitió cumplir con la relación entre la altura y el espesor del prisma establecido por la norma NTP 399.605, la cual debe estar comprendida entre 1.3 y 5.0. La pila resultante presentó una altura de 58 cm y un espesor de 12 cm, obteniéndose así una relación altura/espesor de 4.83, valor que se aproxima a 4.80.

Figura 39

Elaboración de prismas de bloquer de arcilla



Nota. Se realizaron 03 muestras de prismas de albañilería para el ensayo de compresión axial en el centro poblado de Compone, para que las muestras se encuentren a condiciones ambiente representativas de las viviendas en estudio, como indica la norma NTP 399.605.

Refrentado de prismas de albañilería.

La norma peruana de albañilería (E.070, 2019), en el artículo 13.5 estable que “los prismas tendrán un refrentado de cemento – yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería”, a fin de que las cargas aplicadas durante el ensayo de compresión axial sean distribuidas uniformemente en toda la superficie de la muestra a ensayar.

El proceso de refrentado se llevó a cabo a los 28 días calendario de edad de los prismas, y se realizó con una anticipación de 3 días respecto a la ejecución del ensayo de compresión axial.

Figura 40

Proceso de refrentado de prisma de albañilería con cemento - yeso



Nota. El proceso del refrentado se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y materiales de la escuela profesional de Ingeniería civil de la UNSAAC.

Compresión axial de prismas de albañilería.

Una vez transcurrido los 28 días del curado y secado de los prismas de albañilería se procedió a realizar el ensayo de compresión axial, de esta manera conocer el valor de compresión axial y módulo de elasticidad de muros de albañilería de las viviendas tipificadas en el centro poblado de Compone. Se calculo el esfuerzo ultimo mediante la siguiente formula:

$$f'm = \frac{P_{max}}{a * b}$$

Donde:

f 'm: Esfuerzo de compresión admisible del prisma (kgf/cm2)

Pmax: Carga máxima (kgf)

a: Espesor de prisma

b: Ancho de prisma

El valor final de la resistencia a compresión calculada estará condicionado por un factor de corrección asociado a la esbeltez del prisma, el cual se determina según la tabla que se presenta a continuación. La esbeltez del prisma se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Esbeltez = \frac{H}{a}$$

Donde:

H: Altura del prisma

a: Espesor de prisma

Tabla 25

Factores de corrección de f'm por esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE (f´m) POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor de corrección	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Nota. Adaptado de la Norma E.070 de Albañilería.

Tabla 26

Tabla del control de edad de prismas de albañilería

N° de pila	Espesor de junta (cm)	Dosificación del mortero	Fecha de modelo	Fecha de rotura	Edad
PL-01	1.50	1:4	21/02/2025	08/04/2025	46
PL-02	1.50	1:4	21/02/2025	08/04/2025	46
PL-03	1.50	1:4	21/02/2025	08/04/2025	46

Nota. Cálculo de la edad a partir de la fecha de elaboración de prismas hasta el día de rotura.

Tabla 27

Dimensiones de los prismas de albañilería

N° de Pila	Dimensiones							
	Largo		Ancho		Altura			
	d1 (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d2 (cm)	L1 cm	L2 cm	L3 cm	L4 cm
PL-01	28.00	28.00	12.00	12.00	58.03	58.03	58.02	58.02
PL-02	28.00	28.00	12.00	12.00	58.04	58.04	58.07	58.06
PL-03	28.00	28.00	12.00	12.00	58.03	58.01	58.03	58.05

Nota. Medición de los 03 prismas de sus 04 caras respectivamente.

Figura 41

Medición de prismas de albañilería



Nota. Medición de las 4 caras de los 03 prismas de albañilería.

Tabla 28

Resultados del ensayo de compresión axial de prismas de albañilería

N° de pila	Área (cm2)	Esbeltez (cm)	Factor de corrección (Fce)	Máxima carga de prueba (kgf)	Esfuerzo P/A (kgf/cm2)	Esfuerzo corregido f´m (kgf/cm2 - Mpa)	
PL-01	336.00	4.84	0.993	15076.88	44.87	44.58	4.37
PL-02	336.00	4.84	0.994	14816.43	44.10	43.81	4.30
PL-03	336.00	4.84	0.993	16453.20	48.97	48.65	4.77
Promedio Esfuerzo admisible de compresión promedio f 'm(kgf/cm²):						45.68	
Desviación estándar σ (kgf/cm²):						2.60	
Coeficiente de variación (Dispersión):						5.69%	
Resistencia característica f'm (kgf/cm²):						**43.08**	
Módulo de Elasticidad de acuerdo a la norma E.070(kgf/cm²):						**21539.137**	

Nota. El esfuerzo admisible de compresión axial promedio es de 43.08 kgf/cm².

Figura 42

Ensayo de compresión axial de prismas de albañilería





Nota. Ensayo a compresión axial de los 03 prismas de albañilería.

Determinación del módulo de elasticidad Em.

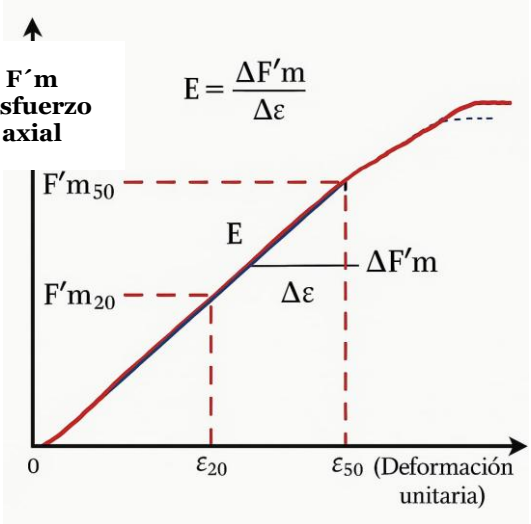
Para el cálculo del módulo de elasticidad se vio por conveniente colocar 02 LVDT´s en los prismas de albañilería, para poder calcular experimentalmente el módulo de elasticidad Em, siguiendo lo establecido por la norma E.070 de albañilería en el Art. 13.

El módulo de elasticidad Em fue determinado a partir del tramo lineal de la curva esfuerzo–deformación, específicamente en el rango comprendido entre el 20 % y el 50 % de la carga axial máxima. Aunque dicho rango no está establecido en la normativa peruana, su uso se basa en la recomendación de los ingenieros San Bartolomé y Quiun, quienes lo proponen como una estimación representativa del comportamiento elástico del material.

El módulo de elasticidad es calculado como la pendiente del grafico esfuerzo – deformación unitaria, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 43

Pendiente para el cálculo del módulo de elasticidad



La deformación de los tres prismas fue medida en una sola cara mediante el uso de dos LVDT´s. A partir de la separación entre estos sensores se obtuvo la deformación unitaria. El esfuerzo axial f'm se calculó como una fracción de la carga máxima dentro del rango seleccionado, dividida entre el área bruta de cada prisma, tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 29

Cálculo de la variación del esfuerzo axial entre el 20% y 50% de la carga máxima

N° de pila	Carga Máxima Pmax (Kgf)	Área cm2	P (20%)	P (50%)	ΔP (kgf)	Δσ (kgf/cm2)
PL-01	15076.88	336.00	3015.38	7538.44	4523.06	13.46
PL-02	14816.43	336.00	2963.29	7408.22	4444.93	13.23
PL-03	16453.20	336.00	3290.64	8226.60	4935.96	14.69

Nota. Cálculo de la variación del esfuerzo axial en la parte lineal al 20% y 50% de la carga máxima, respectivamente para ensayo.

T*abla 30*

Cálculo del módulo de elasticidad de la albañilería de bloquer de arcilla

N° de pila	**ε**	**ε**	**Longitud entre topes**	**Δε**	**Módulo de elasticidad**
	20%	**50%**	**cm**	**cm/cm**	**Em (kgf/cm²)**
PL-01	0.00090	0.00150	39.40	0.001	22435.83
PL-02	0.00075	0.00140	40.40	0.001	20352.24
PL-03	0.00109	0.00179	41.40	0.001	20975.59
Promedio Modulo de Elasticidad (kgf/cm²):					21254.55
Desviación Estándar σ (kgf/ cm²):					1069.44
Coeficiente de Variación:					5.03%
Módulo de Elasticidad de albañilería (kgf/cm²):					**20185.11**

Nota. Cálculo del módulo de elasticidad de la albañilería en la parte lineal al 20% y 50% de la carga máxima, resultando 20185.11 kgf/cm².

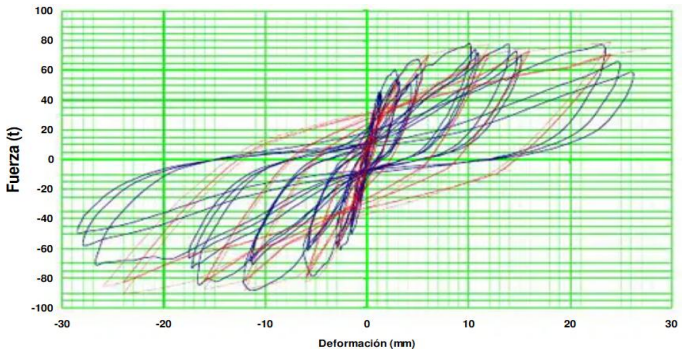
Capítulo V: Calibración y Ajuste de Modelo Numérico de Muro de Albañilería

5.1. Definición e Importancia de Calibración

(Cardona, et al., 2019) definieron la calibración como el proceso de verificación y validación de los resultados numéricos obtenidos mediante un software, en comparación con los datos provenientes de un ensayo experimental. Su importancia radica en que proporciona confiabilidad al modelo estructural, permitiendo una predicción más precisa de la respuesta estructural y la identificación de posibles comportamientos inciertos. Con el fin de aumentar la confiabilidad del proceso de calibración, (Gálvez Villacorta, El análisis no lineal dinámico y su aplicación en la simulación de respuestas estructurales, s.f.) recomienda realizar una verificación continua de la rigidez de la estructura a medida que esta es afectada por el sismo. Esta rigidez evaluada numéricamente debe compararse con la obtenida a partir de ensayos experimentales, tal como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 44

Ejemplo de calibración de ensayo numérico versus ensayo experimental



Nota. Adaptado de (Gálvez Villacorta, El análisis no lineal dinámico y su aplicación en la simulación de respuestas estructurales, s.f.)

La Figura 42 muestra la comparación entre los resultados del ensayo experimental (en azul) y los de la calibración numérica (en rojo), los cuales deben presentar una buena correlación para validar adecuadamente el modelo. En consecuencia, la calibración implica la modificación iterativa del modelo numérico con el objetivo de lograr una correspondencia óptima con los datos obtenidos experimentalmente.

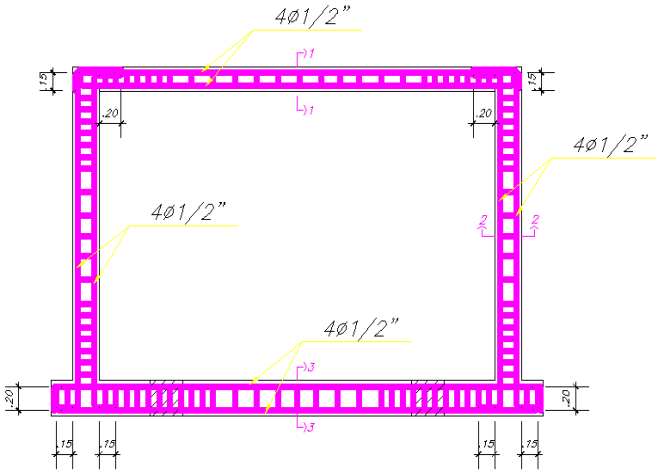
5.2. Características del muro a calibrar

El muro a ensayar fue tomado del trabajo de investigación de Sáenz Tenorio (*Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta*, 2016). En dicho estudio, el autor evaluó experimentalmente el comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillo de arcilla tipo pandereta, como parte de un pórtico con tabiquería de relleno, construido a escala real. Para la presente calibración, se seleccionó el ensayo cíclico coplanar realizado al pórtico con tabique de relleno, con el objetivo de reproducirlo mediante el software ETABS y, de este modo, alcanzar un nivel de confianza adecuado que permita su aplicación en un modelo estructural de mayor escala.

En el muro ensayado se empleó un pórtico de concreto con resistencia f´c = 210 Kg/cm² y acero de fy = 4200 kg/cm², compuesto por columnas de 0.25x0.25x2.4 m y una viga de 0.25x0.25x3.0 m. La viga de cimentación fue de 0.30x0.25x3.62 m. El refuerzo de todos los elementos fue de 4 ø 1/2” y estribos de ø 3/8”.

Figura 45

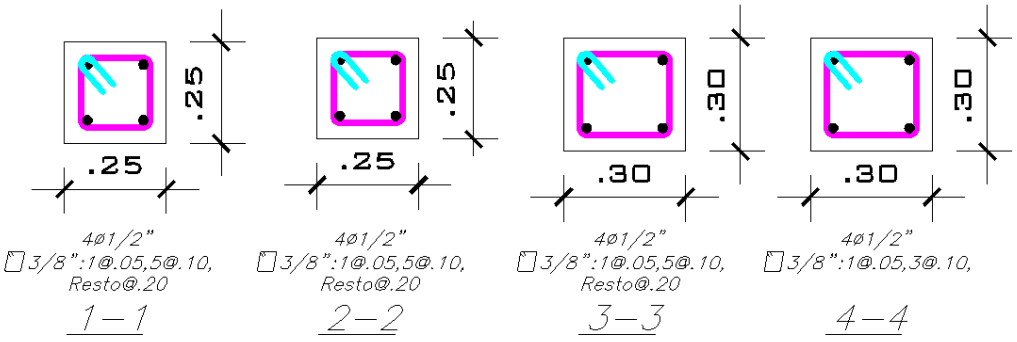
Armadura del pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar



Nota. Adaptado de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016)

Figura 46

Secciones transversales de columnas y vigas de pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar



Nota. Adaptado de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016)

Figura 47

Pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar



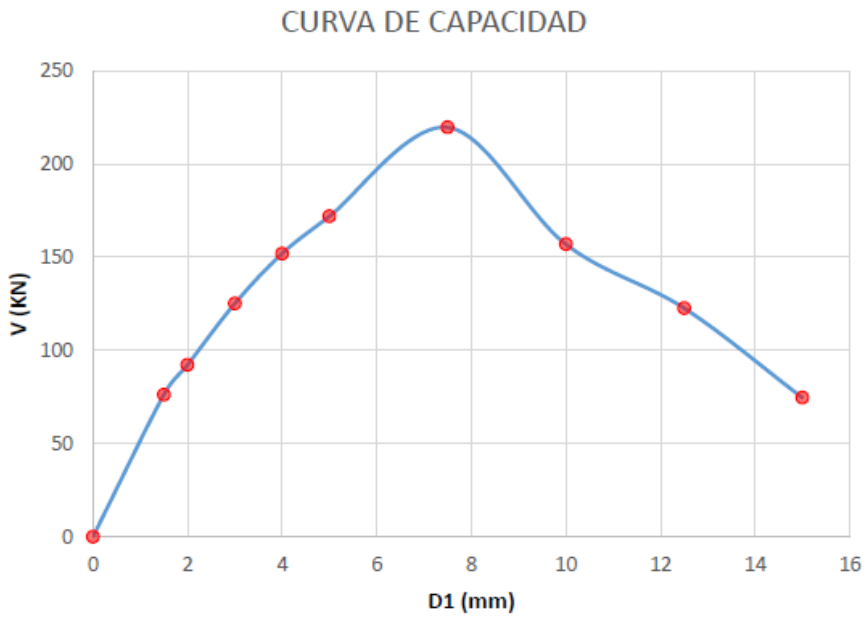
Nota. Adaptado de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016)

La resistencia característica promedio a compresión axial de los prismas de ladrillo pandereta ensayados en el estudio de Sáenz Tenorio (2016) fue de 14.77 kgf/cm², mientras que el módulo de elasticidad, determinado a partir del ensayo esfuerzo-deformación, alcanzó un valor de 25,400 kgf/cm².

A partir del ensayo cíclico coplanar del pórtico con tabique realizado por Sáenz Tenorio (2016), se obtuvo la siguiente grafica de fuerza vs desplazamiento.

Figura 48

Curva de capacidad de pórtico de concreto armado con tabique de relleno a calibrar



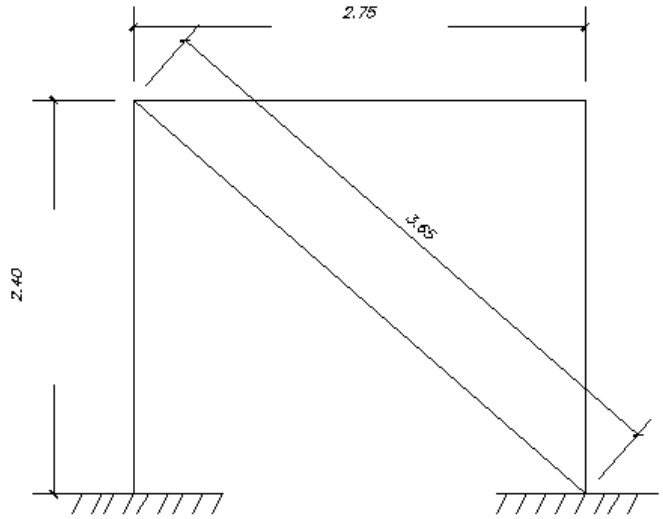
Nota. Adaptado de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016)

Calibración del ensayo

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana de Albañilería E.070, cuando un tabique no se encuentra desacoplado del pórtico que lo enmarca, se produce una interacción entre el tabique y la estructura a porticada. En estos casos, la norma sugiere representar el sistema estructural mediante un modelo compuesto por las barras continuas del pórtico de concreto armado, incorporando un puntal diagonal equivalente de albañilería que actúe únicamente a compresión, en reemplazo del tabique.

Figura 49

Representación de Sistema Pórtico – tabique



Nota. Sistema estructural pórtico – tabique de relleno de acuerdo a la norma peruana de albañilería E.070.

La sección transversal del puntal está dada por b.t:

Donde:

t= espesor efectivo del tabique (sin acabados)

b= ancho equivalente del puntal de albañilería = ¼ D

D= longitud del puntal o longitud diagonal del tabique

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo cíclico coplanar en el trabajo de investigación de (Sáenz Tenorio, Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta, 2016), se identificó la falla por tracción diagonal como la más crítica, ya que compromete la mayor parte del área del tabique. Por esta razón, se le considero la falla principal durante un evento sísmico que involucre la interacción entre el tabique y la estructura.

La resistencia última del puntal por tracción diagonal se determinó utilizado la siguiente expresión de acuerdo a la norma E.070:

$$R_t = 0.85 * \sqrt{f'm} * D * t$$

Tabla 31

Propiedades a considerar en el puntal de albañilería a calibrar

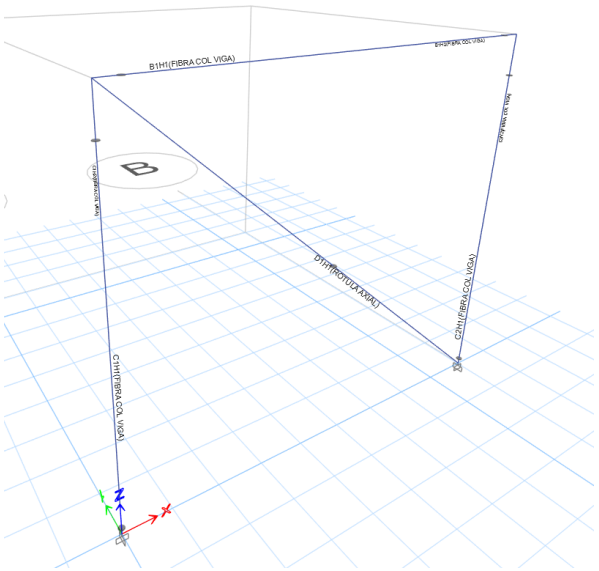
Propiedades de Muro de Albañilería	**Muro de ladrillo pandereta**	
Longitud de muro	L (cm)	275
Altura de muro	H (cm)	240
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	365
Espesor efectivo de muro	t (cm)	11
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	14.77
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	13.116
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	91.25
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	25400
Rigidez axial efectiva	I axial	0.9

El modelo numérico fue desarrollado en el software ETABS V21.0, donde se representó el pórtico de concreto armado mediante elementos tipo frame para columnas y vigas, considerando sus propiedades geométricas y características materiales. Los puntales de albañilería fueron también modelados como elementos tipo frame restringidos únicamente a esfuerzos de compresión, empleando propiedades geométricas acordes a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Albañilería E.070, y propiedades mecánicas obtenidas de los ensayos experimentales realizados por Sáenz Tenorio (2016).

Para capturar la respuesta no lineal del sistema, se incorporaron elementos tipo fibra (fiber hinges) en los extremos de columnas y vigas, ubicados en las zonas críticas de mayor demanda de esfuerzos, con una longitud equivalente al 10 % de la longitud total de cada elemento. En el caso de los puntales de albañilería, la no linealidad se modeló mediante una rótula plástica axial a compresión situada en el centro del elemento, permitiendo representar el comportamiento inelástico característico de este tipo de material bajo carga sísmica.

Figura 50

Modelado en Etabs de sistema pórtico – tabique a calibrar



Nota. Modelado de sistema pórtico con tabique de relleno a calibrar en software Etabs V21.0.

A la rótula plástica axial ubicada en el centro del puntal se le asignaron parámetros específicos de fuerza axial de compresión y deformación axial correspondiente, actuando a lo largo del eje del puntal. Esta rótula fue definida con un patrón de carga a compresión que representa el mecanismo de falla por tracción diagonal, calculado para el puntal de albañilería igual a 13.116 tonf. Asimismo, se asignó un desplazamiento axial genérico de 1 m, cuyo propósito es permitir que las deformaciones asignadas a la rótula estén controladas por los parámetros de fuerza definidos, y no limitadas por el valor de desplazamiento mismo.

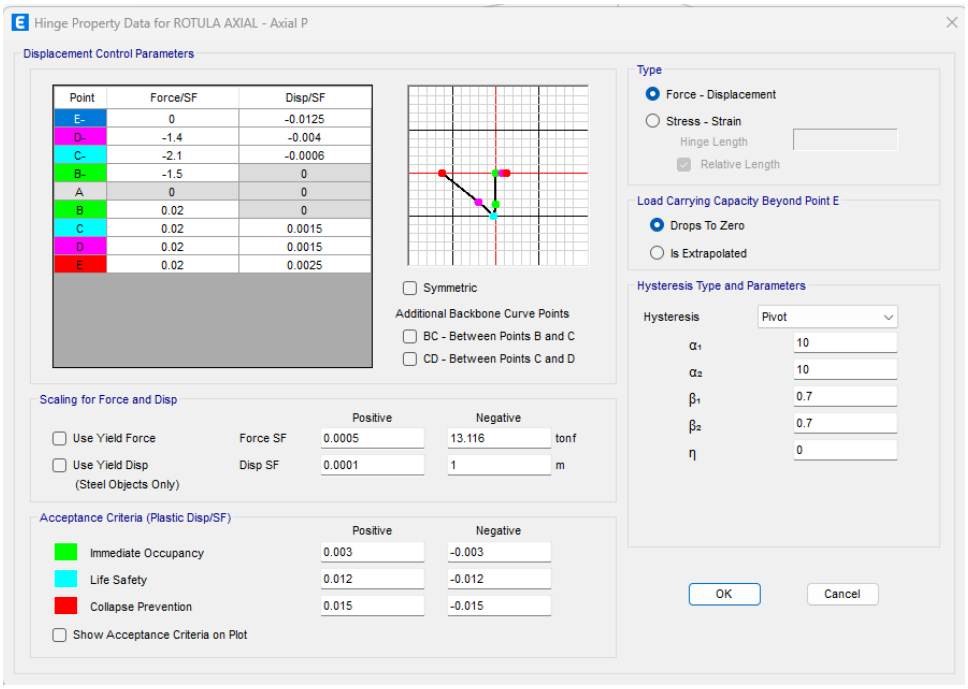
Para el análisis no lineal estático, se utilizó el modelo histérico tipo *pivot*, con el objetivo de mejorar la convergencia numérica de los resultados y capturar con mayor fidelidad el comportamiento cíclico de la albañilería confinada.

Los parámetros finales asignados a la rótula plástica axial fueron determinados mediante un proceso iterativo durante la etapa de calibración del modelo numérico del sistema pórtico–tabique. Este proceso permitió ajustar la respuesta del modelo hasta lograr una adecuada correlación con los resultados obtenidos en el ensayo cíclico coplanar. A

continuación, se presentan los parámetros lineales definidos para la rótula axial, los cuales representan el comportamiento a compresión del puntal de albañilería.

Figura 51

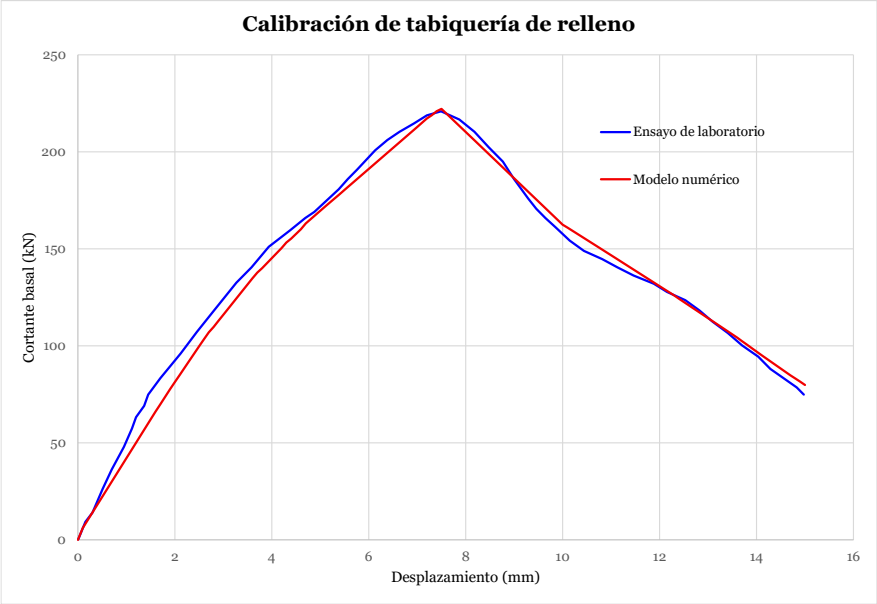
Rotula plástica axial a compresión utilizada para la calibración



Nota. Parámetros de rotula plástica axial a compresión asignados en el software Etabs V21.0.

Figura 52

Comparación de curva de capacidad del ensayo vs del modelo numérico



Nota. Elaboración propia.

A partir del desarrollo de este capítulo, se concluye que la calibración del modelo numérico, realizada con base en los resultados experimentales del ensayo cíclico coplanar de un sistema pórtico–tabique de relleno, propuestos en el trabajo de Sáenz Tenorio (*Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta*, 2016), permitió validar satisfactoriamente el comportamiento estructural del modelo desarrollado en el software ETABS V21.0. La comparación de las curvas de capacidad obtenidas evidenció una respuesta similar entre el ensayo experimental y el modelo computacional, lo cual indica que la calibración alcanzó un nivel adecuado de precisión.

En particular, el uso de una rótula plástica axial a compresión, ubicada en el centro del puntal de albañilería, resultó ser una estrategia efectiva para representar la no linealidad del comportamiento del tabique dentro del marco estructural. Este enfoque proporciona una alternativa confiable en ausencia de un modelo normado específico para este tipo de interacción.

Asimismo, se establece que la etapa de calibración no solo es factible, sino necesaria, cuando se pretende llevar a cabo un análisis no lineal estático en sistemas similares. La finalidad de este proceso fue identificar parámetros adecuados de modelación que, si bien pueden ser extrapolables a otros casos, deben ser ajustados individualmente según las propiedades físicas y mecánicas particulares de cada muro, a fin de garantizar la fidelidad del análisis estructural.

Capítulo VI: Resultados del Análisis de las Viviendas Tipificadas Seleccionadas

6.1. Análisis de la Vivienda Tipificada N°31

6.1.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°31

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por tres niveles y una azotea. El primer nivel consta de cuatro espacios, mini market, sala, comedor y cocina, el segundo y tercer nivel incluyen dos dormitorios, un área de estudio, un servicio higiénico, una sala, un comedor y una cocina, el área techada total de la vivienda es de 109.32 m^2. La altura del primer nivel es de 2.70 m, del segundo y tercer nivel 2.50 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado más muros de albañilería, compuesto por columnas rectangulares de 0.30 x 0.30 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m y muros de albañilería de 12 cm de espesor efectivo contenidos en los ejes E-E del primer nivel, entre el eje B-B y 01-02 del segundo nivel y entre el eje C-C y 01-02 del segundo nivel. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo de los ejes 03-03 del primer al tercer nivel, entre el eje A-B y 01-01 del primer nivel y entre el eje A-C y 02-02 del primer nivel. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.30 x 0.30 m. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m, 1.50m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo y tercer nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2 correspondiente a una arena arcillosa limosa SC-SM.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 53

Fachada exterior de la vivienda N°31

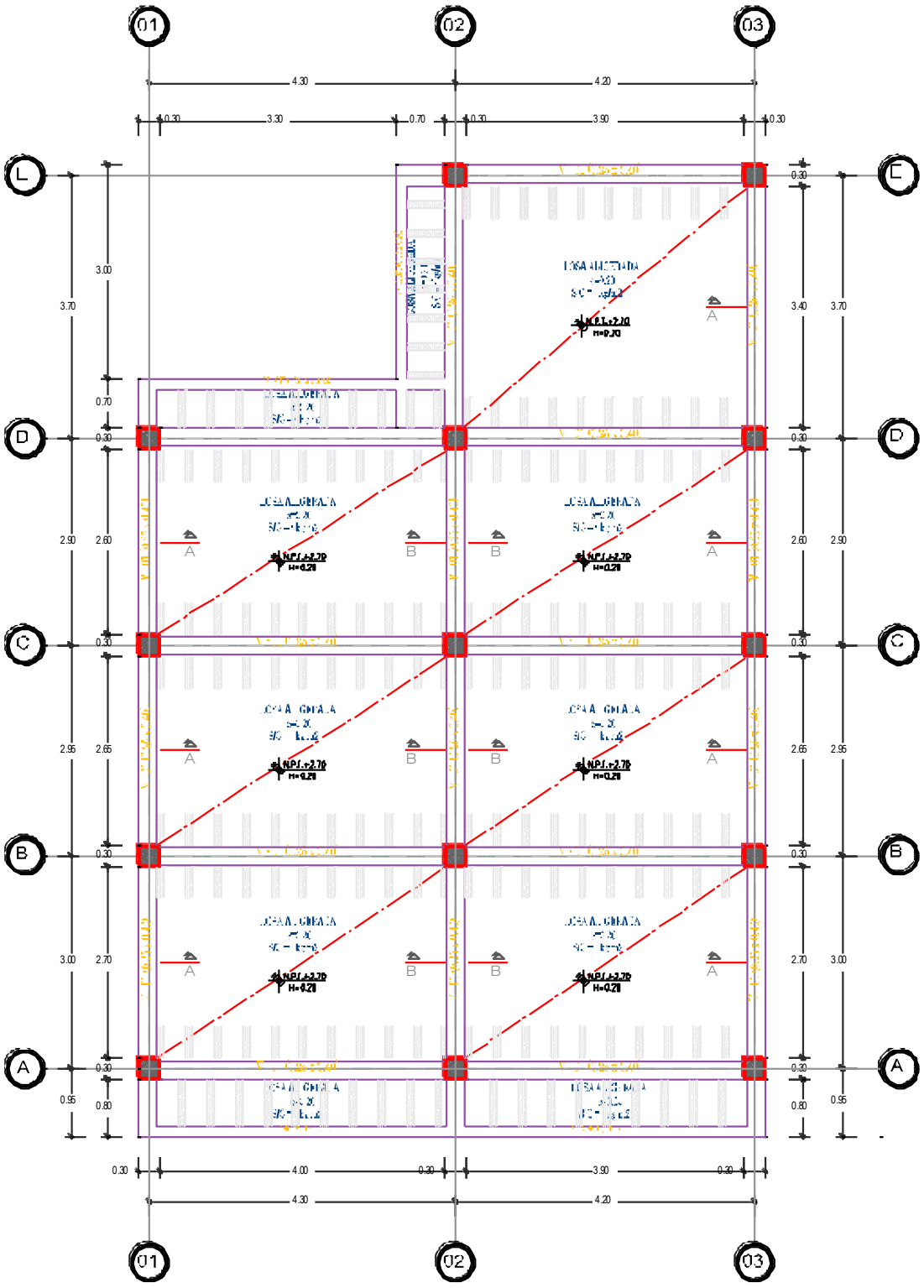


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°31*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda.

Figura 54

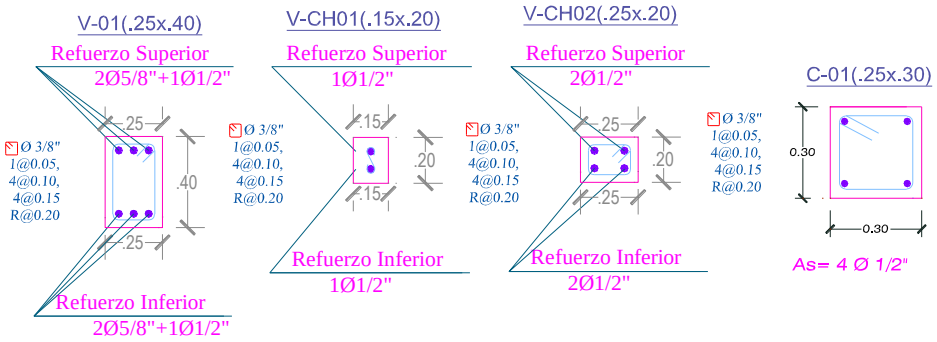
Encofrado de losa aligerada típico del primer al tercer nivel de la vivienda N°31



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 55

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°31

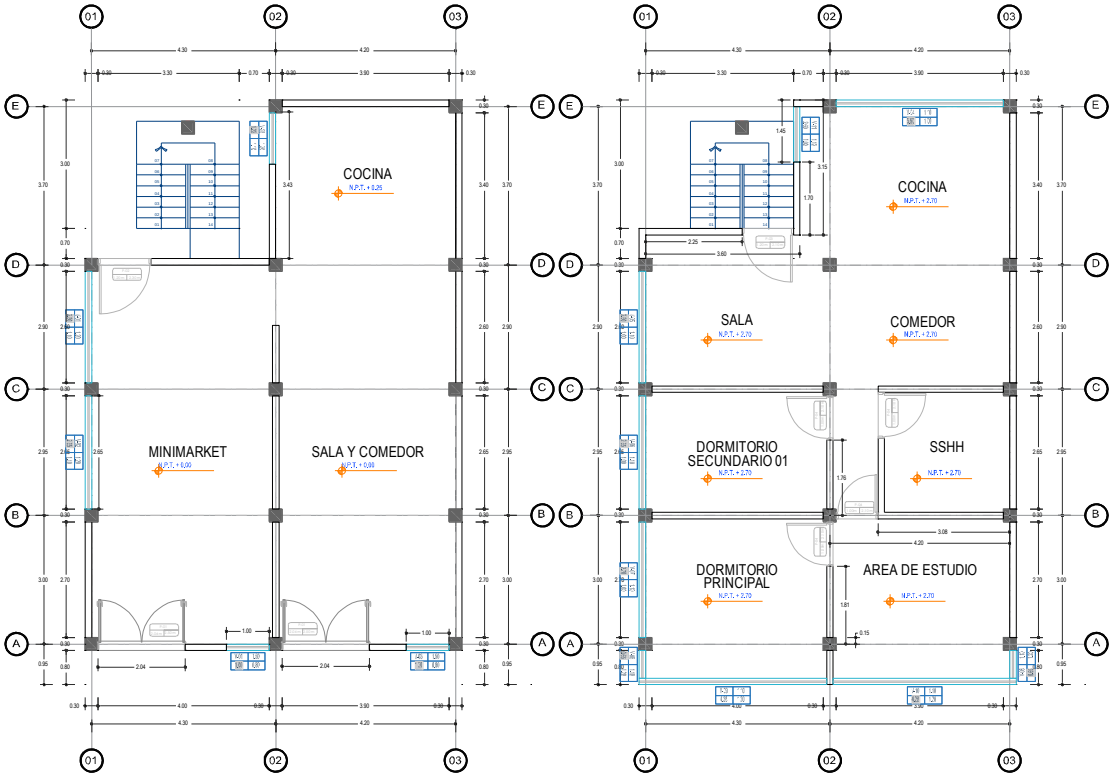


Nota 01. En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02. El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 56

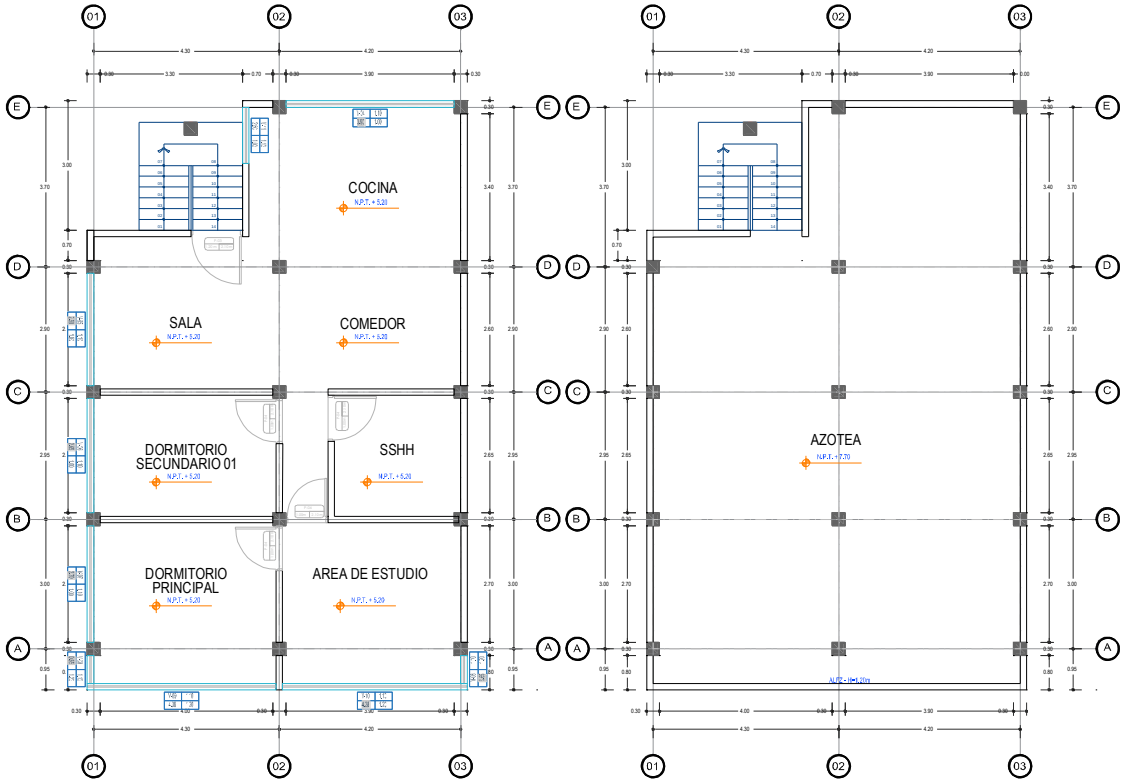
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°31



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X y Y-Y.

Figura 57

Planimetría general de tercer nivel y azotea de la vivienda N°31



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado.

6.1.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°31

Tabla 32

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°31

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 185 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E = 15000 * \sqrt{f'c}}$ = 204022.06 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f´m = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²

Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m³

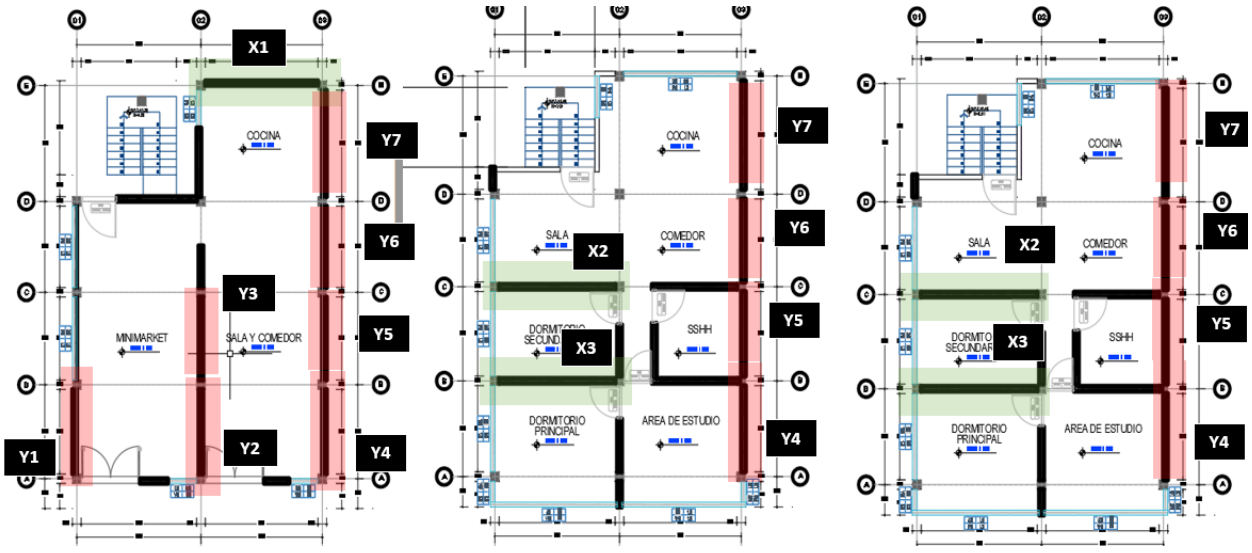
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

6.1.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°31

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 58

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°31



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer, segundo y tercer nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 33

Propiedades lineales de muros de albañilería del primer nivel de la vivienda N°31

Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro X1 1er Nivel**	**Muro Y1Y2Y4 1er Nivel**	**Muro Y3Y5 1er Nivel**	**Muro Y6 1er Nivel**	**Muro Y7 1er Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	390	270	265	260	340
Altura de muro	H (cm)	270	270	270	270	270
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	474.341	381.837	378.318	374.833	434.165
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.756	25.563	25.328	25.094	29.067
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(cm)	118.585	95.459	94.580	93.708	108.541
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

Tabla 34

Propiedades lineales de muros de albañilería del segundo y tercer nivel de la vivienda N°31

Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro X2X3 2do Nivel**	**Muro Y4 2do Nivel**	**Muro Y5 2do Nivel**	**Muro Y6 2do Nivel**	**Muro Y7 2do Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	400	270	265	260	340
Altura de muro	H (cm)	250	250	250	250	250
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	471.699	367.967	364.314	360.693	422.018
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.579	24.635	24.390	24.148	28.253

Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(cm)	117.925	91.992	91.079	90.173	105.505
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

6.1.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°31

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 31 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 35

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°31

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Sala	200.00
	Cocina	200.00
	Comedor	200.00
	Área de Estudio	200.00
	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 36

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°31

	Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	

	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 37

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°31

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.30	1350	511	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.30	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	466	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
Muro X2X3T2T3	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	241	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
L= 4.00	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.72	1.18	1350		

Muro Y4T2T3 L= 2.70	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	263	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.68	0.92	1350		
Muro Y5T2T3 L= 2.65	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	264	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.64	0.91	1350		
Muro Y6T2T3 L= 2.60	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	264	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.60	0.90	1350		
Muro Y7T2T3 L= 3.40	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	253	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.22	1.06	1350		
Cargas Puntuales							
Entre Eje B-C y 02-03	Muro en dirección de Y-Y de SSHH 02	0.12	1.70	2.10	1350	793	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	1.70	2.10	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 38

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del tercer nivel de la vivienda N°31

Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
Varios	Muro alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.30	1350	511	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.30	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	466	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
Muro X2X3T2T3	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	241	Kg/m
L= 4.0	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.72	1.18	1350		
Muro Y4T2T3	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	263	Kg/m
L= 2.70	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.68	0.92	1350		
Muro Y5T2T3	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	264	Kg/m
L= 2.65	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.64	0.91	1350		
Muro Y6T2T3	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	264	Kg/m

		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
L=	2.60	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	3.60	0.90	1350		
Muro Y7T2T3		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	253	Kg/m
L=	3.40	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.22	1.06	1350		
Cargas Puntuales								
Entre Eje B-C y 02-03		Muro en dirección de Y-Y de SSHH 02	0.12	1.70	2.10	1350	793	Kg
		Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	1.70	2.10	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 39

Cargas muertas de muros de albañilería en azotea de la vivienda N°31

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
	Cargas Distribuidas						
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Varios	▪ Muro alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15		1.20	1350	243	Kg/m

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco que conforman el parapeto fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

6.1.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°31

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 40

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°31

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
3	8.94	87.69
2	10.74	105.37
1	10.83	106.22
Total	**30.52**	**299.27**

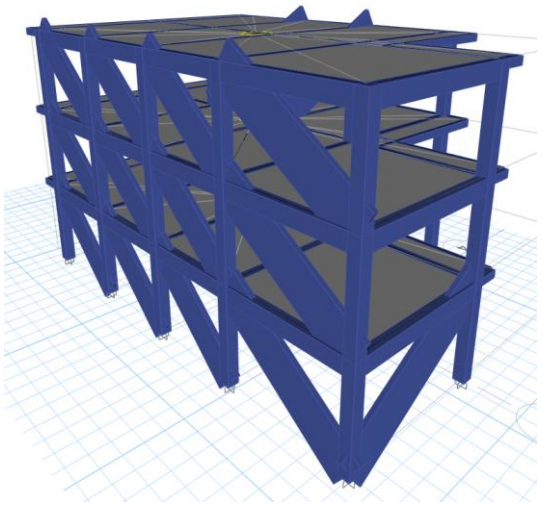
Nota. El peso sísmico efectivo se obtuvo del producto de la masa total por el factor de la gravedad 9.81 m/s².

6.1.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°31

El modelo numérico lineal se desarrolló utilizando el software ETABS V21.0. Las vigas y columnas se modelaron como elementos tipo frame, los muros de albañilería se representaron mediante elementos tipo frame para representarlos mediante puntales diagonales equivalentes que a su vez se le asignaron restricciones para que trabajen solo a carga axial a compresión despreciando los momentos actuantes en las direcciones XX e YY. Para el modelado de la losa aligerada se utilizaron elementos tipo membrana, debido a que esta únicamente presenta acero de refuerzo no confinado en viguetas en una sola dirección. Este tipo de modelación permite descartar la rigidez frente a cargas perpendiculares al plano de la losa, considerándola únicamente como un elemento de distribución de cargas verticales hacia las vigas y columnas que la delimitan. Se asumió que los elementos verticales están empotrados en la base de la edificación. Además, se consideró un diafragma rígido por nivel, con tres grados de libertad: desplazamientos en las direcciones X y Y, y rotación en el eje Z.

Figura 59

Modelo tridimensional de la vivienda N°31



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

6.1.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°31 Mediante la Normativa E.030

6.1.6.1. Parámetros Sísmicos para la Vivienda N°31

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 41

Parámetros sísmicos para la vivienda N°31

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	6.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	2.25

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

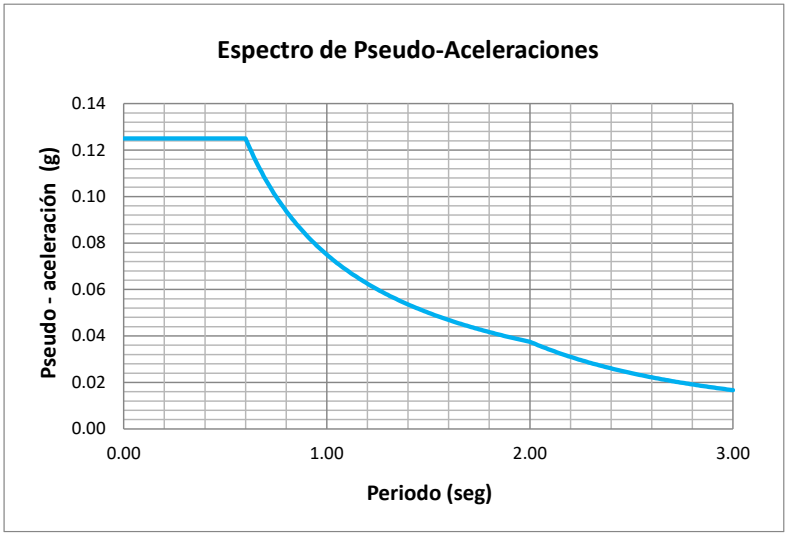
6.1.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N°31

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°31. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 60

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°31



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 42

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°31

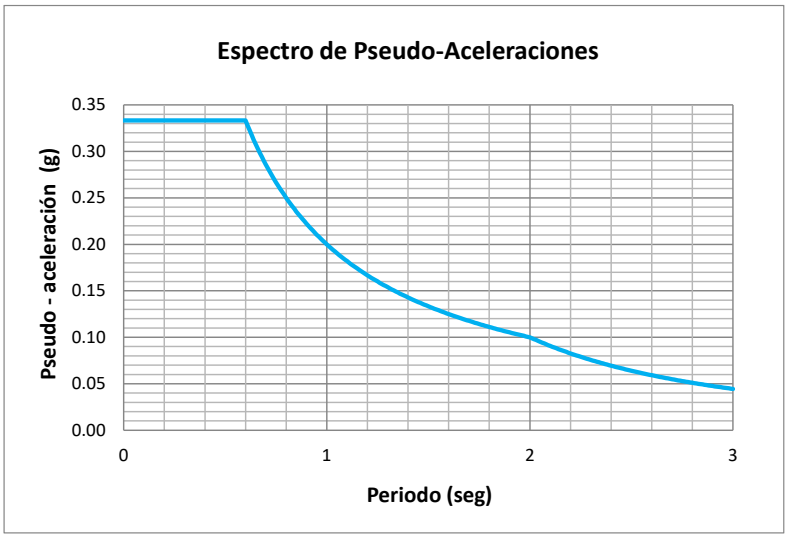
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.1250	0.41	0.1250	0.81	0.0926	1.21	0.0620	1.61	0.0466
0.04	0.1250	0.44	0.1250	0.84	0.0893	1.24	0.0605	1.64	0.0457
0.07	0.1250	0.47	0.1250	0.87	0.0862	1.27	0.0591	1.67	0.0449
0.10	0.1250	0.50	0.1250	0.90	0.0833	1.30	0.0577	1.70	0.0441
0.13	0.1250	0.53	0.1250	0.93	0.0806	1.33	0.0564	1.73	0.0434

0.16	0.1250	0.56	0.1250	0.96	0.0781	1.36	0.0551	1.76	0.0426
0.19	0.1250	0.59	0.1250	0.99	0.0758	1.39	0.0540	1.79	0.0419
0.22	0.1250	0.62	0.1210	1.02	0.0735	1.42	0.0528	1.82	0.0412
0.25	0.1250	0.65	0.1154	1.05	0.0714	1.45	0.0517	1.85	0.0405
0.28	0.1250	0.68	0.1103	1.08	0.0694	1.48	0.0507	1.88	0.0399
0.31	0.1250	0.71	0.1056	1.11	0.0676	1.51	0.0497	1.91	0.0393
0.34	0.1250	0.74	0.1014	1.14	0.0658	1.54	0.0487	1.94	0.0387
0.37	0.1250	0.77	0.0974	1.17	0.0641	1.57	0.0478	1.97	0.0381
0.40	0.1250	0.80	0.0938	1.20	0.0625	1.60	0.0469	2.00	0.0375

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 61

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°31



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 43

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°31

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.3333	0.41	0.3333	0.81	0.2469	1.21	0.1653	1.61	0.1242
0.04	0.3333	0.44	0.3333	0.84	0.2381	1.24	0.1613	1.64	0.1220
0.07	0.3333	0.47	0.3333	0.87	0.2299	1.27	0.1575	1.67	0.1198

0.10	0.3333	0.50	0.3333	0.90	0.2222	1.30	0.1538	1.70	0.1176
0.13	0.3333	0.53	0.3333	0.93	0.2151	1.33	0.1504	1.73	0.1156
0.16	0.3333	0.56	0.3333	0.96	0.2083	1.36	0.1471	1.76	0.1136
0.19	0.3333	0.59	0.3333	0.99	0.2020	1.39	0.1439	1.79	0.1117
0.22	0.3333	0.62	0.3226	1.02	0.1961	1.42	0.1408	1.82	0.1099
0.25	0.3333	0.65	0.3077	1.05	0.1905	1.45	0.1379	1.85	0.1081
0.28	0.3333	0.68	0.2941	1.08	0.1852	1.48	0.1351	1.88	0.1064
0.31	0.3333	0.71	0.2817	1.11	0.1802	1.51	0.1325	1.91	0.1047
0.34	0.3333	0.74	0.2703	1.14	0.1754	1.54	0.1299	1.94	0.1031
0.37	0.3333	0.77	0.2597	1.17	0.1709	1.57	0.1274	1.97	0.1015
0.40	0.3333	0.80	0.2500	1.20	0.1667	1.60	0.1250	2.00	0.1000

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

6.1.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°31

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 44

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N°31

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.424	0.627	0.084	0.627	0.084
2	0.383	0.296	0.235	0.924	0.319
3	0.247	0.003	0.537	0.927	0.856
4	0.137	0.009	0.044	0.935	0.900
5	0.129	0.052	0.013	0.987	0.913
6	0.089	0.002	0.032	0.990	0.945
7	0.088	0.000	0.045	0.990	0.990
8	0.080	0.010	0.001	1.000	0.991
9	0.059	0.000	0.009	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.424 seg y en la dirección YY es de 0.247 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

6.1.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°31

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.
- Es menor al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 45

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°31

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	11.96	0.0057	2114.4	1480.1	1691.5	-	-
2	23.27	0.0048	4892.2	3424.5	2802.6	REGULAR	REGULAR
1	30.52	0.0030	10147.4	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 46

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°31

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	26.96	0.0074	3621.8	2535.3	2897.4	-	-
2	50.75	0.0054	9382.8	6567.9	5201.8	REGULAR	REGULAR
1	62.91	0.0022	28364.9	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 80% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 47

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°31

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.

- Es menor al 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 48

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°31

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	11.96	0.0057	2114.4	1268.7	1480.1	-	-
2	23.27	0.0048	4892.2	2935.3	2452.3	REGULAR	REGULAR
1	30.52	0.0030	10147.4	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 49

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°31

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	26.96	0.0074	3621.8	2173.1	2535.3	-	-
2	50.75	0.0054	9382.8	5629.7	4551.6	REGULAR	REGULAR
1	62.91	0.0022	28364.9	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 65% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 50

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°31

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Esta forma de irregularidad surge cuando el peso sísmico de un piso es mayor que 1.5 veces al piso sísmico del piso adyacente.

Tabla 51

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°31

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif. Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif. Piso Inferior
3	8.94	87.69	-	-	0.83	REGULAR
2	10.74	105.37	1.20	REGULAR	0.99	REGULAR
1	10.83	106.22	1.01	REGULAR	-	-
Total	15.461	151.62			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Esta irregularidad se produce cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales de un entrepiso es mayor a 1.3 veces la dimensión correspondiente en un piso adyacente.

Tabla 52

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°31

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 10% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su

orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 53

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°31

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 25% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 54

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°31

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	**Iax**	**1**
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	**Iay**	**1**

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 55

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°31

Factor de irregularidad en altura - dirección X	**Iax**	**1**
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	**Iay**	**1**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

6.1.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°31

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de Irregularidad Torsional

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Para determinar si la estructura de la vivienda presenta irregularidad torsional en planta, en cualquiera de las direcciones del análisis, se requiere verificar que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso sea mayor que el 50% del desplazamiento permisible para estructuras de concreto armado.

Tabla 56

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°31

	DIRECCION X		DIRECCION Y	
Piso	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx.**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx.**
3	0.0032	NO REQ VERIF	0.0030	SI REQ VERIF
2	0.0054	SI REQ VERIF	0.0046	SI REQ VERIF
1	0.0079	SI REQ VERIF	0.0024	NO REQ VERIF

Nota. La estructura se requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 57

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°31

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
3	0.0079	0.0067	1.186	REGULAR
2	0.0066	0.0055	1.212	REGULAR
1	0.0042	0.0031	1.344	IRREGULAR
			Ipx	**0.75**

Nota. Si existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 58

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°31

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
3	0.0132	0.0099	1.338	IRREGULAR
2	0.0094	0.0073	1.291	REGULAR
1	0.0034	0.0028	1.202	REGULAR
			Ipy	**0.75**

Nota. Si existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Tabla 59

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°31

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
3	**1.186**	**1.338**	**REGULAR**	**REGULAR**
2	**1.212**	**1.291**	**REGULAR**	**REGULAR**
1	**1.344**	**1.202**	**REGULAR**	**REGULAR**

	Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Esta irregularidad se presenta cuando existen esquinas entrantes en la configuración de la planta de la edificación, y las dimensiones de dichas esquinas entrantes, en ambas direcciones, exceden el 20% de la dimensión total de la planta en esas mismas direcciones.

Tabla 60

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°31

SI	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
SI	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. Si existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Esta irregularidad se presenta cuando los diafragmas presentan discontinuidades excesivas o presentan variaciones excesivas en rigidez, cuando existe aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta, cuando existe secciones transversales del diafragma menores al 25% de la sección total en ambas direcciones.

Tabla 61

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°31

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Esta irregularidad se presenta cuando se presentan inclinaciones de los ejes de los pórticos mayores a 30 grados en ambas direcciones.

Tabla 62

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°31

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 63

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°31

Factor de irregularidad en planta - dirección X	**Ipx**	**0.75**
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	**Ipy**	**0.75**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura irregular en ambas direcciones XX y YY por presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 64

Factores de irregularidad de la vivienda N°31

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**0.75**
	Ipy	**0.75**

Tabla 65

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°31

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**IRREGULAR**
	Dirección Y	**IRREGULAR**

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 66

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°31

ITEM		Dirección X		Dirección Y	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	0.75	Ipy	0.75
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**6.00**	**Ry**	**2.25**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción disminuyen debido a la existencia de irregularidad en planta en la estructura.

6.1.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°31

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 67

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	6.0	0.85	5.1
Y	0.005	2.25	0.85	1.91

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras con irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.85.

Tabla 68

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00063	0.0032	BIEN	0.001580	0.0030	BIEN
2	0.00106	0.0054	BIEN	0.002428	0.0046	BIEN
1	0.00154	0.0079	MAL	0.001259	0.0024	BIEN

Nota. El primer nivel de la vivienda es la que presenta mayor deriva de entrepiso en la dirección XX, y mayor deriva en el segundo nivel en la dirección YY del análisis.

Tabla 69

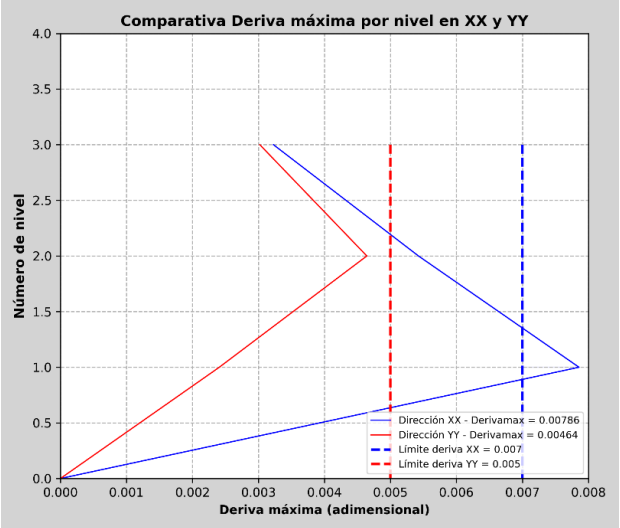
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.81	0.76	4.29	2.57
2	250	1.36	1.16	3.48	1.81
1	270	2.12	0.65	2.12	0.65
	Suma	**4.29**	**2.57**		

Nota. El primer nivel de la vivienda es el que presenta mayor desplazamiento relativo en la dirección XX, y mayor desplazamiento relativo en el segundo nivel en la dirección YY del análisis.

Figura 62

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°31



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 7.86% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 4.64 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.1.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°31

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 90 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

El factor de reducción sísmica queda definido a partir de las siguientes condicionales.

Si $T < T_P$ $\quad C = 2.5$

Si $T_P < T < T_L$ $\quad C = 2.5 * (\frac{T_P}{T})$

Si $T > T_L$ $\qquad C = 2.5 * (\frac{T_P - T_L}{T})$

Tabla 70

Fuerza cortante estática de la vivienda N°12

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	6.00
	Ry =	2.25
Periodo fundamental	Tx =	0.424 s
	Ty =	0.247 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	299.27 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	37.41 tonf
	Vy =	99.76 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.417**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**1.111**	**BIEN**

Tabla 71

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	37.41	90%	33.67	30.52	AMPLIFICAR	10.8171
Y	99.76	90%	89.78	62.91	AMPLIFICAR	13.9949

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 90 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda si presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de las fuerzas cortantes basales actuantes provenientes del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software Etabs V21.0

Tabla 72

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°31

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	37.41	90%	33.67	33.67	BIEN	No requiere
Y	99.76	90%	89.78	89.78	BIEN	No requiere

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software Etabs V21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

6.1.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°31

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique. En el presente estudio, se ha considerado como resistencia de rotura del tabique la resistencia a la tracción diagonal, ya que este tipo de falla es el modo de colapso más representativo en los muros de albañilería.

Tabla 73

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°31

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
					Tonf		
Story2	D1	Y8t2	Sismo X-X	Max	0.6009	28.25	Cumple
Story3	D3	X3t3	Deriva X-X	Max	4.5898	31.58	Cumple
Story3	D4	X2t3	Deriva X-X	Max	4.3577	31.58	Cumple
Story3	D14	Y4t3	Deriva X-X	Max	0.3637	24.63	Cumple
Story3	D15	Y5t3	Deriva X-X	Max	0.4127	24.39	Cumple
Story3	D16	Y6t3	Deriva X-X	Max	0.4008	24.15	Cumple
Story3	D17	Y7t3	Deriva X-X	Max	0.3895	28.25	Cumple
Story2	D3	X3t2	Deriva X-X	Max	10.0488	31.58	Cumple
Story2	D4	X2t2	Deriva X-X	Max	8.9582	31.58	Cumple
Story2	D14	Y4t2	Deriva X-X	Max	0.7112	24.63	Cumple
Story2	D15	Y5t2	Deriva X-X	Max	0.7648	24.39	Cumple
Story2	D16	Y6t2	Deriva X-X	Max	0.7566	24.15	Cumple
Story2	D17	Y7t2	Deriva X-X	Max	0.7831	28.25	Cumple
Story1	D1	X1t1	Deriva X-X	Max	10.5649	31.76	Cumple
Story1	D2	Y1t1	Deriva X-X	Max	7.4429	25.56	Cumple
Story1	D6	Y2t1	Deriva X-X	Max	2.8014	25.56	Cumple
Story1	D13	Y3t1	Deriva X-X	Max	2.6795	25.33	Cumple
Story1	D14	Y4t1	Deriva X-X	Max	2.4294	25.56	Cumple
Story1	D15	Y5t1	Deriva X-X	Max	2.4559	25.33	Cumple
Story1	D16	Y6t1	Deriva X-X	Max	2.4171	25.09	Cumple
Story1	D17	Y7t1	Deriva X-X	Max	2.6636	29.07	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 74

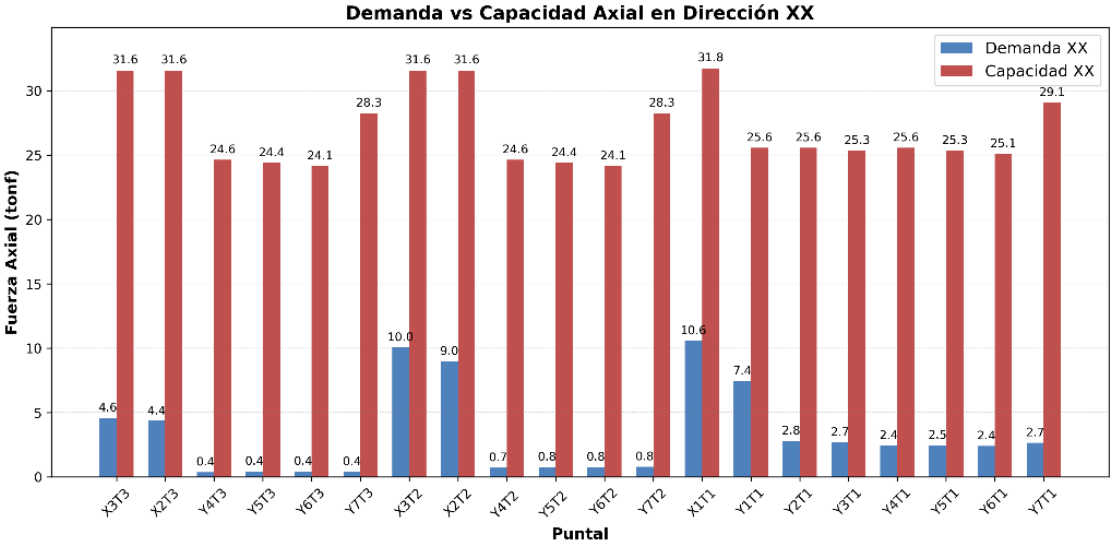
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°31

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
					Tonf		
Story3	D3	X3t3	Deriva Y-Y	Max	5.5876	31.58	Cumple
Story3	D4	X2t3	Deriva Y-Y	Max	6.8671	31.58	Cumple
Story3	D14	Y4t3	Deriva Y-Y	Max	7.5336	24.63	Cumple
Story3	D15	Y5t3	Deriva Y-Y	Max	8.5088	24.39	Cumple
Story3	D16	Y6t3	Deriva Y-Y	Max	8.2285	24.15	Cumple
Story3	D17	Y7t3	Deriva Y-Y	Max	7.924	28.25	Cumple
Story2	D3	X3t2	Deriva Y-Y	Max	11.058	31.58	Cumple
Story2	D4	X2t2	Deriva Y-Y	Max	12.1946	31.58	Cumple
Story2	D14	Y4t2	Deriva Y-Y	Max	14.1525	24.63	Cumple
Story2	D15	Y5t2	Deriva Y-Y	Max	15.1036	24.39	Cumple
Story2	D16	Y6t2	Deriva Y-Y	Max	14.8652	24.15	Cumple
Story2	D17	Y7t2	Deriva Y-Y	Max	15.74	28.25	Cumple
Story1	D1	X1t1	Deriva Y-Y	Max	23.2344	31.76	Cumple
Story1	D2	Y1t1	Deriva Y-Y	Max	19.4701	25.56	Cumple
Story1	D6	Y2t1	Deriva Y-Y	Max	12.8041	25.56	Cumple
Story1	D13	Y3t1	Deriva Y-Y	Max	13.0679	25.33	Cumple
Story1	D14	Y4t1	Deriva Y-Y	Max	14.6259	25.56	Cumple
Story1	D15	Y5t1	Deriva Y-Y	Max	15.4902	25.33	Cumple
Story1	D16	Y6t1	Deriva Y-Y	Max	15.3433	25.09	Cumple
Story1	D17	Y7t1	Deriva Y-Y	Max	17.2343	29.07	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 63

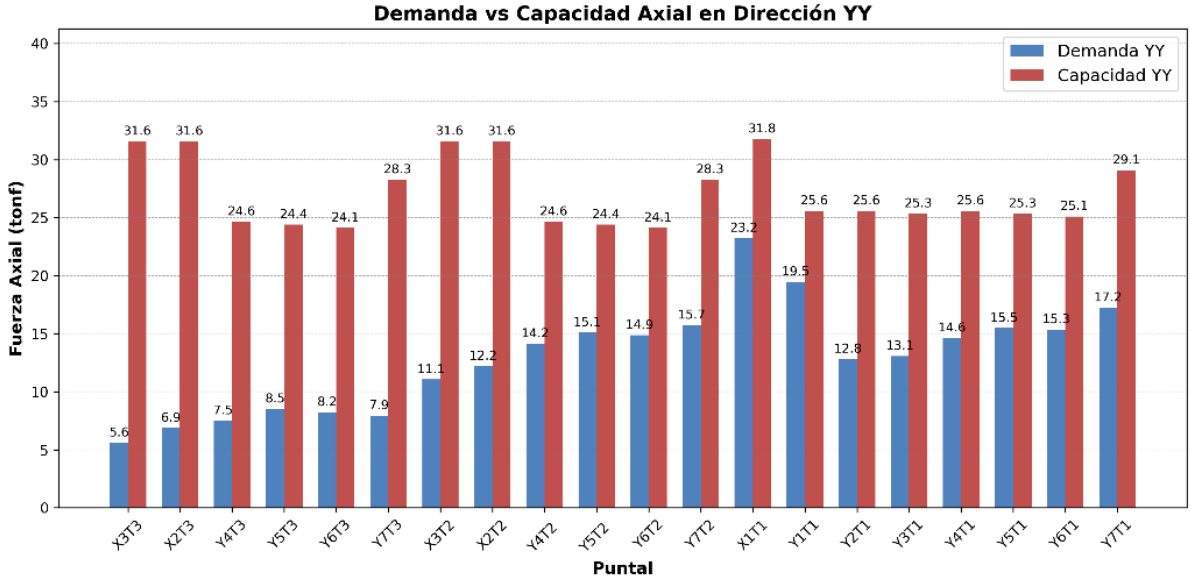
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°31



Nota. Elaboración Propia.

Figura 64

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY en la vivienda N°31



Nota. Elaboración Propia.

6.1.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°31

6.1.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

En un análisis no lineal estático, es fundamental considerar el aporte de las secciones de acero estructural de todos los elementos estructurales (vigas y columnas), los cuales están sometidos a diversos tipos de carga, incluyendo momentos flectores y esfuerzos de flexo-compresión. La determinación del área de acero en dichos elementos se realizará a partir de los planos estructurales de las viviendas tipificadas, elaborados con base en el levantamiento de información en campo y en las encuestas aplicadas a los maestros de obra.

6.1.7.1.1. Vigas Estructurales

La cantidad de acero asignada en las vigas de concreto armado se consideró a partir del acero longitudinal ubicado en la parte superior e inferior de la viga, tanto en los extremos iniciales como finales de cada tramo. El área de refuerzo fue determinada utilizando los valores nominales proporcionados por la empresa Aceros Arequipa, marca identificada en los elementos estructurales de las viviendas tipificadas.

Tabla 75

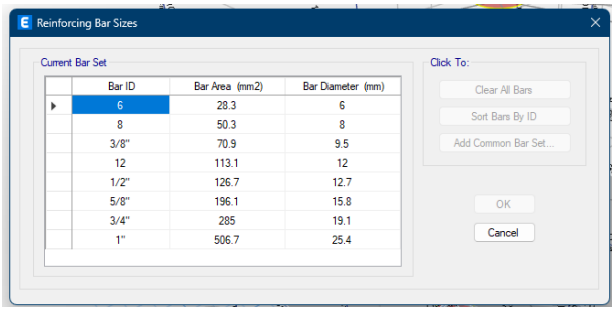
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 65

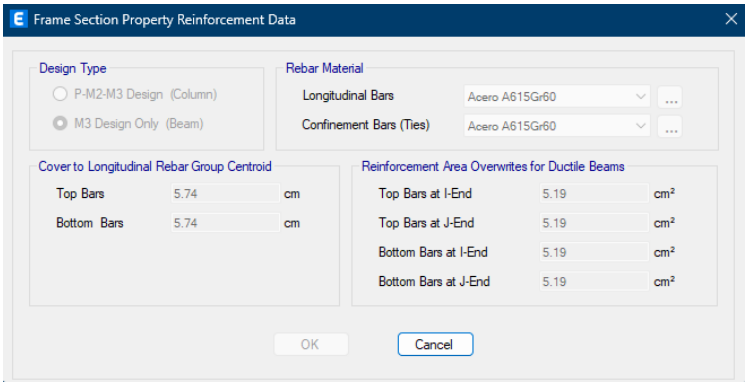
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 66

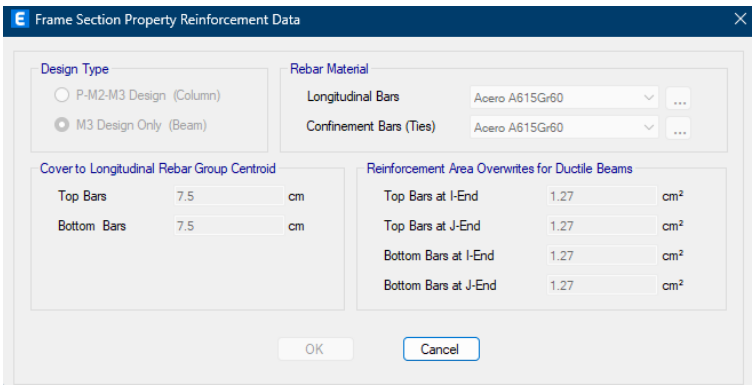
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°31



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 67

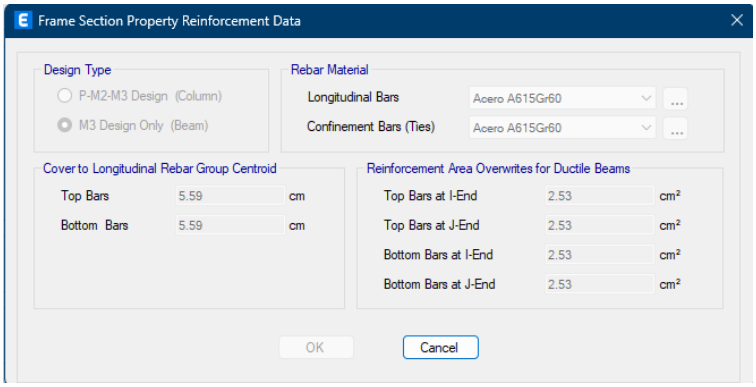
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°31



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 68

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°31



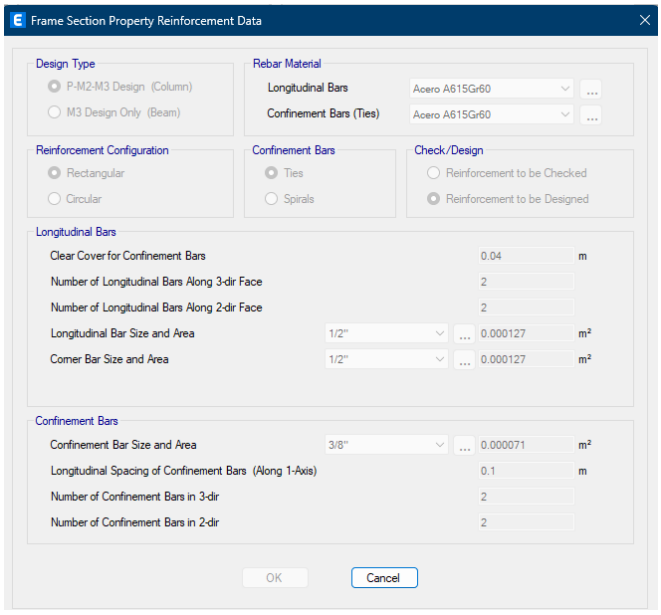
Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

6.1.7.1.2. Columnas Estructurales

La cantidad de acero estructural en las columnas fue definida a lo largo de toda su longitud, incluyendo el acero de confinamiento con su respectiva separación promedio. Las secciones y diámetros del acero considerados corresponden a la marca Aceros Arequipa, identificada previamente in situ durante el levantamiento de información.

Figura 69

Asignación de área de acero en Columna de 0.30x0.30 de Vivienda N°31



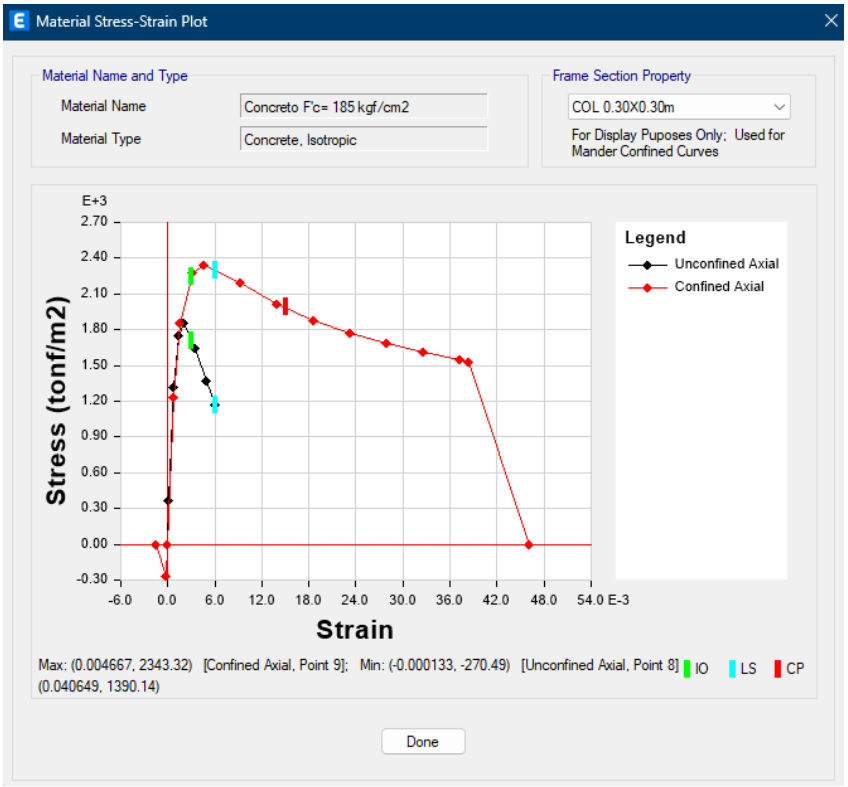
Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

6.1.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

La representación de la no linealidad en los elementos de concreto armado se llevó a cabo mediante el uso de elementos con plasticidad tipo fibra, controlados por deformaciones y capaces de trabajar bajo carga axial y momentos flectores en las direcciones X-X e Y-Y. Se asignó una longitud de fibra equivalente al 10 % de la longitud total del elemento estructural, ubicada en los extremos de vigas y columnas, donde se concentran los mayores esfuerzos. En estos elementos tipo fibra se definieron las propiedades mecánicas de los materiales, tales como la resistencia característica a la compresión y el módulo de elasticidad. Cabe resaltar que, en el modelo numérico desarrollado en el software Etabs V21.0, se seleccionó el modelo de Mander para la representación del comportamiento no lineal del concreto.

Figura 70

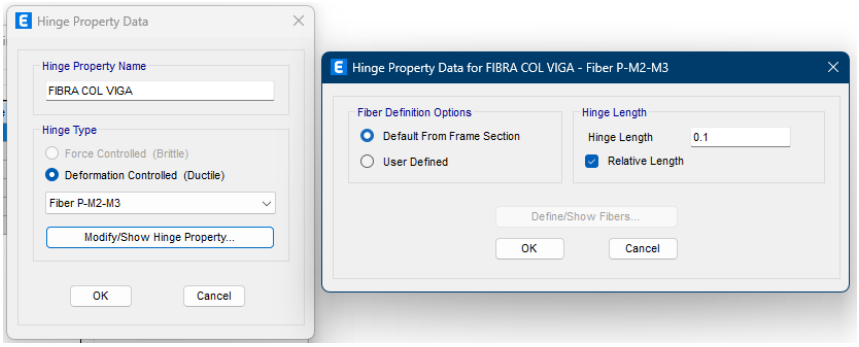
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs V21.0.

Figura 71

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°31



Nota. Adaptado del software Etabs V21.0.

6.1.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales

Para la modelación del comportamiento no lineal de los elementos de albañilería que conforman la estructura, se asignaron rótulas axiales en la mitad de la longitud de los puntales. Estas rótulas fueron definidas en función de la carga axial de compresión actuante y de la deformación axial desarrollada a lo largo del eje del puntal.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 76

Propiedades lineales de muros de albañilería del primer nivel de la vivienda N°31

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro X1 1er Nivel	Muro Y1Y2Y4 1er Nivel	Muro Y3Y5 1er Nivel	Muro Y6 1er Nivel	Muro Y7 1er Nivel
Longitud de muro	L (cm)	390	270	265	260	340
Altura de muro	H (cm)	270	270	270	270	270
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	474.341	381.837	378.318	374.833	434.165
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12

Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.756	25.563	25.328	25.094	29.067
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	118.585	95.459	94.580	93.708	108.541
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11
Rigidez axial efectiva	I axial	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería del primer nivel de la vivienda.

Tabla 77

Propiedades de los muros de albañilería del primer y segundo nivel a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°31

Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro X2X3 2do Nivel**	**Muro Y4 2do Nivel**	**Muro Y5 2do Nivel**	**Muro Y6 2do Nivel**	**Muro Y7 2do Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	400	270	265	260	340
Altura de muro	H (cm)	250	250	250	250	250
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	471.699	367.967	364.314	360.693	422.018
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.579	24.635	24.390	24.148	28.253
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	117.925	91.992	91.079	90.173	105.505
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

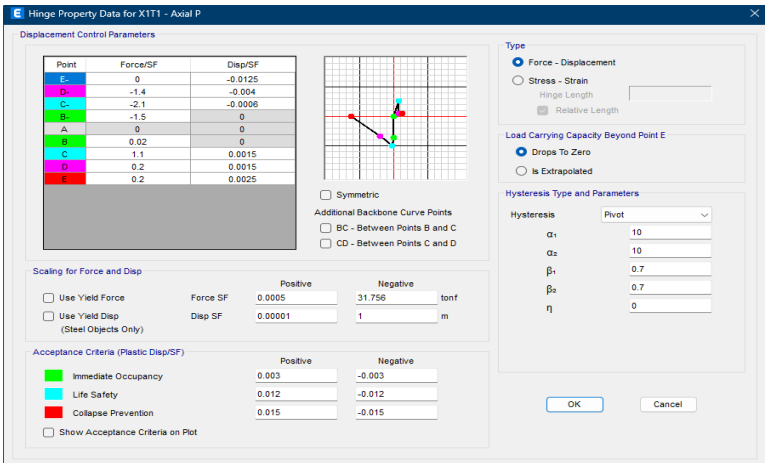
Rigidez axial efectiva	I axial	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería del primer nivel de la vivienda.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo 5 del presente trabajo de investigación.

Figura 72

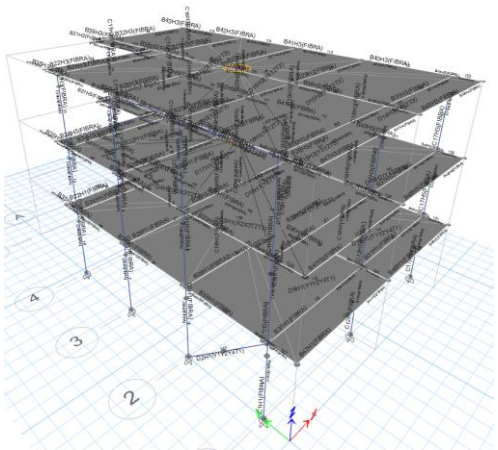
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°31



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 73

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°31



Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

6.1.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

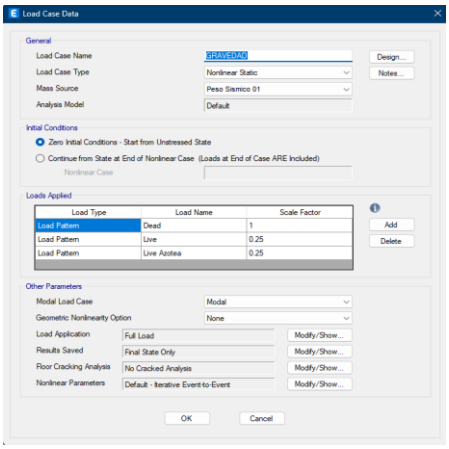
Según el (ASCE/SEI 41-17, 2017) en el Capítulo 07 se establece que, para el procedimiento no lineal estático, la primera condición de carga a considerar es el peso propio efectivo de la estructura. Posteriormente, se deben aplicar cargas laterales monotónicas en el último nivel, en un nudo representativo donde se concentre la fuerza de inercia dinámica (próximo al centro de masas), en las direcciones X e Y del análisis sísmico, hasta alcanzar el desplazamiento máximo asociado al colapso.

Para la definición de la carga gravitacional en el análisis no lineal estático se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipo de carga: No lineal estático
- La carga se aplica desde una configuración inicial sin deformaciones (estructura sin deformar)
- El patrón de carga aplicado corresponde a 100% de la carga muerta (CM) + 25% de la carga viva (CV) + 25% de la carga viva de azotea.

Figura 74

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°31



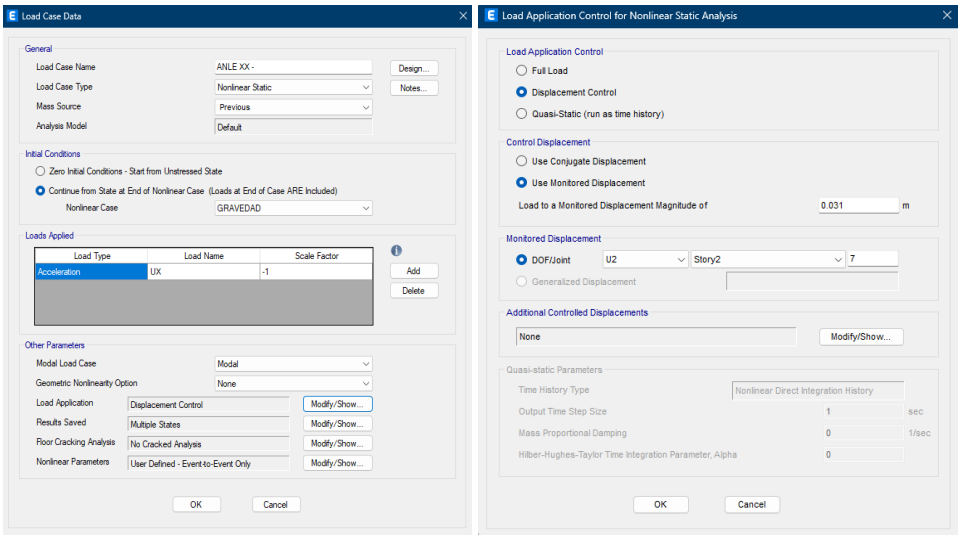
Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 31, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y

el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.08 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.04 m, valor menor debido a la mayor rigidez estructural identificada en esa dirección, proporcionada por los puntales de albañilería. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “20”.

Figura 75

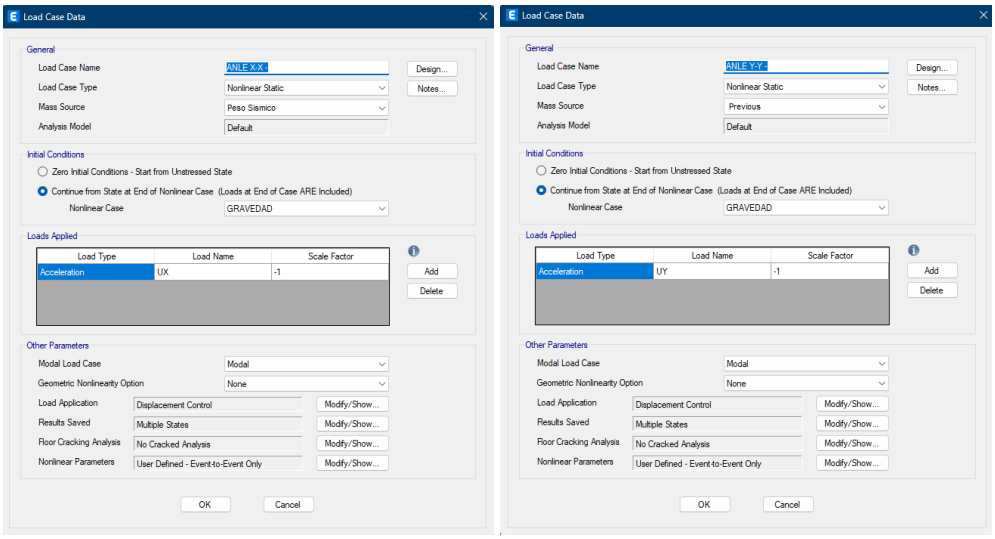
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°31



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 76

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N°31



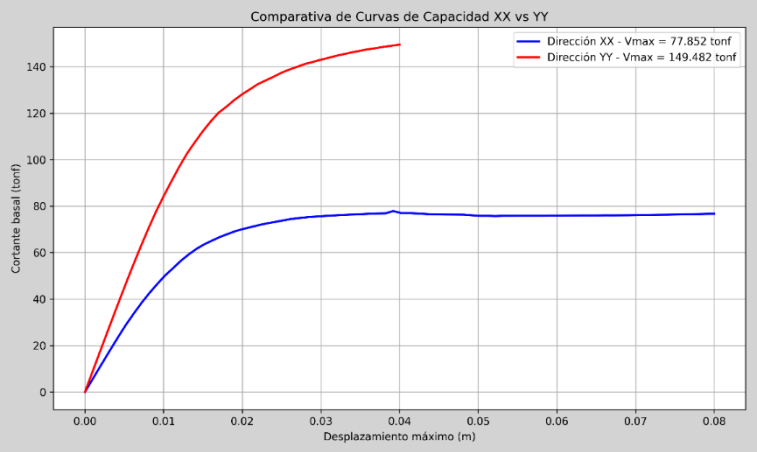
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

6.1.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 77

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°31



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 77.852 tonf y 149.482 tonf respectivamente para cada dirección.

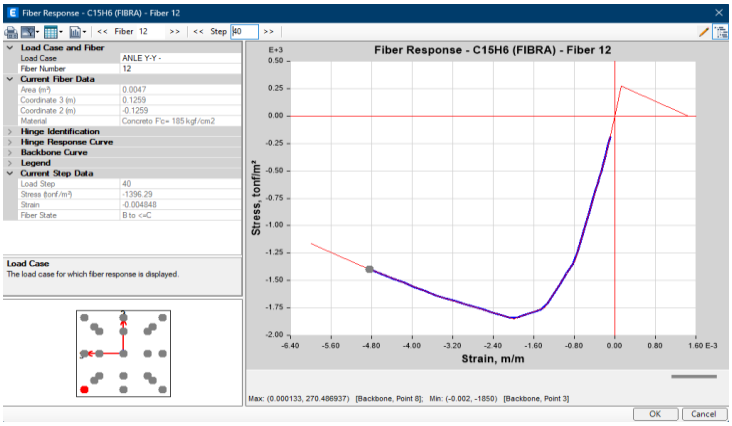
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 149.482 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 77.852 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (4.0 cm) en comparación con la dirección X-X (8.00 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como

desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 78

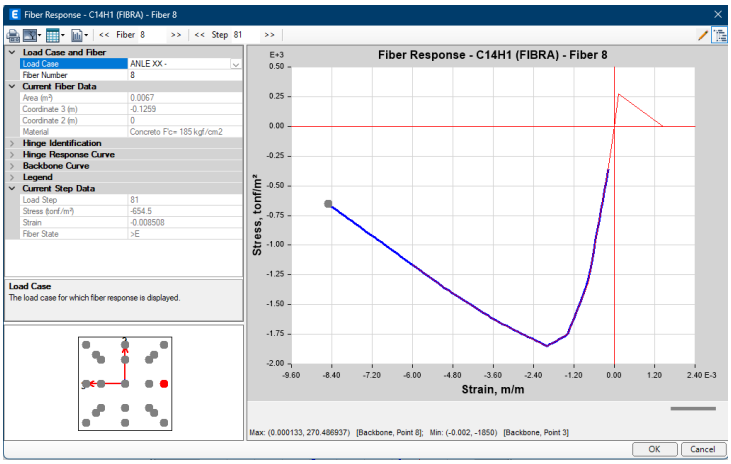
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°31



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 4.0 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 79

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°31



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 8.0 cm, se sobrepasa la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

6.1.7.1. Definición y Asignación de los Niveles de Demanda Sísmica

De acuerdo con el ATC-40 (1996), se establecen distintos niveles de amenaza sísmica en función de la intensidad del evento. El sismo ocasional o moderado presenta una intensidad equivalente al 50 % del sismo de diseño; el sismo raro o severo se asocia directamente con la intensidad del sismo de diseño; y el sismo muy raro o máximo alcanza una intensidad del 125 % del sismo de diseño.

En el presente estudio, se adopta como referencia el espectro de diseño sísmico definido por la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente E.030 para escalar los 03 niveles de demanda sísmica. Para ello, se determinan los parámetros sísmicos específicos de las edificaciones analizadas, sin considerar factores de reducción por capacidad estructural. Esta decisión se basa en la necesidad de trabajar con la representación máxima del espectro de diseño, garantizando un análisis conforme a las exigencias establecidas por la norma E.030.

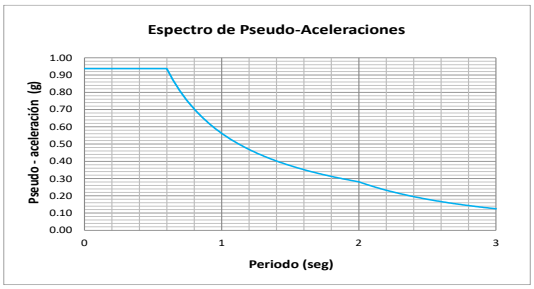
Tabla 78

Parámetros sísmicos para la definición del espectro de diseño de acuerdo a la norma E.030

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	1.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	1.00

Figura 80

Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo muy raro



Nota. Espectros de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo muy raro, en función al periodo, para las direcciones XX y YY.

Tabla 79

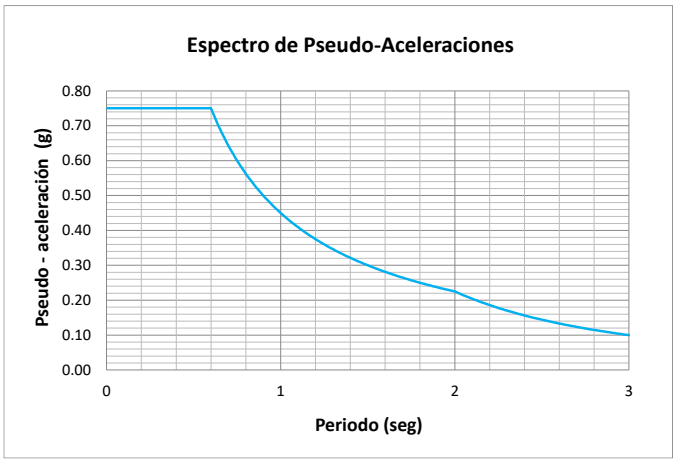
Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo muy raro en las direcciones XX y YY

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.9375	0.41	0.7500	0.81	0.6944	1.21	0.4649	1.61	0.3494
0.04	0.9375	0.44	0.7500	0.84	0.6696	1.24	0.4536	1.64	0.3430
0.07	0.9375	0.47	0.7500	0.87	0.6466	1.27	0.4429	1.67	0.3368
0.10	0.9375	0.50	0.7500	0.90	0.6250	1.30	0.4327	1.70	0.3309
0.13	0.9375	0.53	0.7500	0.93	0.6048	1.33	0.4229	1.73	0.3251
0.16	0.9375	0.56	0.7500	0.96	0.5859	1.36	0.4136	1.76	0.3196
0.19	0.9375	0.59	0.7500	0.99	0.5682	1.39	0.4047	1.79	0.3142
0.22	0.7500	0.62	0.9073	1.02	0.5515	1.42	0.3961	1.82	0.3091
0.25	0.7500	0.65	0.8654	1.05	0.5357	1.45	0.3879	1.85	0.3041
0.28	0.7500	0.68	0.8272	1.08	0.5208	1.48	0.3801	1.88	0.2992
0.31	0.7500	0.71	0.7923	1.11	0.5068	1.51	0.3725	1.91	0.2945
0.34	0.7500	0.74	0.7601	1.14	0.4934	1.54	0.3653	1.94	0.2899
0.37	0.7500	0.77	0.7305	1.17	0.4808	1.57	0.3583	1.97	0.2855
0.40	0.7500	0.80	0.7031	1.20	0.4688	1.60	0.3516	2.00	0.2813

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados de acuerdo a la norma E.030 para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 81

Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo raro o severo



Nota. Espectros de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo raro o severo, en función al periodo, para las direcciones XX y YY.

Tabla 80

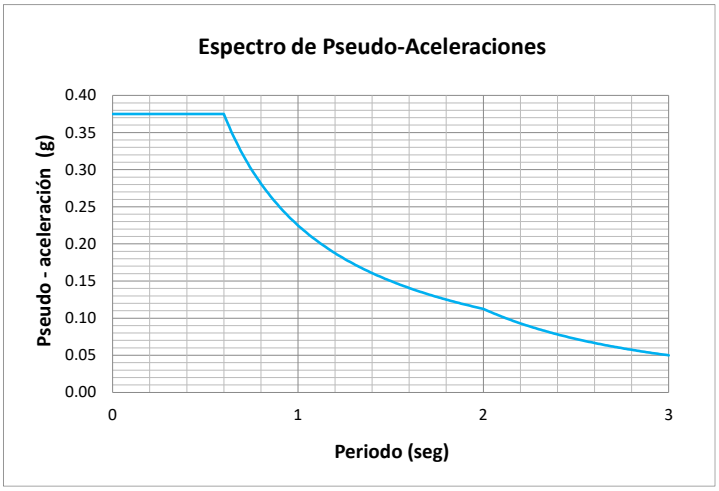
Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo raro o severo en las direcciones XX y YY

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.7500	0.41	0.7500	0.81	0.5556	1.21	0.3719	1.61	0.2795
0.04	0.7500	0.44	0.7500	0.84	0.5357	1.24	0.3629	1.64	0.2744
0.07	0.7500	0.47	0.7500	0.87	0.5172	1.27	0.3543	1.67	0.2695
0.10	0.7500	0.50	0.7500	0.90	0.5000	1.30	0.3462	1.70	0.2647
0.13	0.7500	0.53	0.7500	0.93	0.4839	1.33	0.3383	1.73	0.2601
0.16	0.7500	0.56	0.7500	0.96	0.4688	1.36	0.3309	1.76	0.2557
0.19	0.7500	0.59	0.7500	0.99	0.4545	1.39	0.3237	1.79	0.2514
0.22	0.7500	0.62	0.7258	1.02	0.4412	1.42	0.3169	1.82	0.2473
0.25	0.7500	0.65	0.6923	1.05	0.4286	1.45	0.3103	1.85	0.2432
0.28	0.7500	0.68	0.6618	1.08	0.4167	1.48	0.3041	1.88	0.2394
0.31	0.7500	0.71	0.6338	1.11	0.4054	1.51	0.2980	1.91	0.2356
0.34	0.7500	0.74	0.6081	1.14	0.3947	1.54	0.2922	1.94	0.2320
0.37	0.7500	0.77	0.5844	1.17	0.3846	1.57	0.2866	1.97	0.2284
0.40	0.7500	0.80	0.5625	1.20	0.3750	1.60	0.2813	2.00	0.2250

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados de acuerdo a la norma E.030 para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 82

Espectro horizontal de Pseudo Aceleraciones para un sismo ocasional o moderado



Nota. Espectros de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo ocasional o moderado, en función al periodo, para las direcciones XX y YY.

Tabla 81

Valores de pseudo aceleraciones para el espectro horizontal del sismo raro o severo en las direcciones XX y YY

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.3750	0.41	0.7500	0.81	0.2778	1.21	0.1860	1.61	0.1398
0.04	0.3750	0.44	0.7500	0.84	0.2679	1.24	0.1815	1.64	0.1372
0.07	0.3750	0.47	0.7500	0.87	0.2586	1.27	0.1772	1.67	0.1347
0.10	0.3750	0.50	0.7500	0.90	0.2500	1.30	0.1731	1.70	0.1324
0.13	0.3750	0.53	0.7500	0.93	0.2419	1.33	0.1692	1.73	0.1301
0.16	0.3750	0.56	0.7500	0.96	0.2344	1.36	0.1654	1.76	0.1278
0.19	0.3750	0.59	0.7500	0.99	0.2273	1.39	0.1619	1.79	0.1257
0.22	0.7500	0.62	0.3629	1.02	0.2206	1.42	0.1585	1.82	0.1236
0.25	0.7500	0.65	0.3462	1.05	0.2143	1.45	0.1552	1.85	0.1216
0.28	0.7500	0.68	0.3309	1.08	0.2083	1.48	0.1520	1.88	0.1197
0.31	0.7500	0.71	0.3169	1.11	0.2027	1.51	0.1490	1.91	0.1178
0.34	0.7500	0.74	0.3041	1.14	0.1974	1.54	0.1461	1.94	0.1160
0.37	0.7500	0.77	0.2922	1.17	0.1923	1.57	0.1433	1.97	0.1142
0.40	0.7500	0.80	0.2813	1.20	0.1875	1.60	0.1406	2.00	0.1125

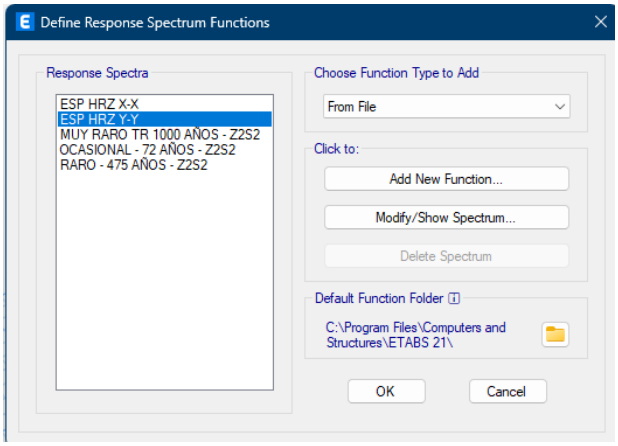
Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados de acuerdo a la norma E.030 para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

6.1.7.1.1. Asignación De Los Niveles De Demanda Sísmica

Una vez definidos los niveles de demanda sísmica, representados mediante espectros de pseudoaceleración en función del período, estos fueron implementados en el software ETABS con el objetivo de determinar los puntos de desempeño estructural correspondientes a los tres niveles de demanda sísmica considerados en el presente estudio.

Figura 83

Asignación de las demandas sísmicas en software Etabs



Nota. Se asigno los niveles de demanda sísmica mediante espectros de pseudo aceleraciones en el software Etabs.

6.1.7.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°31

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 82

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.162	te(seg)	0.444
ke(tonf/m)	5206.678	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	5720.142	Vy (tonf)	72.400
ti(seg)	0.424	W(tonf)	299.274
c2	1.052	cm	1.000
delta(cm)	6.750	ustrg	3.875

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 6.75 cm.

Tabla 83

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.123	te(seg)	0.443
ke(tonf/m)	5241.243	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	5720.142	Vy (tonf)	70.883
ti(seg)	0.424	W(tonf)	299.274
c2	1.030	cm	1.000
delta(cm)	5.074	ustrg	3.167

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 5.074 cm.

Tabla 84

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.060	te(seg)	0.441
ke(tonf/m)	5497.550	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	5720.142	Vy (tonf)	54.611
ti(seg)	0.432	W(tonf)	299.274
c2	1.007	cm	1.000
delta(cm)	2.319	ustrg	2.055

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 2.319 cm.

Tabla 85

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.305	te(seg)	0.250
ke(tonf/m)	8856.856	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	9094.040	Vy (tonf)	103.208
ti(seg)	0.247	W(tonf)	299.274

c2	1.059	cm	1.000
delta(cm)	2.420	ustrg	2.718

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 2.420 cm.

Tabla 86

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.272	te(seg)	0.249
ke(tonf/m)	8936.862	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	9094.040	Vy (tonf)	89.124
ti(seg)	0.247	W(tonf)	299.274
c2	1.046	cm	1.000
delta(cm)	1.848	ustrg	2.518

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 1.848 cm.

Tabla 87

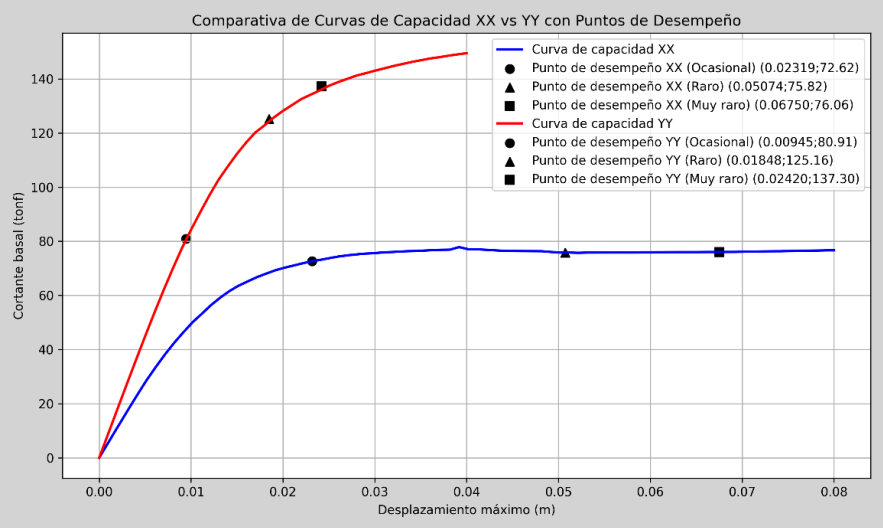
Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección YY en vivienda N°31

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.300	a	90.000
c1	1.237	te(seg)	0.247
ke(tonf/m)	9094.040	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	9094.040	Vy (tonf)	48.821
ti(seg)	0.247	W(tonf)	299.274
c2	1.035	cm	1.000
delta(cm)	0.945	ustrg	2.299

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 0.945 cm.

Figura 84

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°31



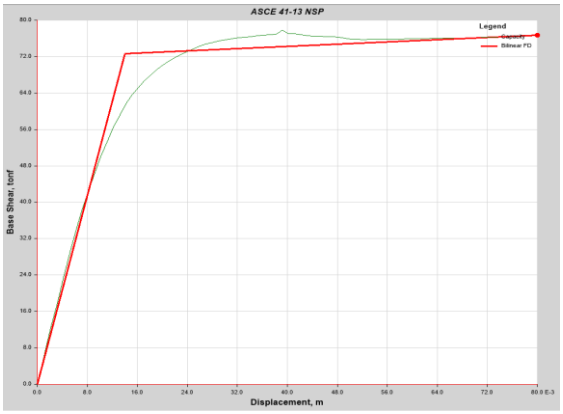
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.1.7.3. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°31

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 85

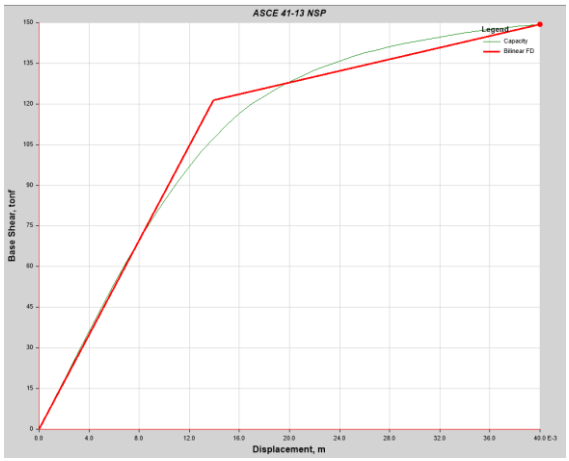
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°31



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.40 cm.

Figura 86

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°31



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.40 cm.

Tabla 88

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°31

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.40
Funcional	IO	3.38
Resguardo de vida	LS	5.36
Cerca al colapso	CP	6.68
Colapso	COLAPSO	8.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISIÓN 2000.

Tabla 89

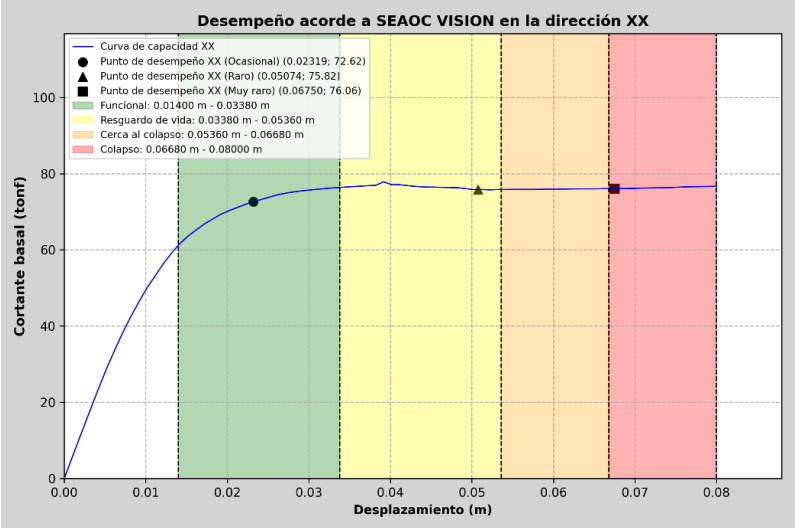
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N°31

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.40
Funcional	IO	2.18
Resguardo de vida	LS	2.96
Cerca al colapso	CP	3.48
Colapso	COLAPSO	4.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISIÓN 2000.

Figura 87

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°31

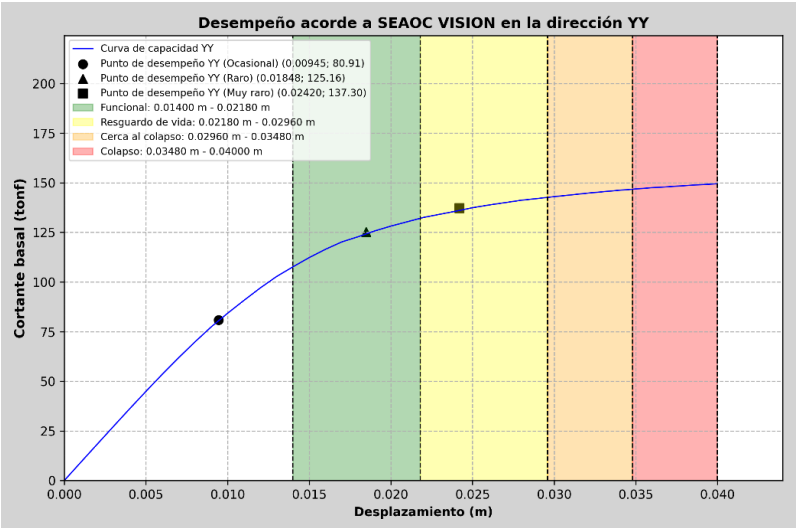


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de colapso.

Figura 88

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°31



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un resguardo de vida.

6.1.7.4. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°31

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°31 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 90

Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°31

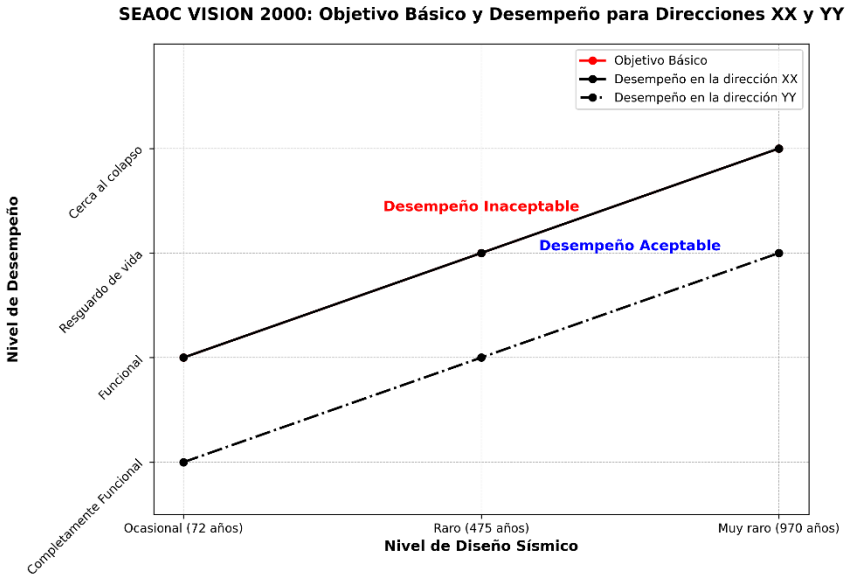
		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	Funcional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso
Nivel de peligro sísmico	Sismo Frecuente (45 años)				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				

Edificio Común | Edificio Esencial | Edif. De Seguridad Critica

Nota. Adaptado de “La ingeniería sismorresistente”. (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 89

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°31



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X se encuentra al límite de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 31 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.2. Análisis de la Vivienda Tipificada N°07

6.2.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°07 Mediante la Normativa E.030

6.2.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N°07

La estructura se clasifica como una estructura irregular en las direcciones XX y YY, por presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 91

Factores de irregularidad de la vivienda N°07

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	0.9
	Ipy	0.6

Tabla 92

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°07

Clasificación de la estructura	Dirección X	IRREGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

6.2.1.2. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°07

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 93

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 94

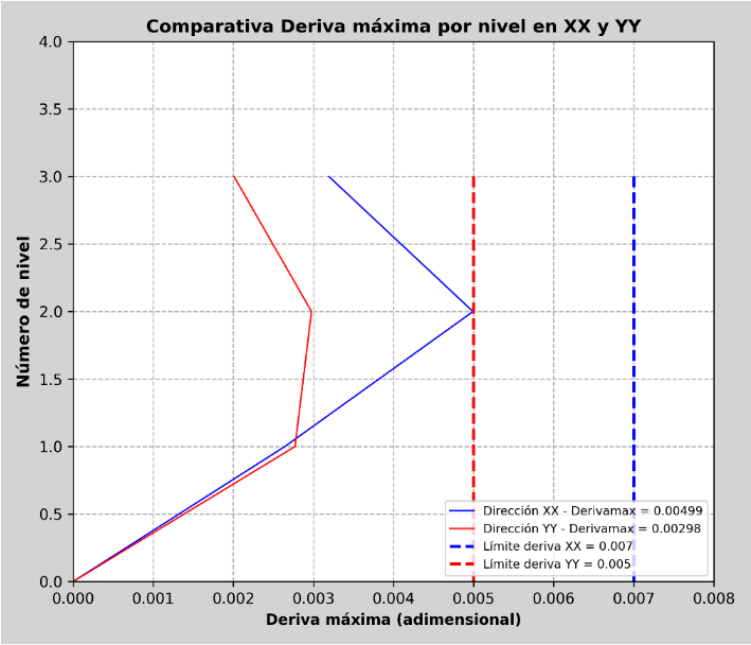
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.80	0.50	3.02	2.20
2	280	1.40	0.83	2.22	1.69
1	310	0.82	0.86	0.82	0.86
	Suma	**3.02**	**2.20**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 90

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°07



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 4.9% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.7% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.2.1.3. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°07

Tabla 95

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y3T2	DERV. X-X	Max	0.6201	29.66	CUMPLE
Story2	D4	Y4T2	DERV. X-X	Max	0.3541	30.47	CUMPLE
Story1	D3	Y1T1	DERV. X-X	Max	0.4058	31.77	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	DERV. X-X	Max	0.4577	32.53	CUMPLE
Story1	D5	X1T1	DERV. X-X	Max	8.0192	31.03	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 96

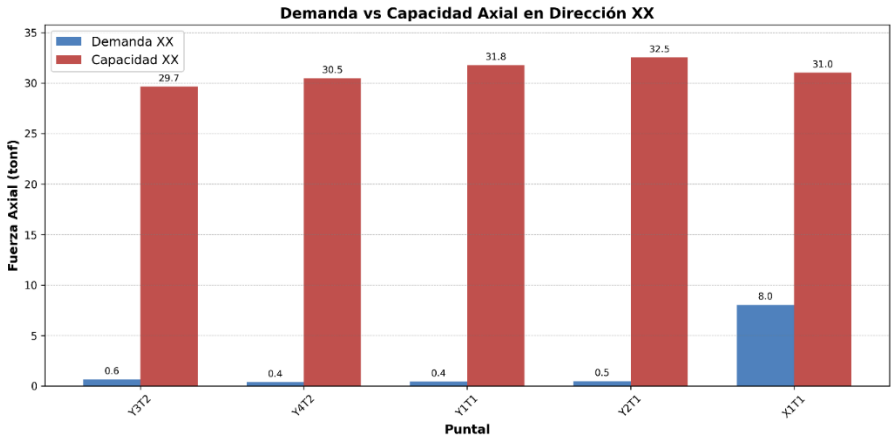
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y3T2	DERV. Y-Y	Max	10.2902	29.66	CUMPLE
Story2	D4	Y4T2	DERV. Y-Y	Max	9.9084	30.47	CUMPLE
Story1	D3	Y1T1	DERV. Y-Y	Max	15.2851	31.77	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	DERV. Y-Y	Max	16.0474	32.53	CUMPLE
Story1	D5	X1T1	DERV. Y-Y	Max	4.5661	31.03	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 91

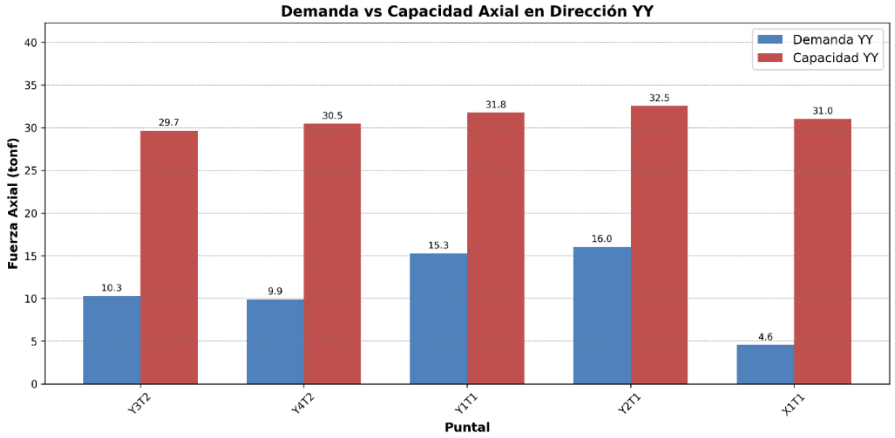
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 92

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

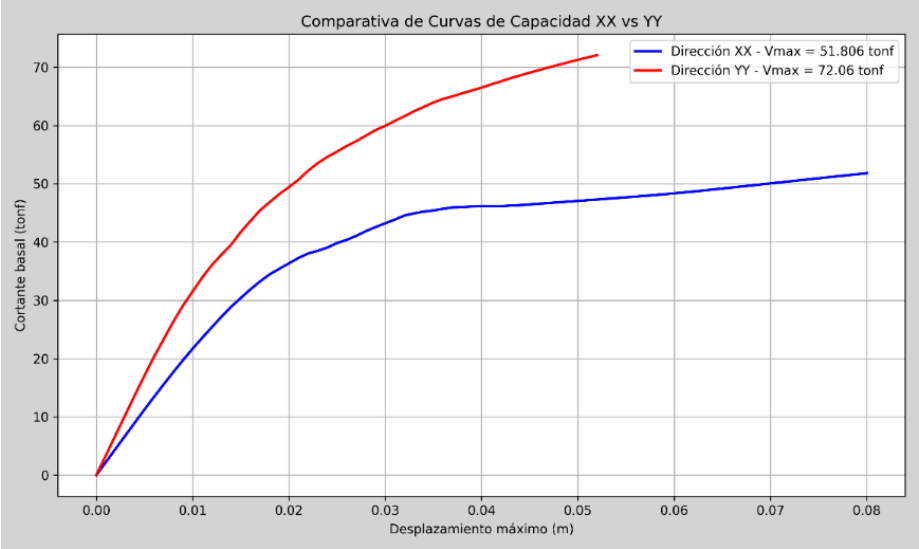
6.2.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°07

6.2.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 93

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°07



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 51.80 tonf y 72.06 tonf respectivamente para cada dirección.

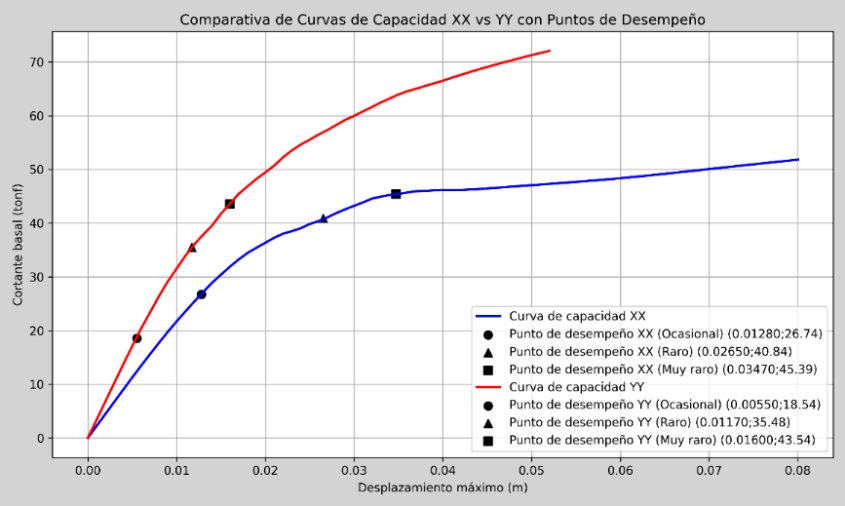
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 72.06 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 21.809 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (5.2 cm) en comparación con la dirección X-X (8.0 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.2.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°07

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 94

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°07

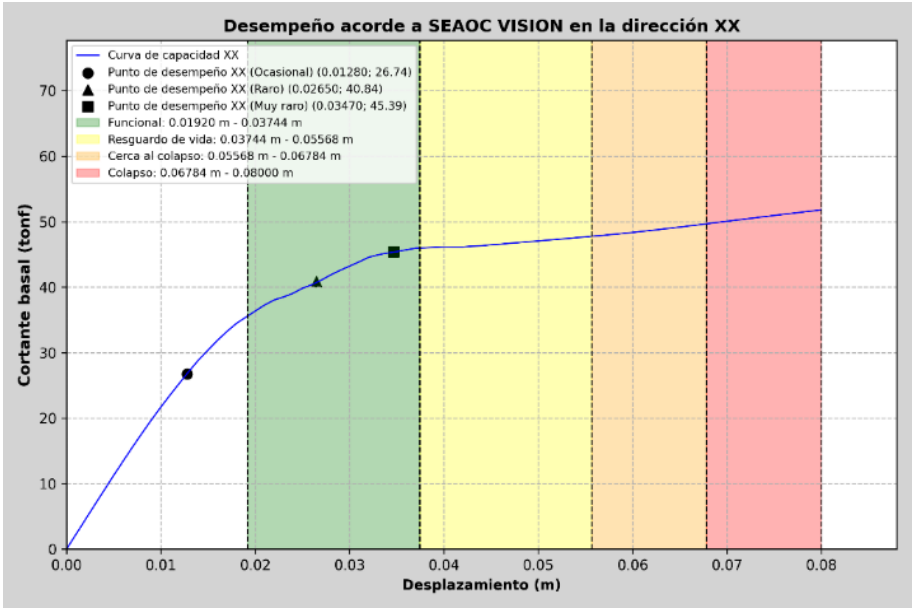


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.2.2.1. Determinación del nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°07

Figura 95

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°07



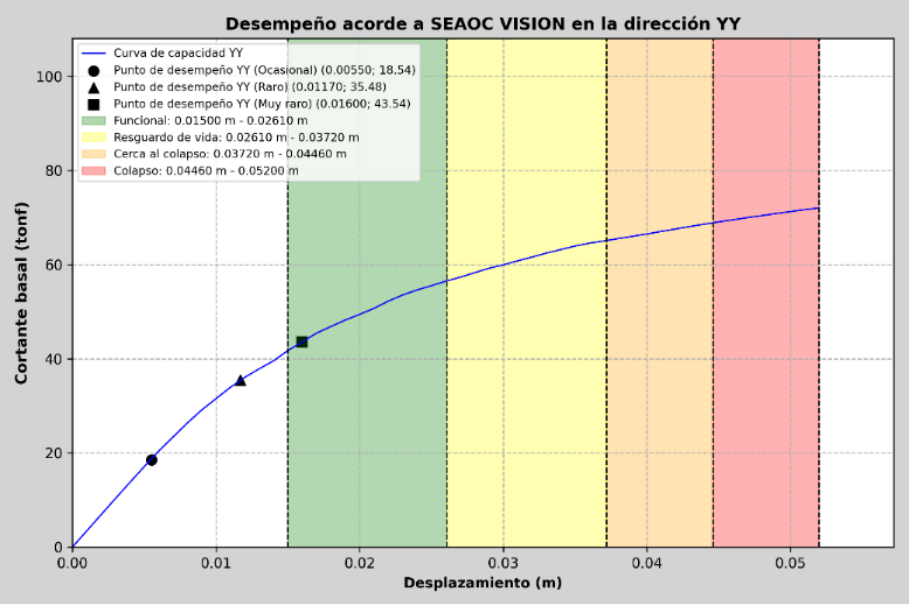
Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional,

para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

Figura 96

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°07



Nota. Elaboración Propia.

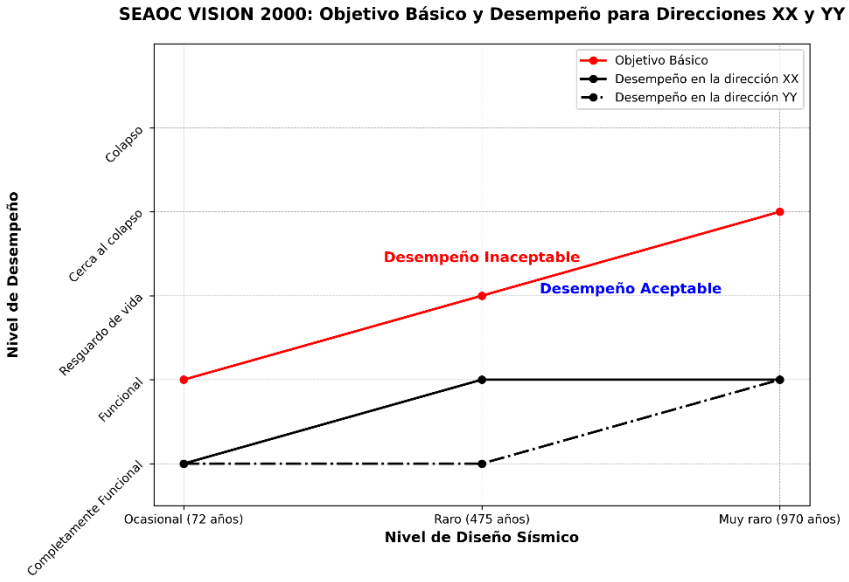
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.2.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°07

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°07 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 97

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°07



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en ambas direcciones (X-X y Y-Y) se mantiene dentro de los límites establecidos por los criterios de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.° 07 presenta un desempeño aceptable, cumpliendo con los niveles de desempeño sísmico esperados en ambas direcciones del análisis.

6.3. Análisis de la Vivienda Tipificada N°08

6.3.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°08 Mediante la Normativa E.030

6.3.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N°08

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 97

Factores de irregularidad de la vivienda N°08

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	4

Tabla 98

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°08

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

6.3.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°08

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 99

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 100

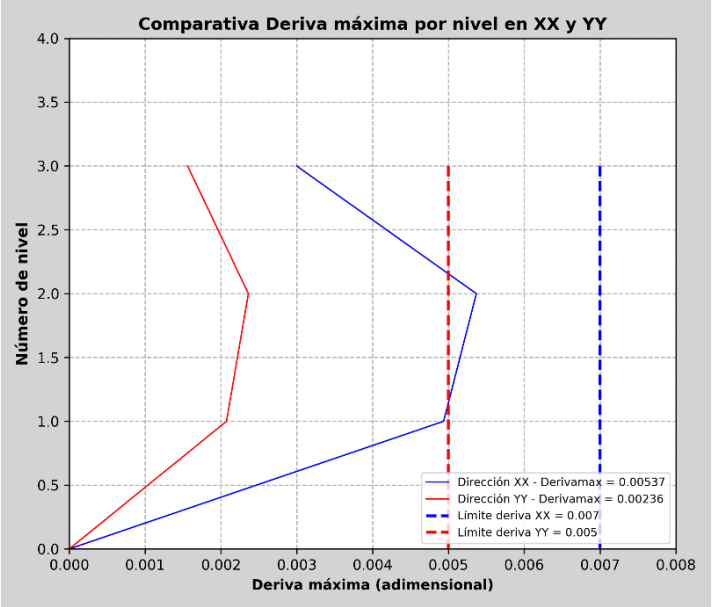
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.75	0.39	3.58	1.61
2	275	1.48	0.65	2.83	1.22
1	275	1.36	0.57	1.36	0.57
	Suma	**3.58**	**1.61**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 98

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°08



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.3.1.2. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°08

Tabla 101

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y5T1	SIS.X-X	Max	0.9891	35.02	CUMPLE
Story2	D3	Y6T1	SIS.X-X	Max	0.6204	35.02	CUMPLE
Story2	D4	Y7T1	SIS.X-X	Max	0.6034	35.02	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SIS.X-X	Max	0.7995	35.06	CUMPLE
Story1	D2	Y2T1	SIS.X-X	Max	0.8325	35.06	CUMPLE
Story1	D3	Y3T1	SIS.X-X	Max	0.8267	35.06	CUMPLE
Story1	D4	Y4T1	SIS.X-X	Max	0.8285	35.06	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 102

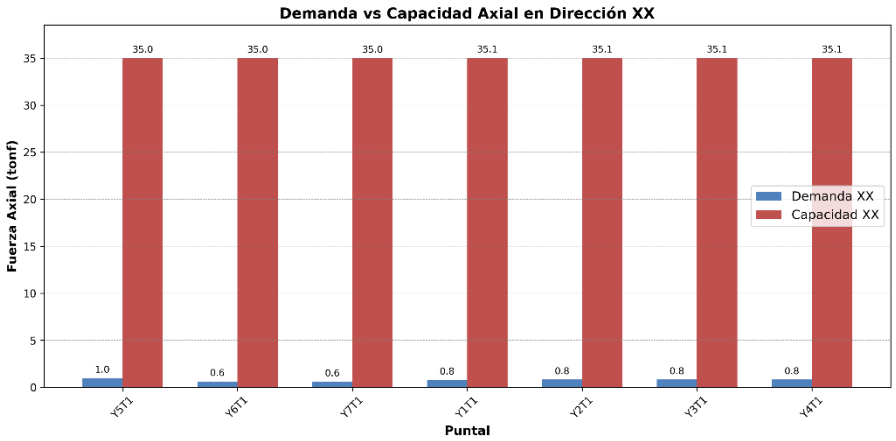
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°08

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y5T1	D. Y-Y	Max	8.5905	35.02	CUMPLE
Story2	D3	Y6T1	D. Y-Y	Max	7.9258	35.02	CUMPLE
Story2	D4	Y7T1	D. Y-Y	Max	7.7939	35.02	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	D. Y-Y	Max	7.6997	35.06	CUMPLE
Story1	D2	Y2T1	D. Y-Y	Max	7.9881	35.06	CUMPLE
Story1	D3	Y3T1	D. Y-Y	Max	9.2995	35.06	CUMPLE
Story1	D4	Y4T1	D. Y-Y	Max	9.4298	35.06	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 99

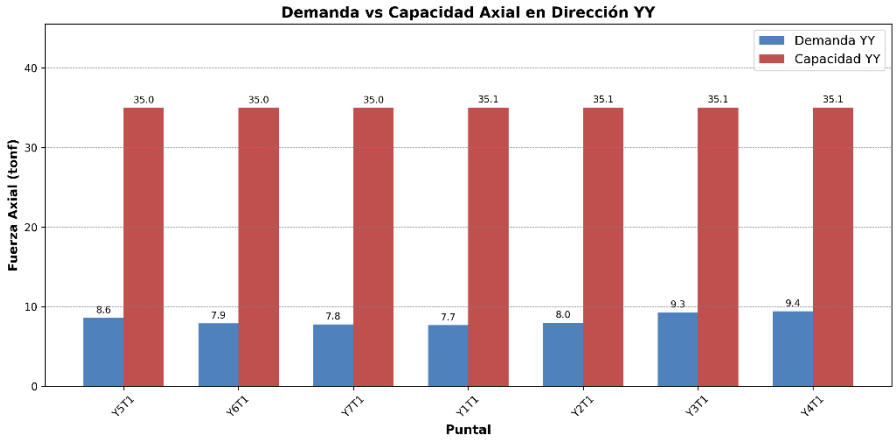
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 100

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

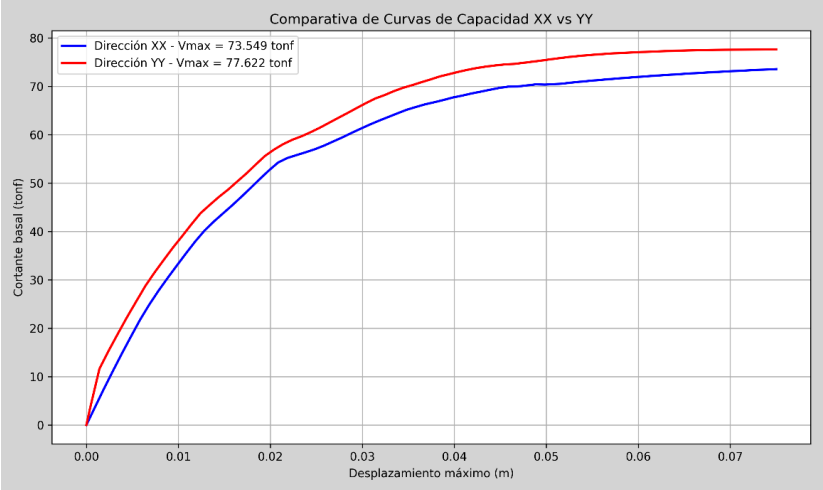
6.3.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°08

6.3.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 101

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°08



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

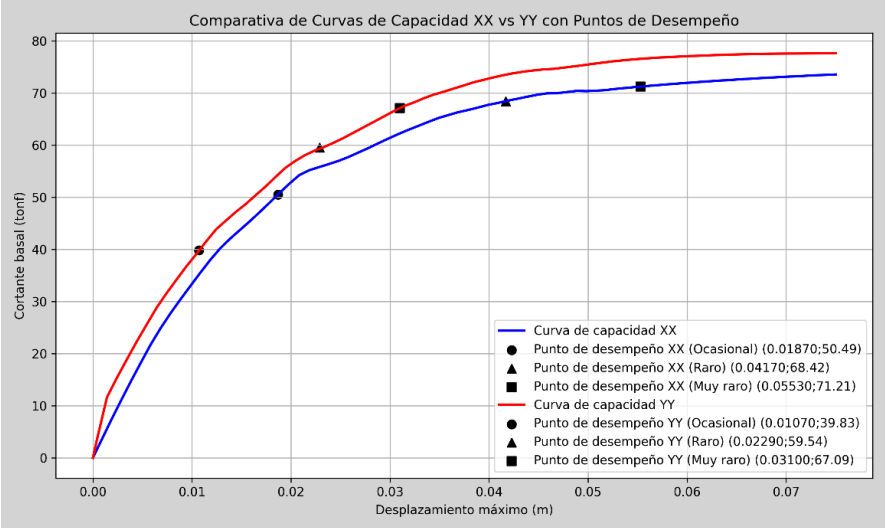
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.3.2.1. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°08

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 102

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°08

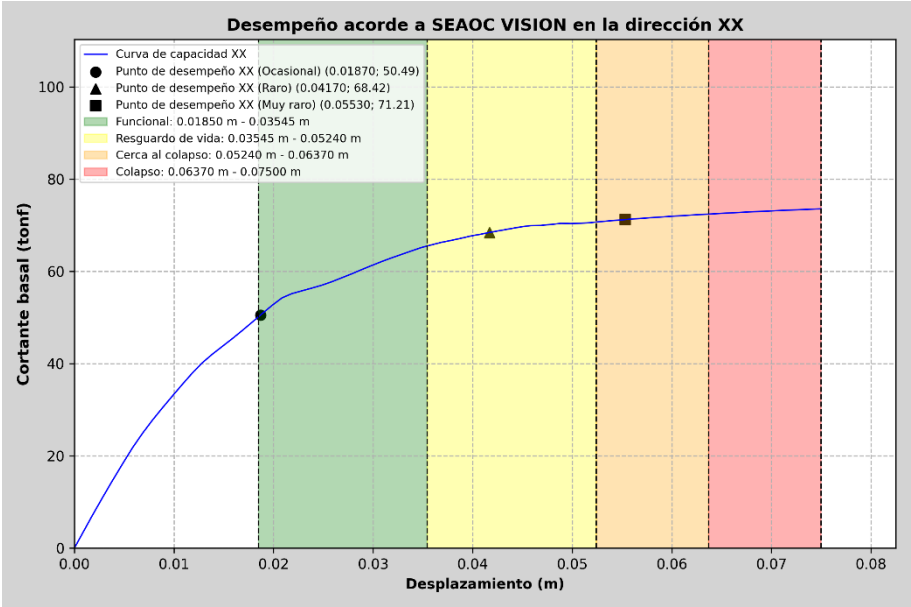


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.3.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°08

Figura 103

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°08



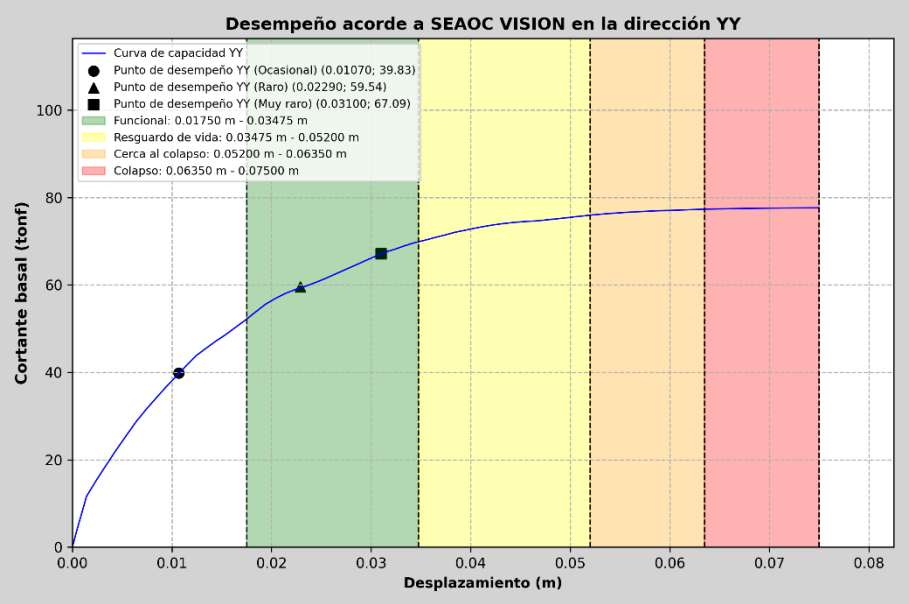
Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional,

para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 104

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°08



Nota. Elaboración Propia.

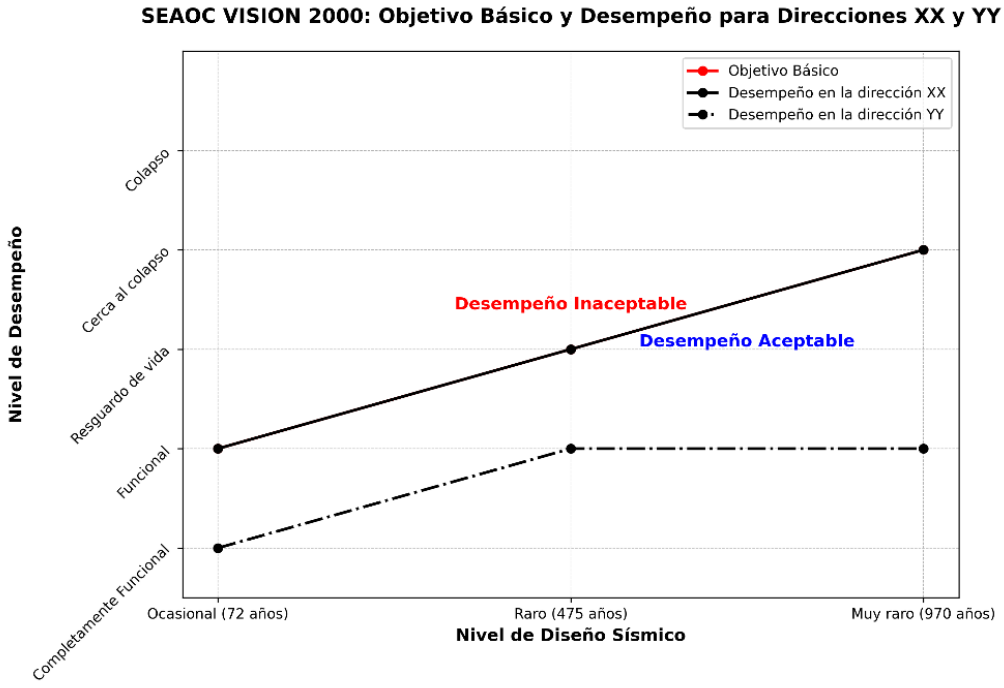
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.3.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°08

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 105

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°08



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.4. Análisis de la Vivienda Tipificada N°12

6.4.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°12 Mediante la Normativa E.030

6.4.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N°12

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por no presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 103

Factores de irregularidad de la vivienda N°12

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 104

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°12

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**REGULAR**
	Dirección Y	**REGULAR**

6.4.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°12

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 105

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Piso	**DIRECCION X**			**DIRECCION Y**		
	Distorsión del análisis	**Distorsión Corregida**	**Verificación**	**Distorsión del análisis**	**Distorsión Corregida**	**Verificación**
2	0.00102	0.0061	BIEN	0.000401	0.0009	BIEN
1	0.00124	0.0074	MAL	0.000472	0.0011	BIEN

Nota. El primer nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 106

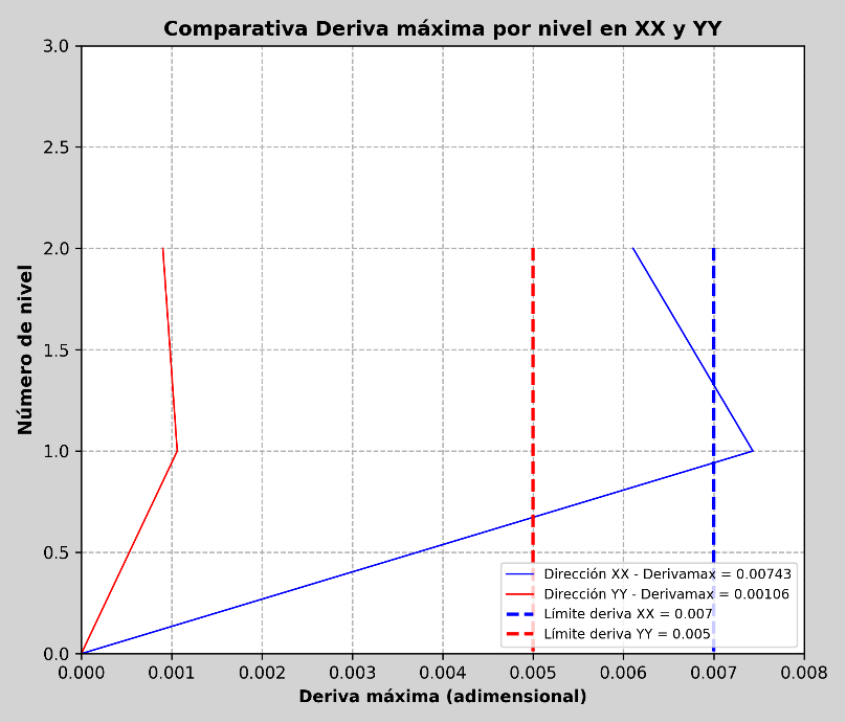
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	275	1.68	0.25	3.72	0.54
1	275	2.04	0.29	2.04	0.29
	Suma	3.72	0.54		

Nota. El primer nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 106

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°12



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 7.43% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 1.06% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.4.1.2. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°12

Tabla *107*

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°12

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y7T2	SIS. X-X	Max	0.2152	27.59	CUMPLE
Story2	D2	Y9T2	SIS. X-X	Max	0.0001	27.59	CUMPLE
Story2	D3	Y10T2	SIS. X-X	Max	0.2152	27.59	CUMPLE
Story2	D4	Y8T2	SIS. X-X	Max	0.2073	27.86	CUMPLE
Story2	D6	Y11T2	SIS. X-X	Max	0.2073	27.86	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SIS. X-X	Max	0.3048	30.11	CUMPLE
Story1	D2	Y3T1	SIS. X-X	Max	0.0001	30.11	CUMPLE
Story1	D3	Y5T1	SIS. X-X	Max	0.3048	30.11	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	SIS. X-X	Max	0.3122	30.36	CUMPLE
Story1	D5	Y4T1	SIS. X-X	Max	0.0001	30.36	CUMPLE
Story1	D6	Y6T1	SIS. X-X	Max	0.3122	30.36	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla *108*

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°12

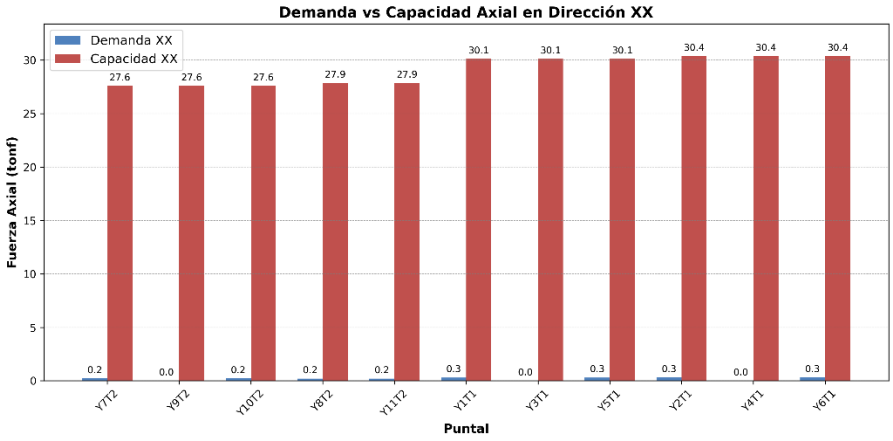
Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y7T2	SISMO Y-Y	Max	4.4827	27.59	CUMPLE
Story2	D2	Y9T2	SISMO Y-Y	Max	3.9254	27.59	CUMPLE
Story2	D3	Y10T2	SISMO Y-Y	Max	4.496	27.59	CUMPLE
Story2	D4	Y8T2	SISMO Y-Y	Max	4.3993	27.86	CUMPLE
Story2	D6	Y11T2	SISMO Y-Y	Max	4.4123	27.86	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SISMO Y-Y	Max	5.751	30.11	CUMPLE

Story1	D2	Y3T1	SISMO Y-Y	Max	5.0742	30.11	CUMPLE
Story1	D3	Y5T1	SISMO Y-Y	Max	5.7704	30.11	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	SISMO Y-Y	Max	5.9557	30.36	CUMPLE
Story1	D5	Y4T1	SISMO Y-Y	Max	5.3488	30.36	CUMPLE
Story1	D6	Y6T1	SISMO Y-Y	Max	5.9757	30.36	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura *107*

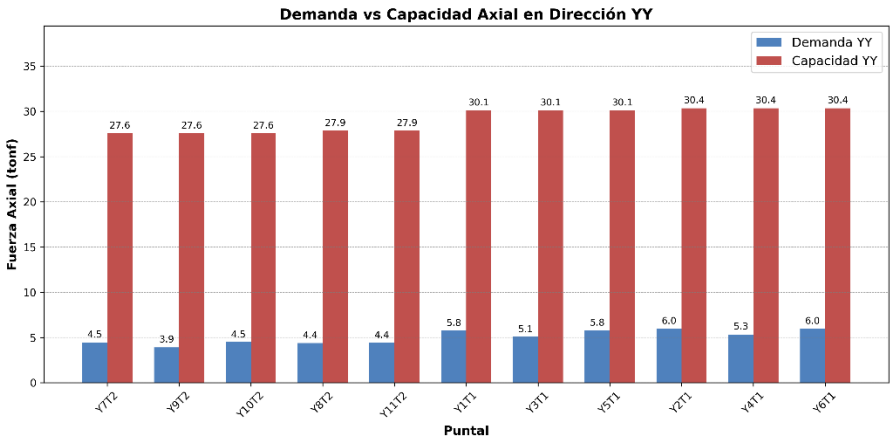
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

Figura *108*

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

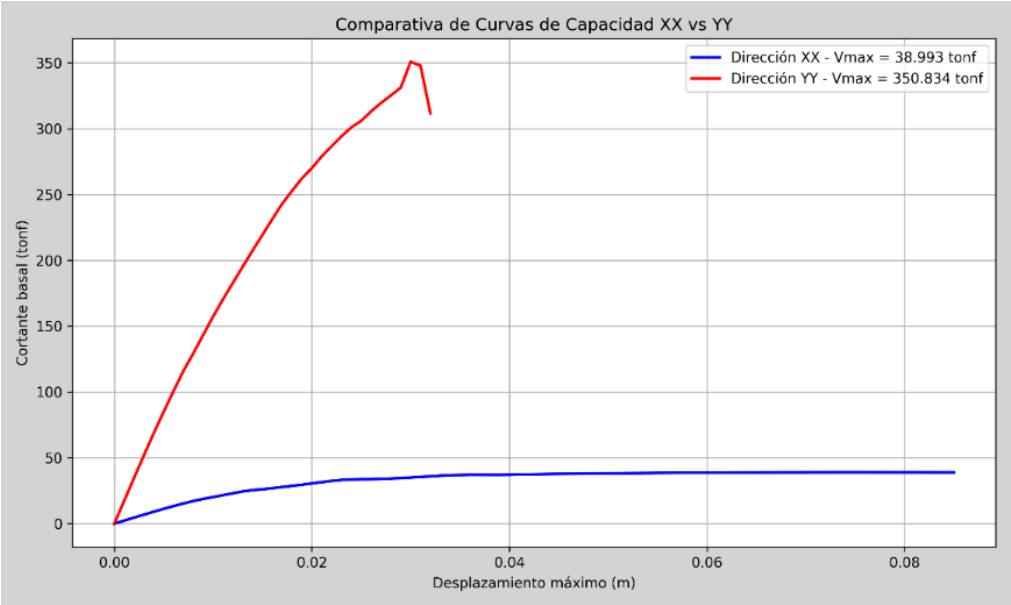
6.4.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°12

6.4.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 109

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°12



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 38.993 tonf y 350.834 tonf respectivamente para cada dirección.

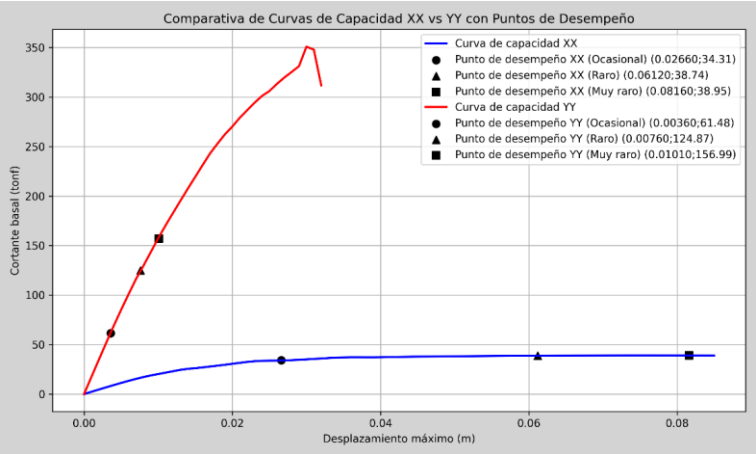
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 350.834 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 38.993 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (3.2 cm) en comparación con la dirección X-X (8.5 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.4.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°12

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 110

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°12

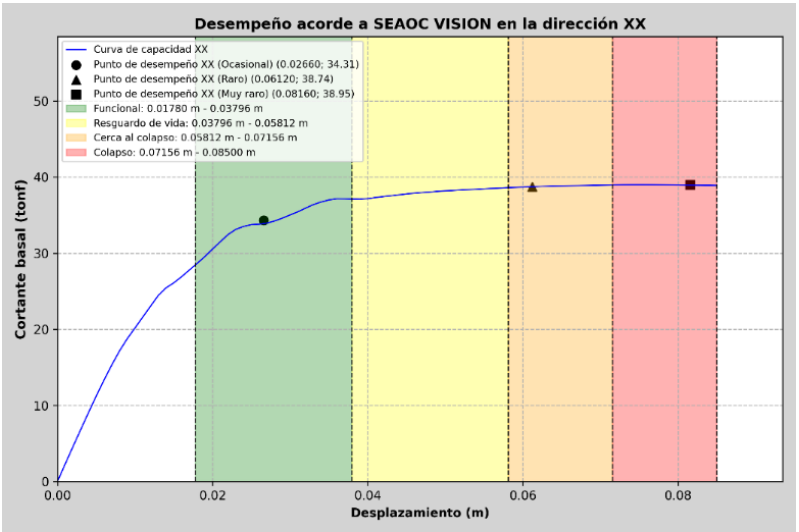


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.4.2.3. Determinación del nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°12

Figura 111

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°12

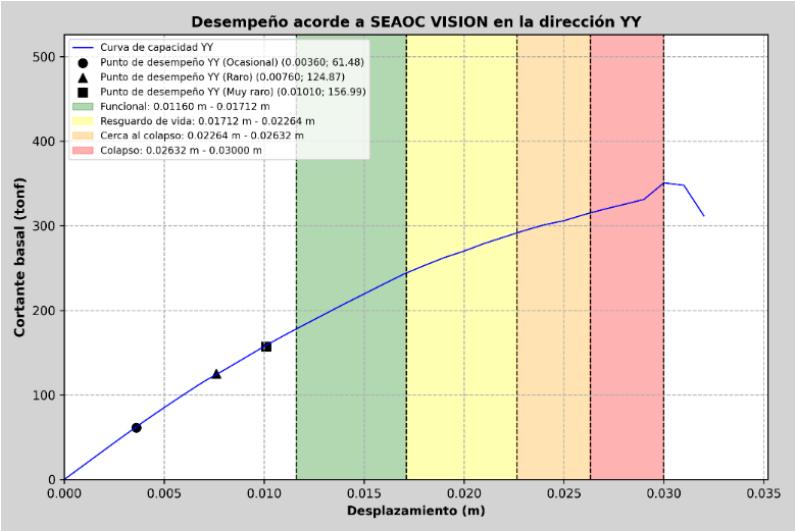


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de cerca al colapso y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de colapso.

Figura 112

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

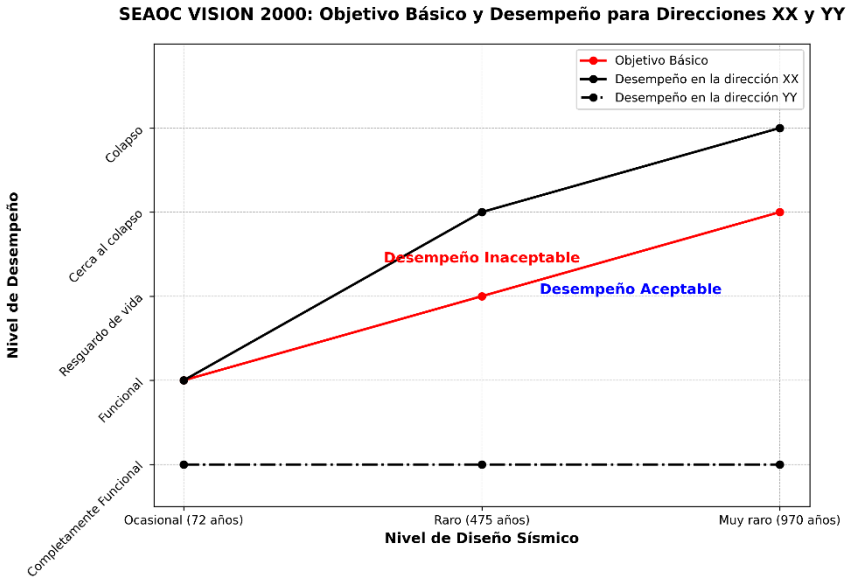
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de Completamente funcional.

6.4.2.4. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°12

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°12 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 113

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 12 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.5. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 15

6.5.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 15 Mediante la Normativa E.030

6.5.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N° 15

La estructura se clasifica como una estructura irregular en las direcciones XX y YY, por presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 109

Factores de irregularidad de la vivienda N° 15

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**0.9**
	Iay	**0.9**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**0.75**

Tabla 110

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 15

Clasificación de la estructura	Dirección X	IRREGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

6.5.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N° 15

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 111

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Piso	**DIRECCION X**			**DIRECCION Y**		
	Distorsión del análisis	**Distorsión Corregida**	**Verificación**	**Distorsión del análisis**	**Distorsión Corregida**	**Verificación**
2	0.00077	0.0007	BIEN	0.002040	0.0035	BIEN
1	0.00136	0.0012	BIEN	0.001872	0.0032	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 112

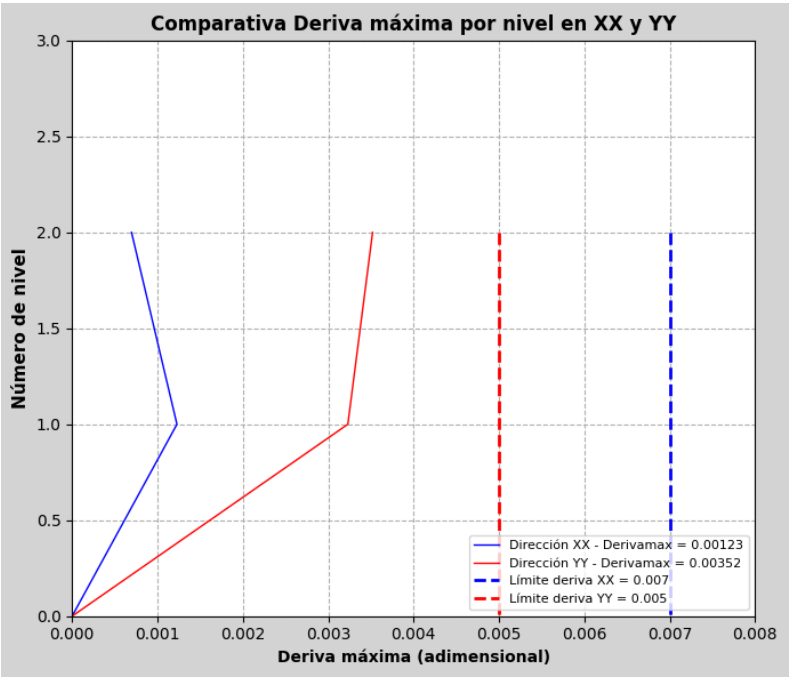
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260	0.18	0.92	0.55	1.88
1	300	0.37	0.97	0.37	0.97
	S	0.55	1.88		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 114

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 15



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 1.23 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 3.52 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.5.1.2. Verificación de Fuerzas de compresión Axial actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 15

Tabla 113

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 15

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D2	Y1 T2	SIS. X-X	Max	0.1572	31.63	CUMPLE
Story1	D1	Y2 T1	SIS. X-X	Max	0.2863	31.63	CUMPLE
Story1	D2	Y1 T1	SIS. X-X	Max	0.4554	30.00	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 114

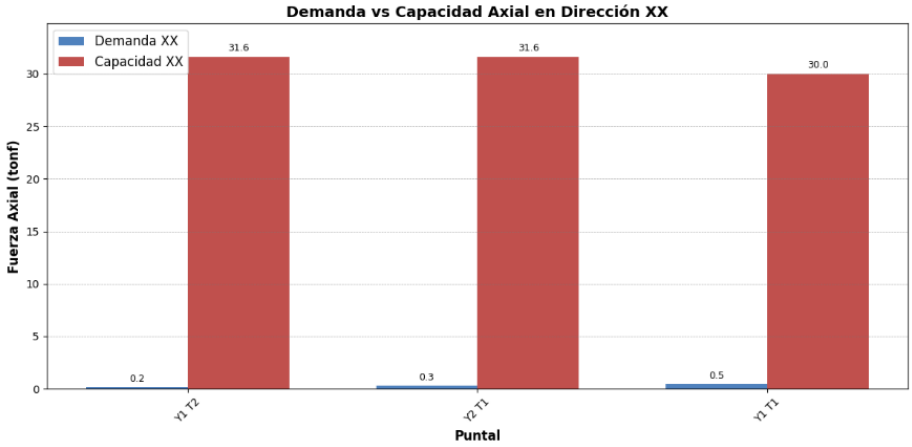
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 15

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D2	Y1 T2	DERIVA Y-Y	Max	10.3462	31.63	CUMPLE
Story1	D1	Y2 T1	DERIVA Y-Y	Max	15.4743	31.63	CUMPLE
Story1	D2	Y1 T1	DERIVA Y-Y	Max	17.3818	30.00	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 115

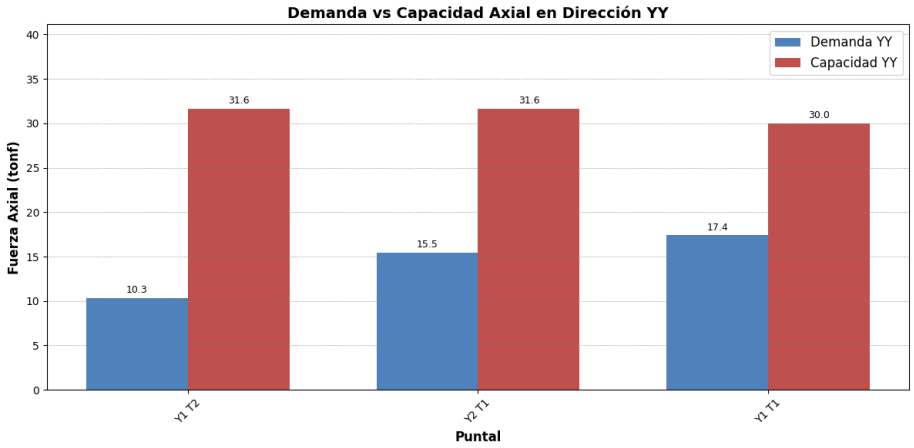
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 116

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

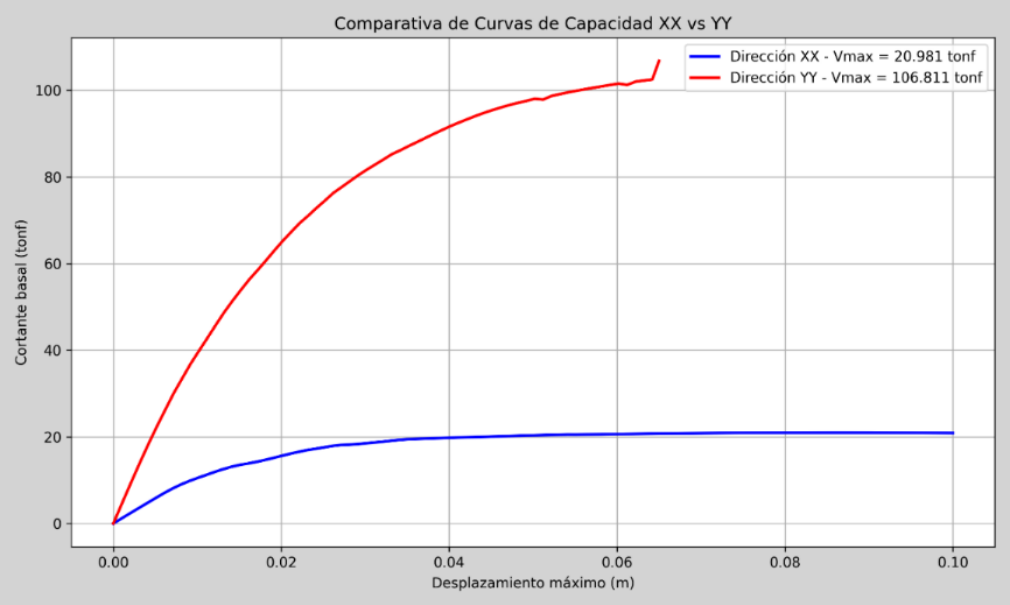
6.5.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 15

6.5.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 117

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 15



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 20.98 tonf y 106.811 tonf respectivamente para cada dirección.

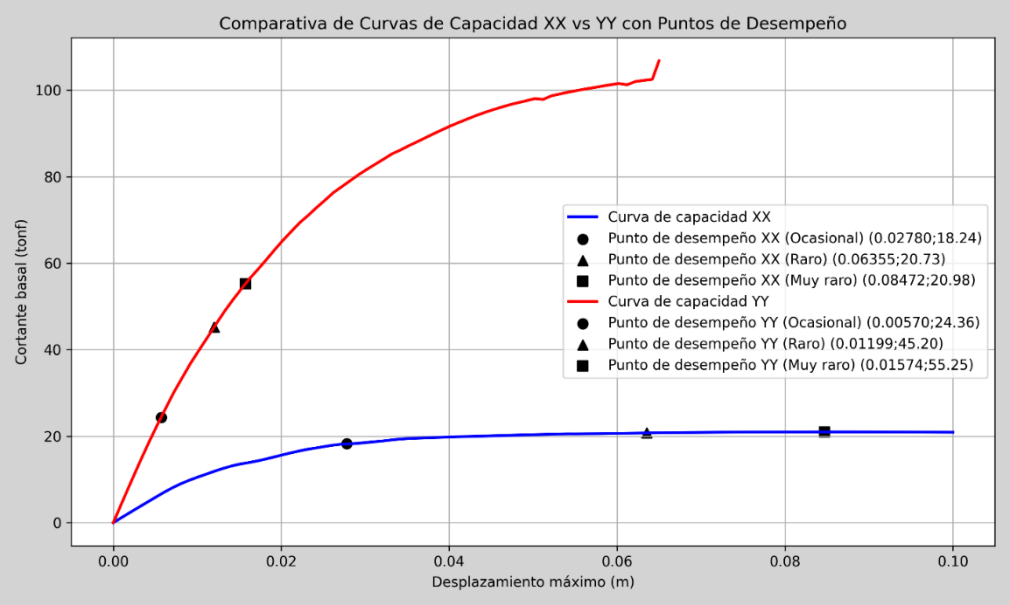
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 106.8111 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 20.981 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (6.2 cm) en comparación con la dirección X-X (10.0 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.5.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 15

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 118

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 15

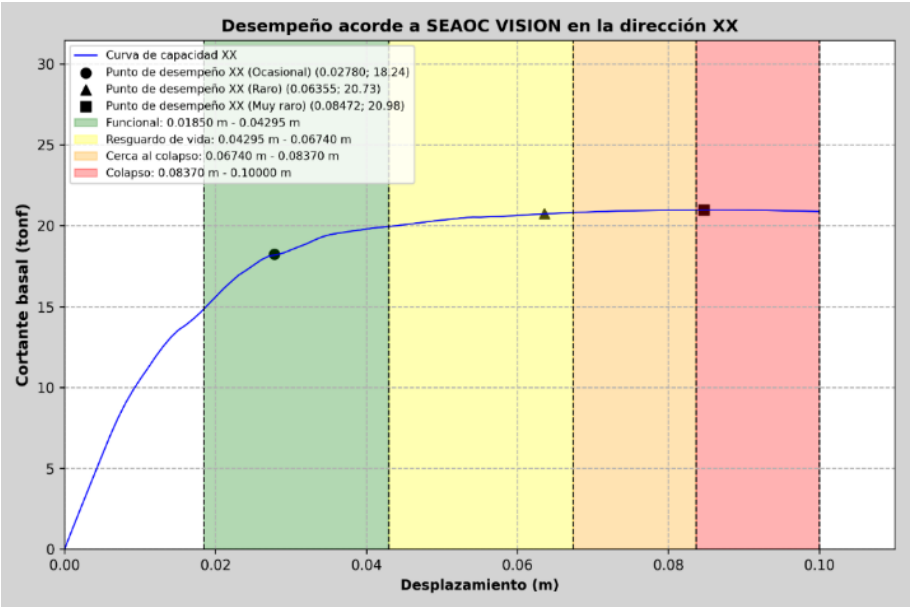


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.5.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°15

Figura 119

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 15

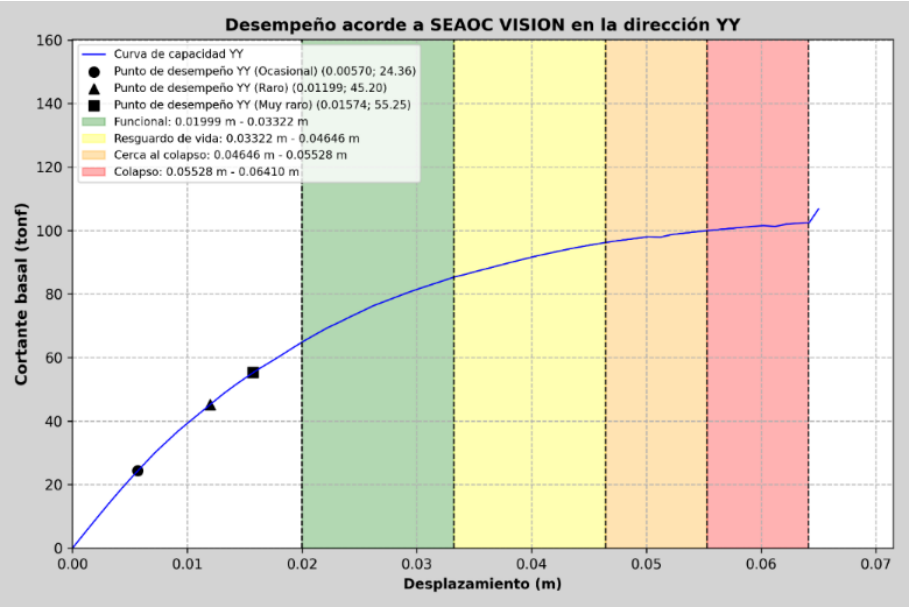


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

Figura 120

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 15



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

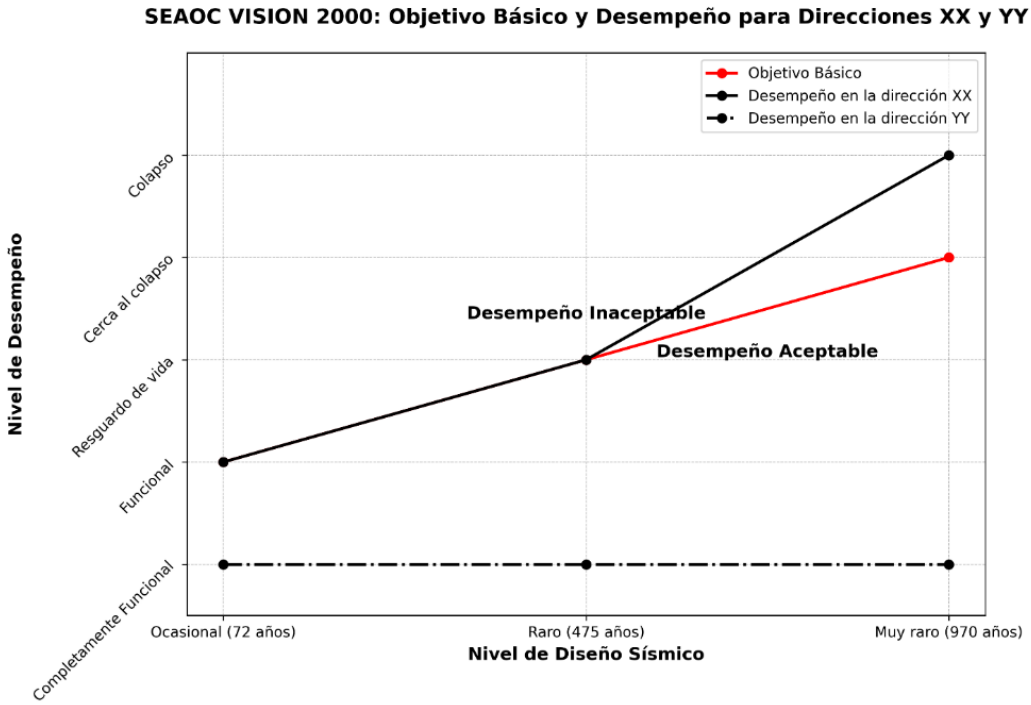
6.5.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°15

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N° 15 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se

espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 121

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 15



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en ambas direcciones (X-X y Y-Y) se mantiene dentro de los límites establecidos por los criterios de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.° 15 presenta un desempeño aceptable, cumpliendo con los niveles de desempeño sísmico esperados en ambas direcciones del análisis.

6.6. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 16

6.6.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 16. Mediante la Normativa E.030

6.6.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N° 16

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 115

Factores de irregularidad de la vivienda N° 16

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**0.75**

Tabla 116

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 16

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

6.6.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N° 16.

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 117

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16.

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00062	0.0037	BIEN	0.001399	0.0027	BIEN
1	0.00074	0.0044	BIEN	0.001525	0.0029	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 118

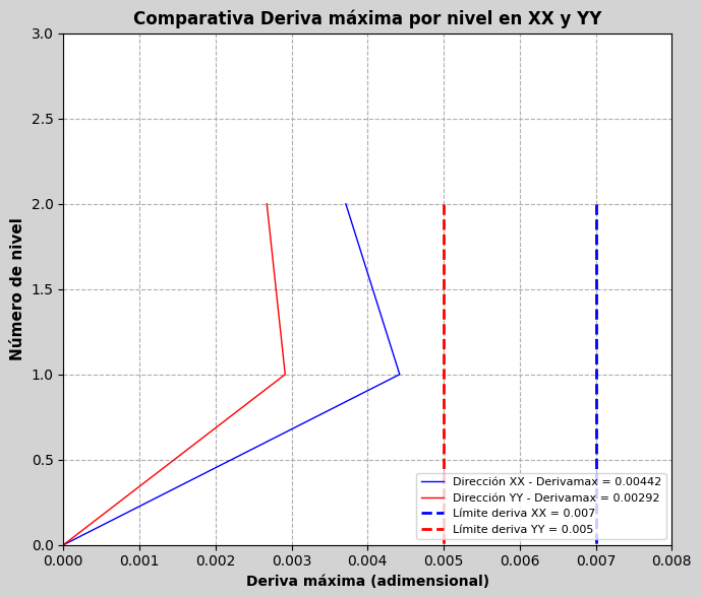
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260	0.97	0.70	2.29	1.57
1	300	1.33	0.87	1.33	0.87
	S	**2.29**	**1.57**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 122

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 16



Nota. Elaboración propia

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 4.42% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.92% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.6.1.2. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 16

Tabla 119

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 16

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D3	Y1 T2	DR X-X	Max	0.3566	31	CUMPLE
Story2	D4	Y2 T2	DR X-X	Max	0.3406	31	CUMPLE
Story1	D3	Y1 T1	DR X-X	Max	0.7276	32	CUMPLE
Story1	D4	Y2 T1	DR X-X	Max	0.7622	32	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 120

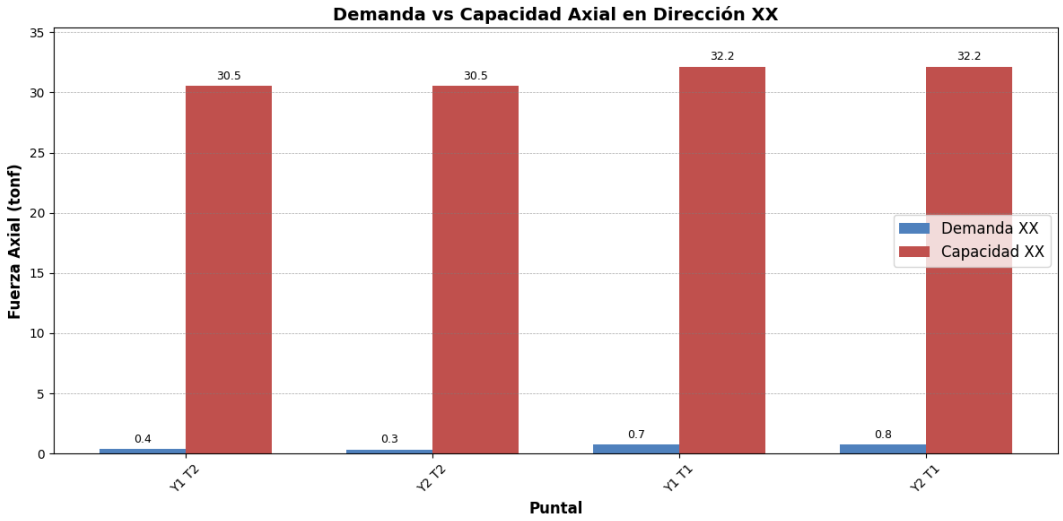
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 16

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D3	Y1 T2	DERIVA Y-Y	Max	6.1464	31	CUMPLE
Story2	D4	Y2 T2	DERIVA Y-Y	Max	5.8613	31	CUMPLE
Story1	D3	Y1 T1	DERIVA Y-Y	Max	11.7249	32	CUMPLE
Story1	D4	Y2 T1	DERIVA Y-Y	Max	11.9488	32	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 123

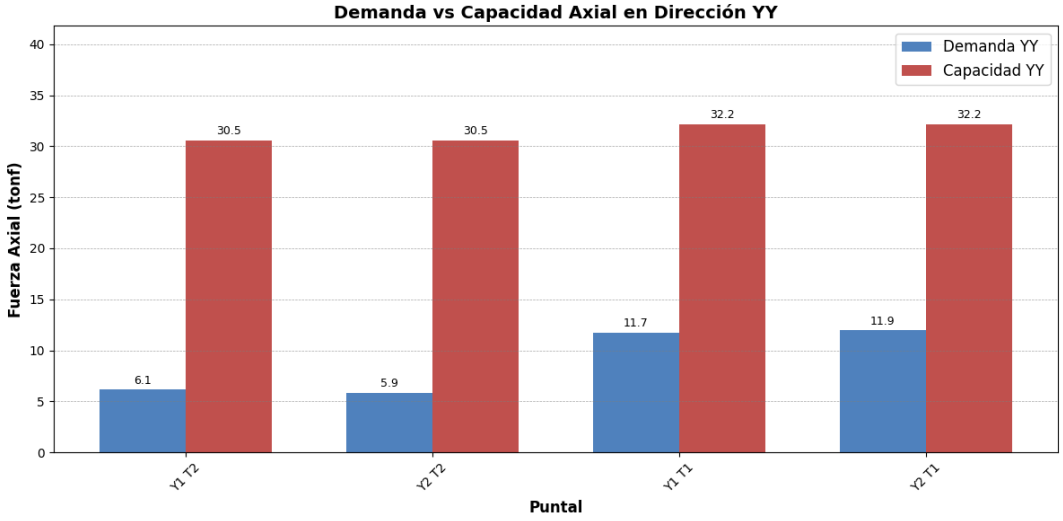
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 124

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY



Nota. Elaboración Propia.

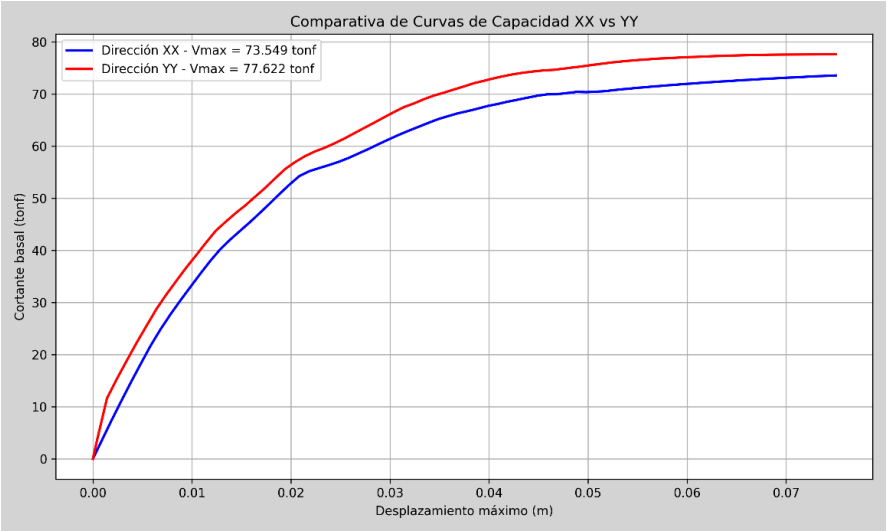
6.6.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 16

6.6.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 125

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°16



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

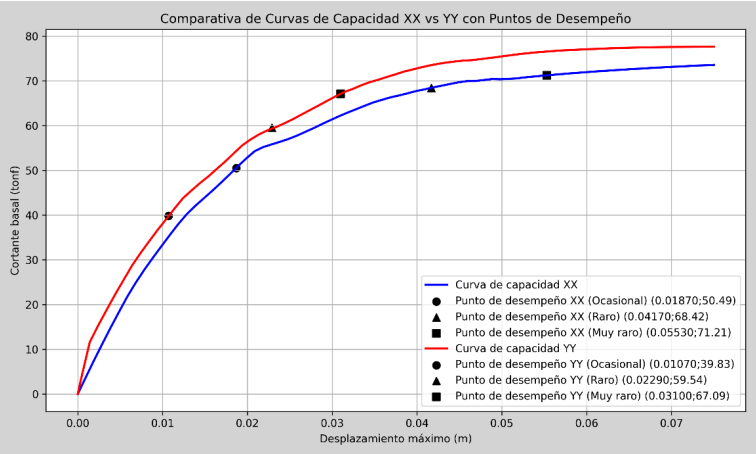
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.6.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°16

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 126

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 16

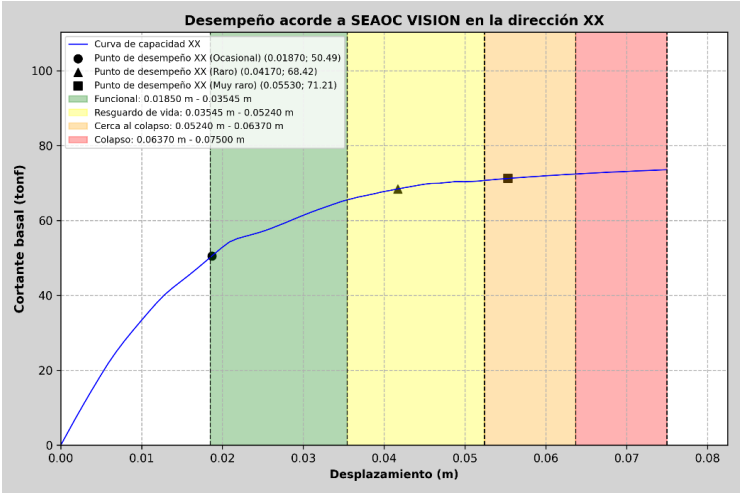


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.6.2.1. Determinación del nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N° 16

Figura 127

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 16

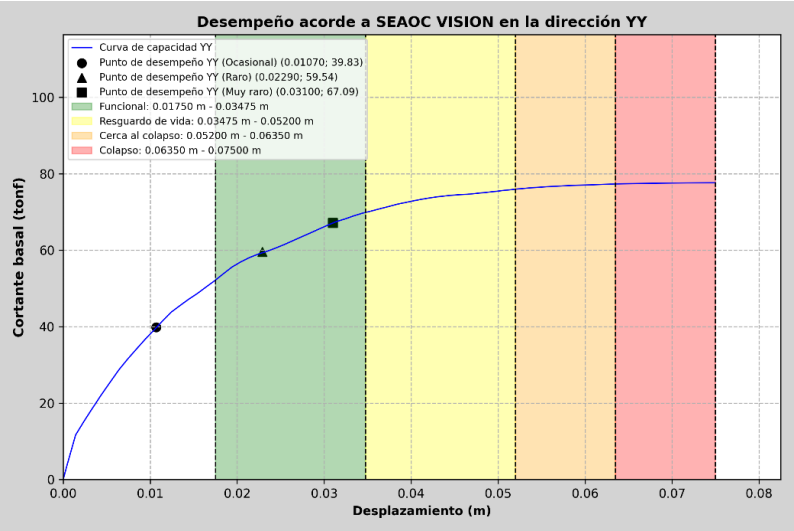


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 128

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°16



Nota. Elaboración Propia.

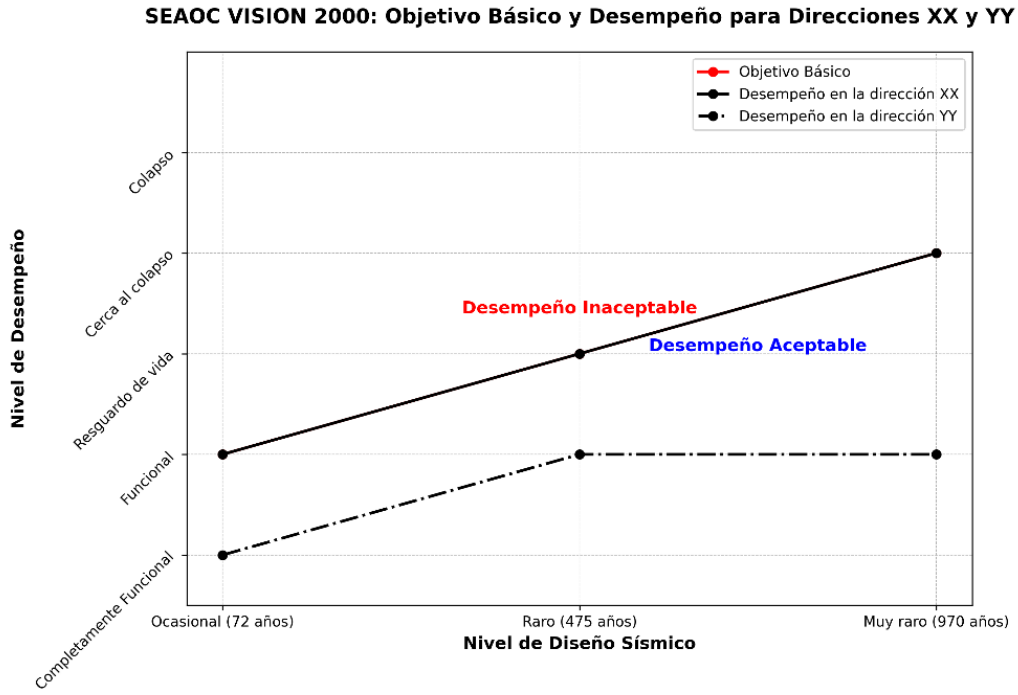
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.6.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 16

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 129

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°16



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 16 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.7. Análisis de la Vivienda Tipificada N°18

6.7.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 18 Mediante la Normativa E.030

6.7.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N° 18

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 121

Factores de irregularidad de la vivienda N° 18

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 122

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 18

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**REGULAR**
	Dirección Y	**REGULAR**

6.7.1.2. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°08

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 123

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18

Piso	**DIRECCION X**			**DIRECCION Y**		
	Distorsión del análisis	**Distorsión Corregida**	**Verificación**	**Distorsión del análisis**	**Distorsión Corregida**	**Verificación**
2	0.00246	0.0147	MAL	0.000480	0.0011	BIEN
1	0.00223	0.0134	MAL	0.000645	0.0015	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 124

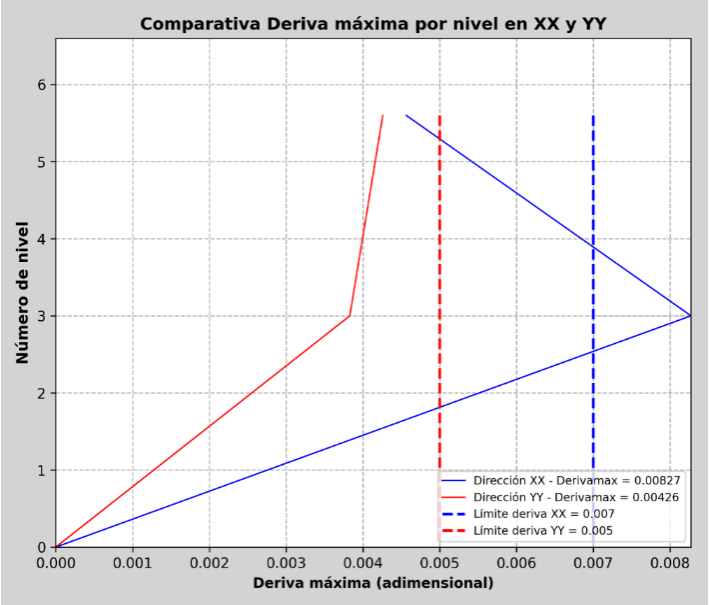
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18

Piso	Altura de Piso cm		Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260		3.83	0.28	8.11	0.75
1	320		4.28	0.46	4.28	0.46
		S	8.11	0.75		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 130

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°18



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 8.27% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 4.26% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.7.1.3. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 18

Tabla 125

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 18

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D1	Y1 T2	DR X-X	Max	0.2658	37	CUMPLE
Story2	D2	Y2 T2	DR X-X	Max	0.0016	37	CUMPLE
Story2	D3	Y3 T2	DR X-X	Max	0.2639	37	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DR X-X	Max	0.4294	40	CUMPLE
Story1	D2	Y2 T1	DR X-X	Max	0.0032	40	CUMPLE
Story1	D3	Y3 T1	DR X-X	Max	0.4257	40	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 126

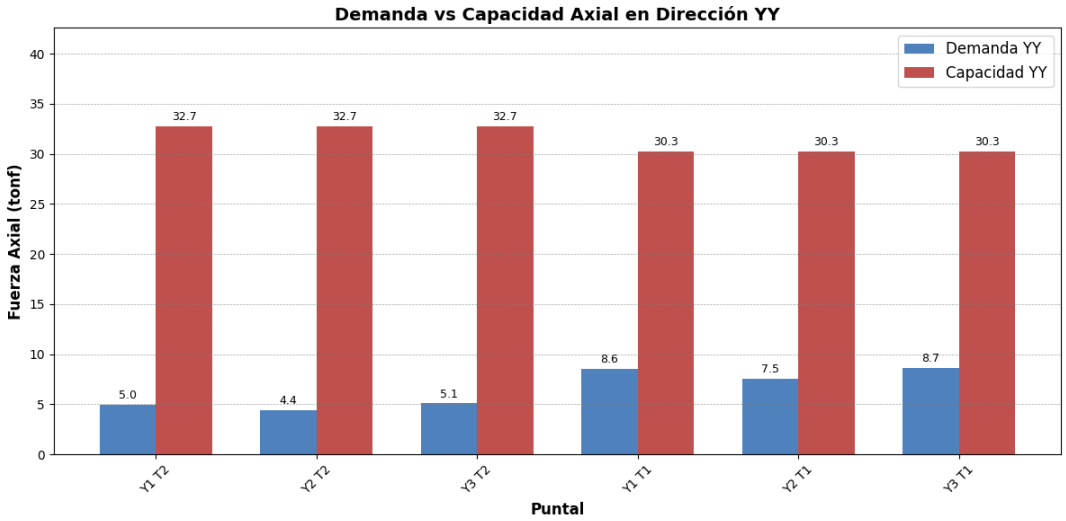
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 18.

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D1	Y1 T2	DER Y-Y	Max	4.9731	37	CUMPLE
Story2	D2	Y2 T2	DER Y-Y	Max	4.4053	37	CUMPLE
Story2	D3	Y3 T2	DER Y-Y	Max	5.1099	37	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DER Y-Y	Max	8.5589	40	CUMPLE
Story1	D2	Y2 T1	DER Y-Y	Max	7.5429	40	CUMPLE
Story1	D3	Y3 T1	DER Y-Y	Max	8.6707	40	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 131

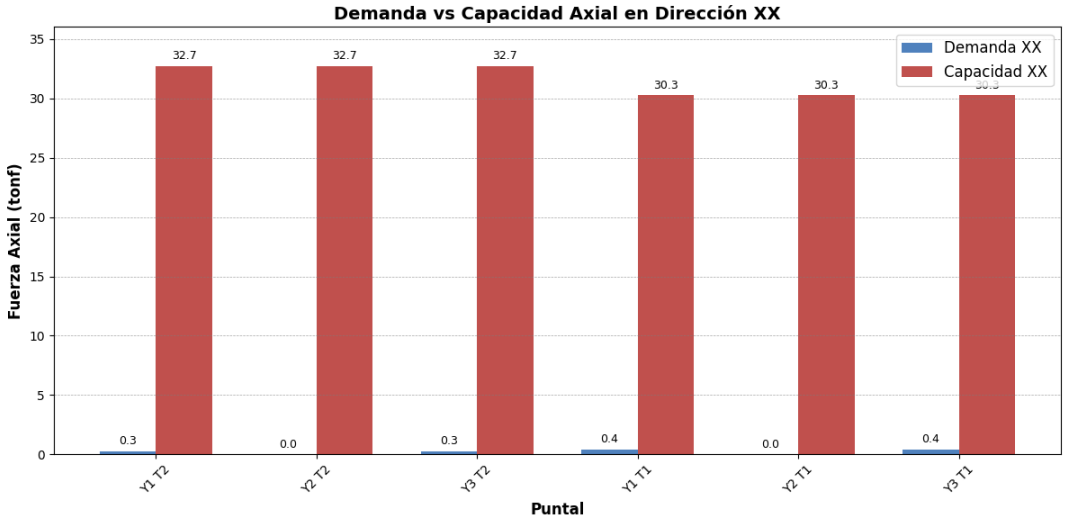
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 132

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

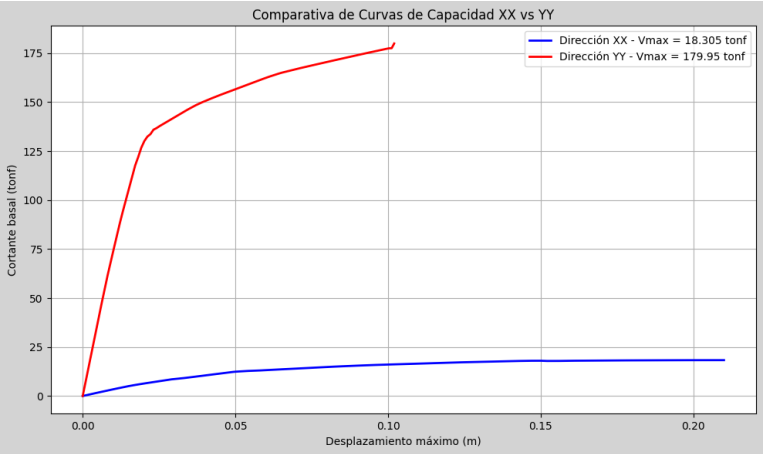
6.7.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°18

6.7.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 133

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 18



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 18.30 tonf y 179.952 tonf respectivamente para cada dirección.

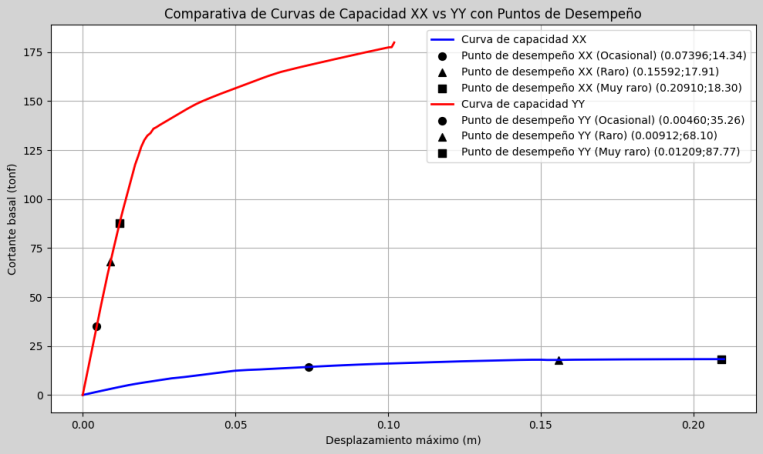
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 179.95 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 18.30 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.7.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 18

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 134

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 18

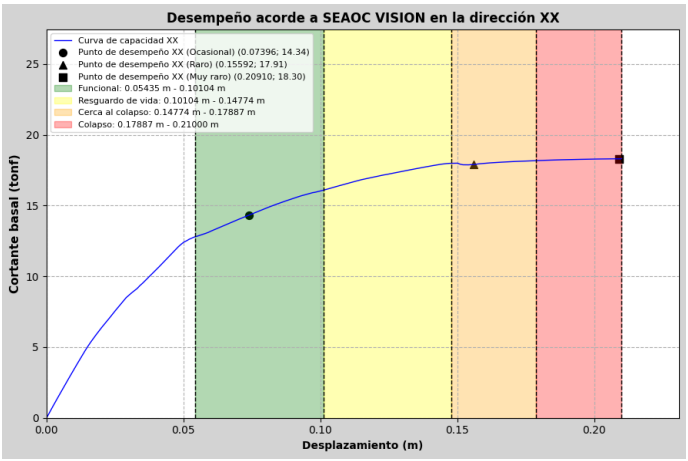


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.7.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N° 18

Figura 135

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 18

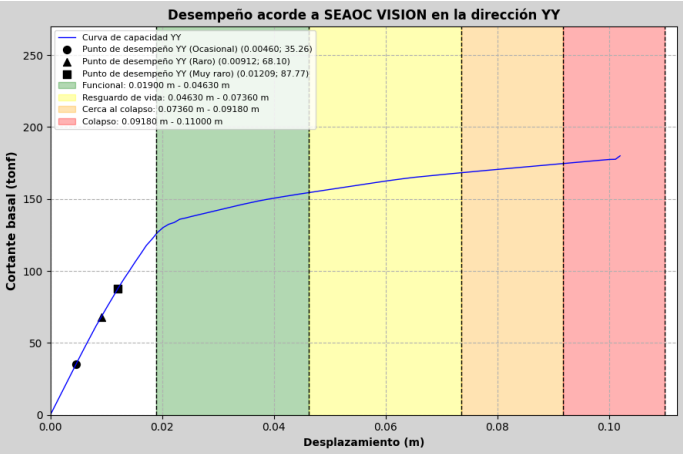


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 136

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 18



Nota. Elaboración Propia

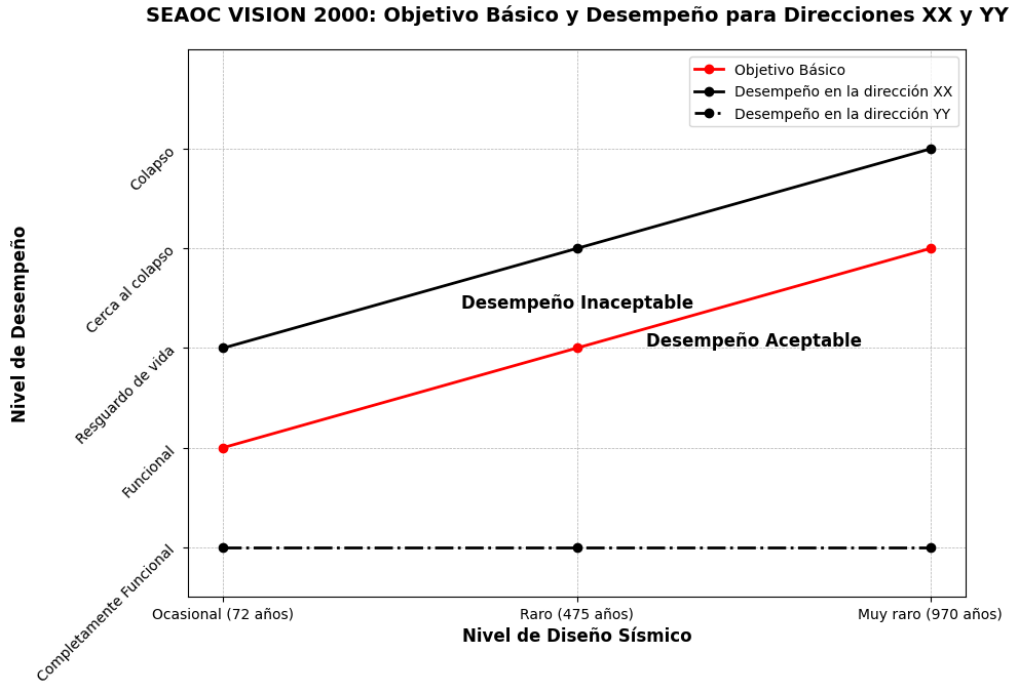
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.7.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 18

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 137

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 18



Nota. Elaboración Propia

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.8. Análisis de la Vivienda Tipificada N°22

6.8.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°22 Mediante la Normativa E.030

6.8.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N°22

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por no presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 127

Factores de irregularidad de la vivienda N°22

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 128

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°22

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

6.8.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°22

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 129

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00065	0.0039	BIEN	0.000139	0.0003	BIEN
1	0.00162	0.0097	MAL	0.000207	0.0005	BIEN

Nota. El primer nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 130

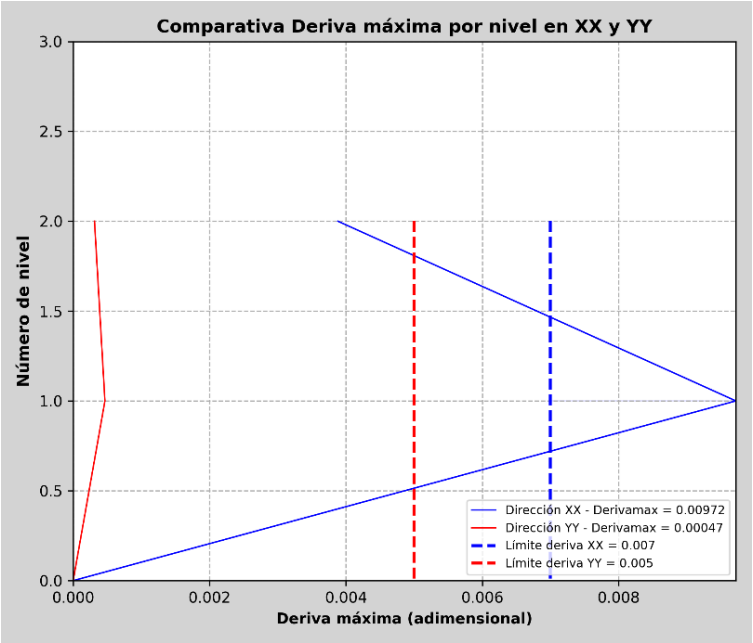
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	270	1.05	0.08	4.16	0.23
1	320	3.11	0.15	3.11	0.15
	Suma	**4.16**	**0.23**		

Nota. El primer nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 138

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°22



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 9.72% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 0.47 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.8.1.2. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°22

Tabla 131

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°22

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y8t2	Sis. X-X	Max	0.6009	28.25	Cumple
Story2	D2	Y11t2	Sis. X-X	Max	0.0097	28.25	Cumple
Story2	D3	Y12t2	Sis. X-X	Max	0.5926	28.25	Cumple
Story2	D4	Y9t2	Sis. X-X	Max	0.632	29.34	Cumple
Story2	D5	Y13t2	Sis. X-X	Max	0.4928	29.34	Cumple
Story2	D6	Y10t2	Sis. X-X	Max	0.5892	28.52	Cumple
Story2	D7	Y14t2	Sis. X-X	Max	0.7262	28.52	Cumple
Story2	D10	X1t2	Sis. X-X	Max	6.3826	30.06	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Sis. X-X	Max	0.5667	31.26	Cumple
Story1	D2	Y4t1	Sis. X-X	Max	0.0278	31.26	Cumple
Story1	D3	Y5y1	Sis. X-X	Max	0.533	31.26	Cumple
Story1	D4	Y2t1	Sis. X-X	Max	0.5944	32.25	Cumple
Story1	D5	Y6t1	Sis. X-X	Max	0.5636	32.25	Cumple
Story1	D6	Y3t1	Sis. X-X	Max	0.5913	31.50	Cumple
Story1	D7	Y7t1	Sis. X-X	Max	0.714	31.50	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 132

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°22

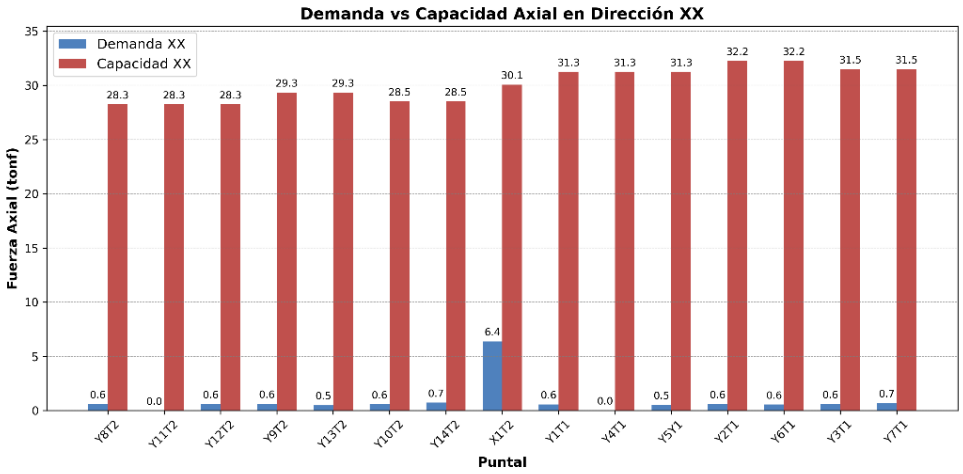
Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y8t2	Derv. Y-Y	Max	3.4943	28.25	Cumple
Story2	D2	Y11t2	Derv. Y-Y	Max	2.9547	28.25	Cumple

Story2	D3	Y12t2	Derv. Y-Y	Max	3.513	28.25	Cumple
Story2	D4	Y9t2	Derv. Y-Y	Max	3.738	29.34	Cumple
Story2	D5	Y13t2	Derv. Y-Y	Max	3.756	29.34	Cumple
Story2	D6	Y10t2	Derv. Y-Y	Max	3.3454	28.52	Cumple
Story2	D7	Y14t2	Derv. Y-Y	Max	3.369	28.52	Cumple
Story2	D10	X1t2	Derv. Y-Y	Max	0.1655	30.06	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Derv. Y-Y	Max	6.0816	31.26	Cumple
Story1	D2	Y4t1	Derv. Y-Y	Max	5.5171	31.26	Cumple
Story1	D3	Y5y1	Derv. Y-Y	Max	6.0658	31.26	Cumple
Story1	D4	Y2t1	Derv. Y-Y	Max	6.3596	32.25	Cumple
Story1	D5	Y6t1	Derv. Y-Y	Max	6.3439	32.25	Cumple
Story1	D6	Y3t1	Derv. Y-Y	Max	6.2826	31.50	Cumple
Story1	D7	Y7t1	Derv. Y-Y	Max	6.2688	31.50	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 139

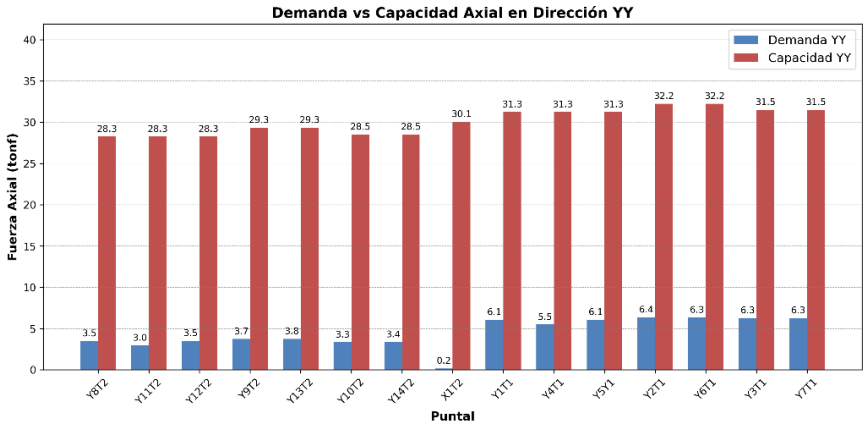
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

Figura 140

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY en la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia

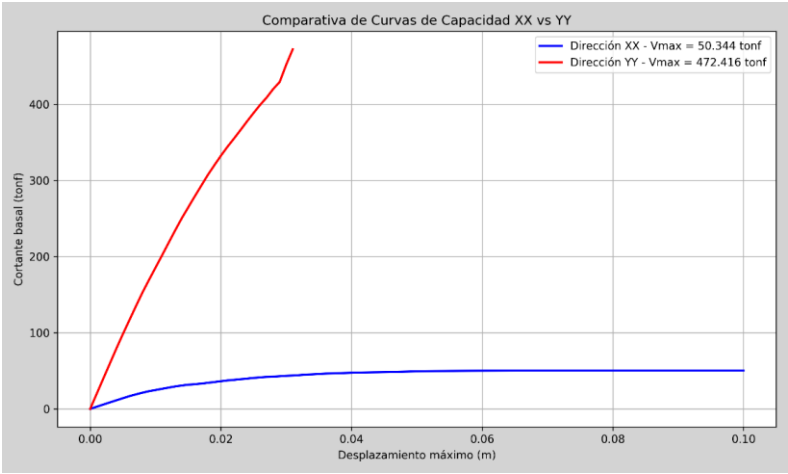
6.8.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°22

6.8.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 141

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°22



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 50.344 tonf y 472.416 tonf respectivamente para cada dirección.

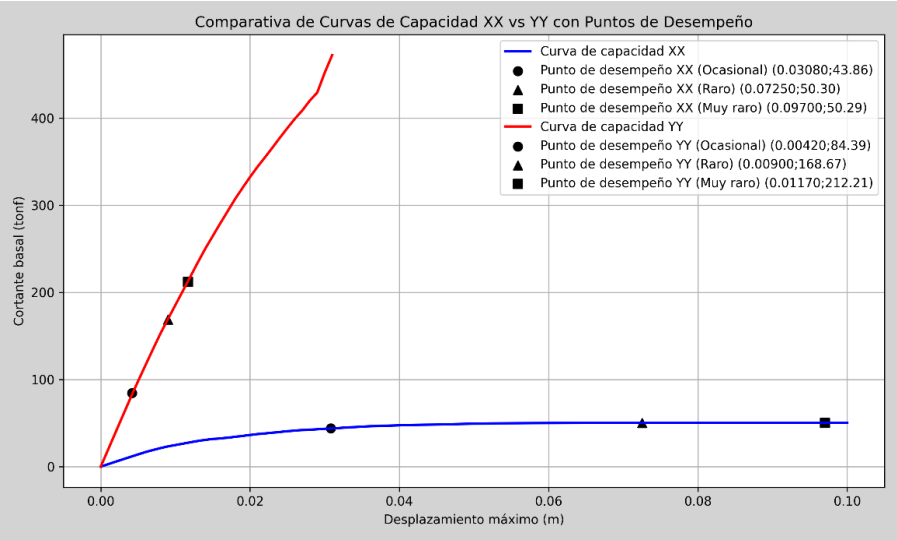
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 472.416 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 50.344 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (3.1 cm) en comparación con la dirección X-X (10.00 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.8.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°22

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 142

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°22

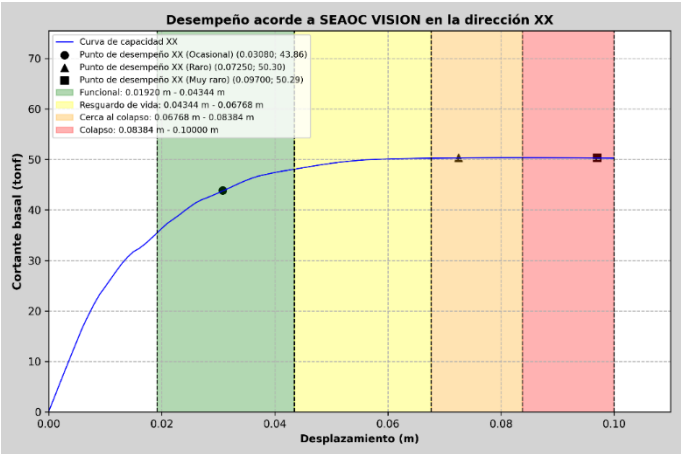


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.8.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la vivienda N°22

Figura 143

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°22

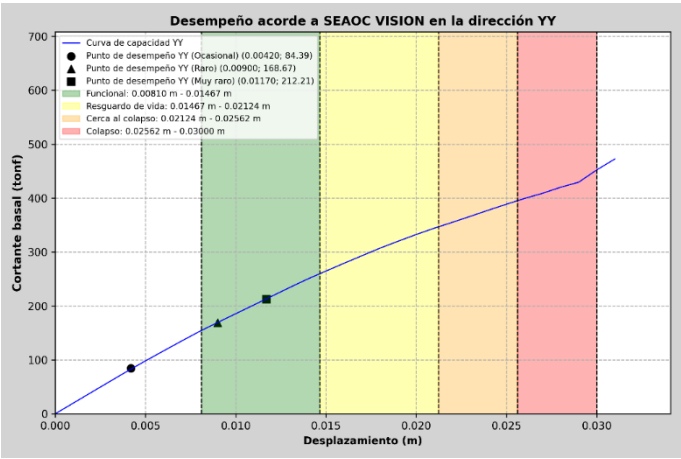


Nota. **Elaboración Propia.**

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de cerca al colapso y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de colapso.

Figura 144

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional,

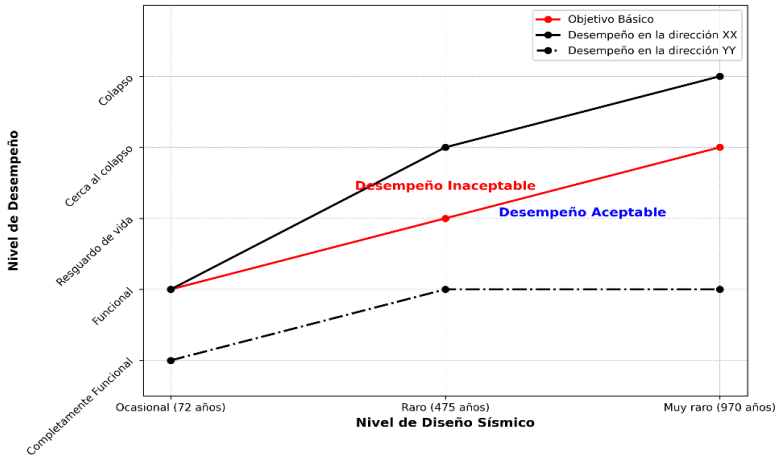
para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.8.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°22

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°22 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 145

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 22 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.9. Análisis de la Vivienda Tipificada N°26

6.9.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N°26 Mediante la Normativa E.030

6.9.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N°26

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 133

Factores de irregularidad de la vivienda N° 26

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 134

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 26

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

6.9.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°26

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 135

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

	DIRECCION X			DIRECCION Y		
Piso	**Distorsión del análisis**	**Distorsión Corregida**	**Verificación**	**Distorsión del análisis**	**Distorsión Corregida**	**Verificación**
2	0.00099	0.0060	BIEN	0.000790	0.0018	BIEN
1	0.00145	0.0087	MAL	0.000838	0.0019	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 136

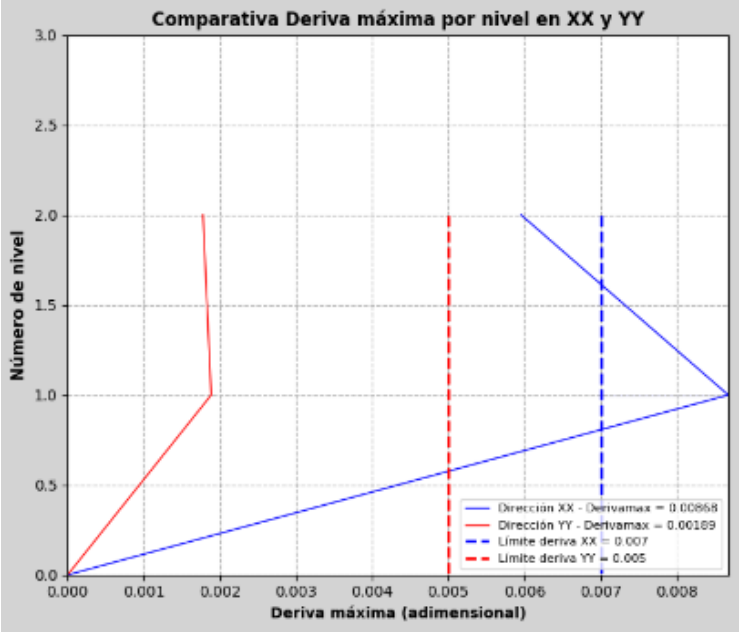
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

Piso	Altura de Piso cm		Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	250		1.49	0.44	3.83	0.95
1	270		2.34	0.51	2.34	0.51
		S	**3.83**	**0.95**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 146

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 26



Nota. Elaboración propia

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.9.1.2. Verificación de Fuerzas de compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 26

Tabla 137

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 26

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D1	Y1 T2	DERIVA X-X	Max	0.3645	30.55	CUMPLE
Story2	D2	Y4 T2	DERIVA X-X	Max	0.4372	30.55	CUMPLE
Story2	D3	Y2 T2	DERIVA X-X	Max	0.3685	29.73	CUMPLE
Story2	D4	Y5 T2	DERIVA X-X	Max	0.4171	29.73	CUMPLE
Story2	D5	Y3 T2	DERIVA X-X	Max	0.3445	29.46	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DERIVA X-X	Max	0.7235	30.94	CUMPLE
Story1	D2	Y4 T1	DERIVA X-X	Max	0.7654	30.94	CUMPLE
Story1	D3	Y2 T1	DERIVA X-X	Max	0.7225	30.13	CUMPLE
Story1	D4	Y5 T1	DERIVA X-X	Max	0.7658	30.13	CUMPLE
Story1	D5	Y3 T1	DERIVA X-X	Max	0.7146	29.86	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 138

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 26

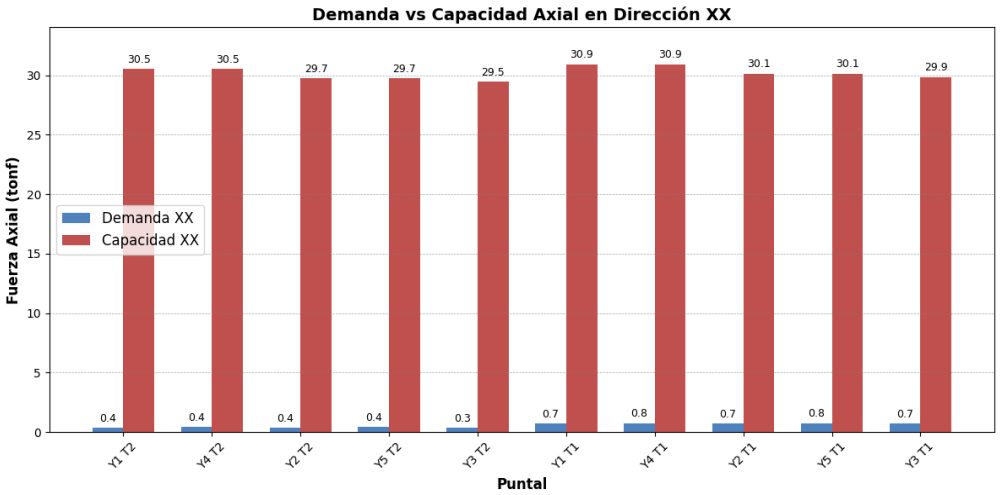
Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D1	Y1 T2	DER. X-X	Max	5.5319	30.55	CUMPLE
Story2	D2	Y4 T2	DER. X-X	Max	5.1647	30.55	CUMPLE
Story2	D3	Y2 T2	DER. X-X	Max	5.6019	29.73	CUMPLE
Story2	D4	Y5 T2	DER. X-X	Max	5.0434	29.73	CUMPLE
Story2	D5	Y3 T2	DER. X-X	Max	5.268	29.46	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DER. X-X	Max	8.4095	30.94	CUMPLE

Story1	D2	Y4 T1	DER. X-X	Max	6.7203	30.94	CUMPLE
Story1	D3	Y2 T1	DER. X-X	Max	8.4798	30.13	CUMPLE
Story1	D4	Y5 T1	DER. X-X	Max	6.8215	30.13	CUMPLE
Story1	D5	Y3 T1	DER. X-X	Max	8.4262	29.86	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 147

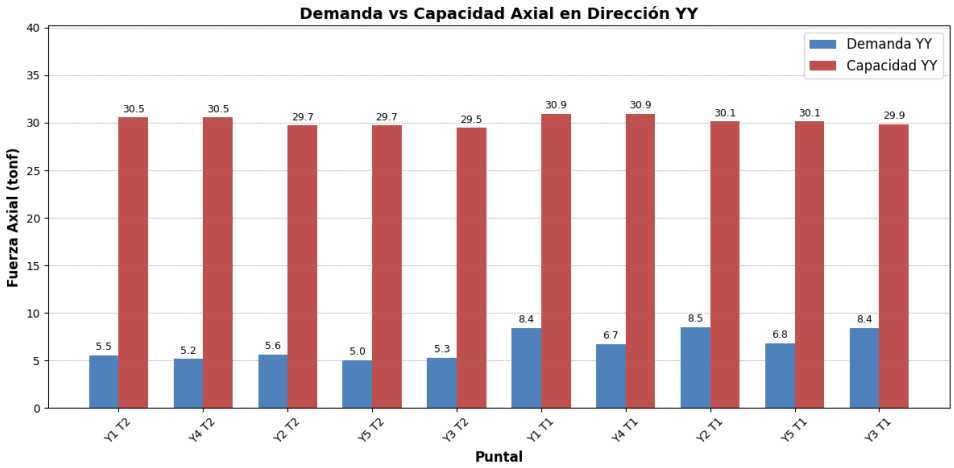
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 148

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia

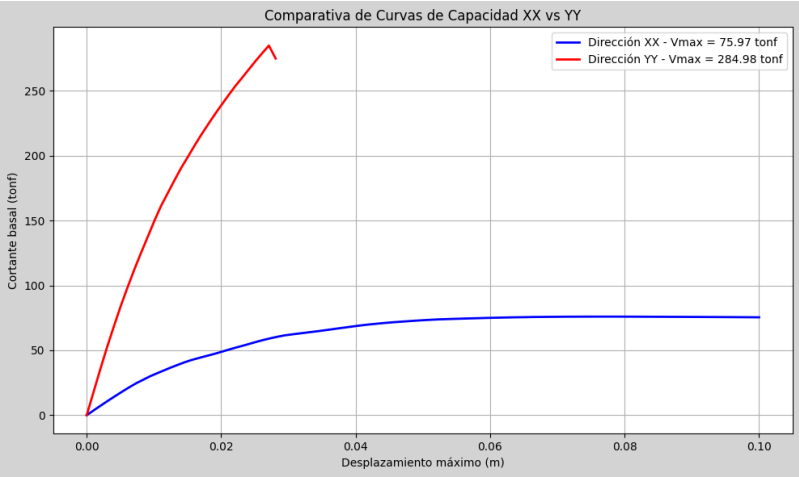
6.9.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 26

6.9.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 149

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 26



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

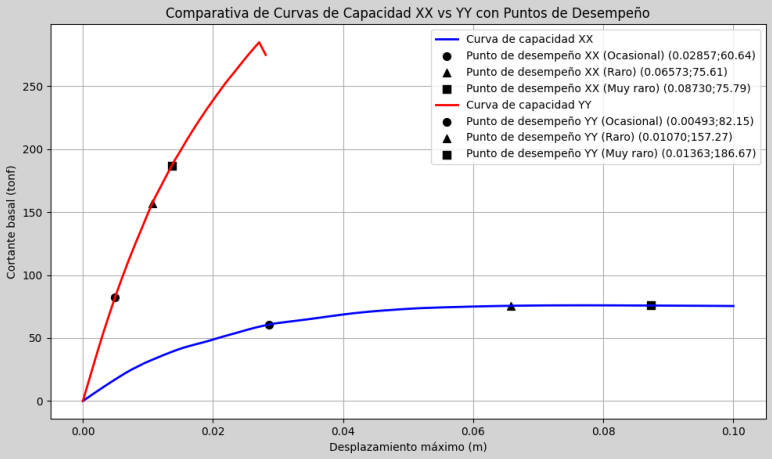
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.9.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 26

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 150

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 26

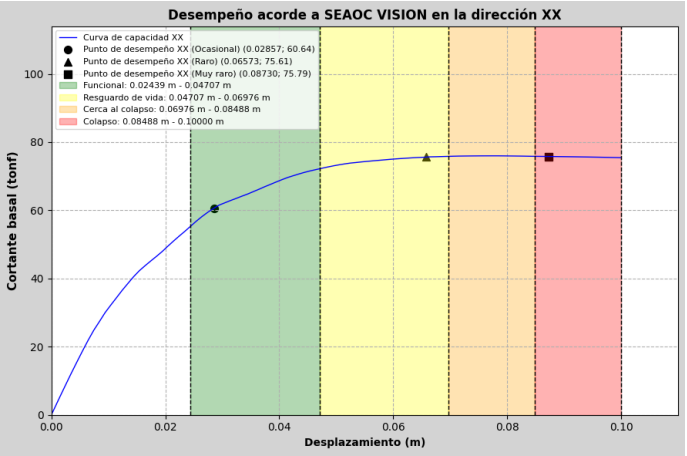


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.9.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°26

Figura 151

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 26

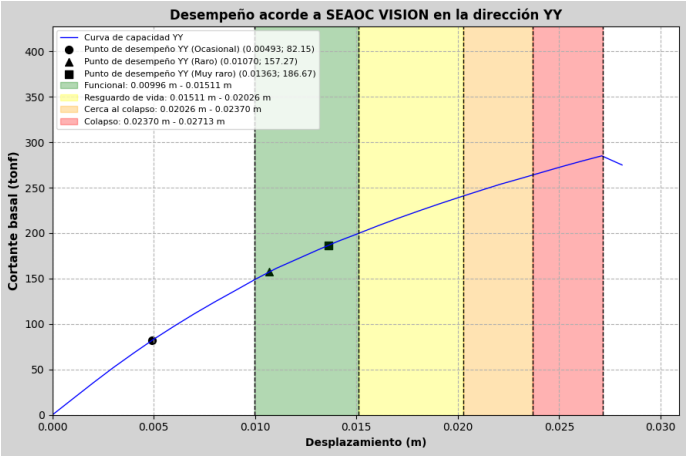


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 152

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 26



Nota. Elaboración Propia.

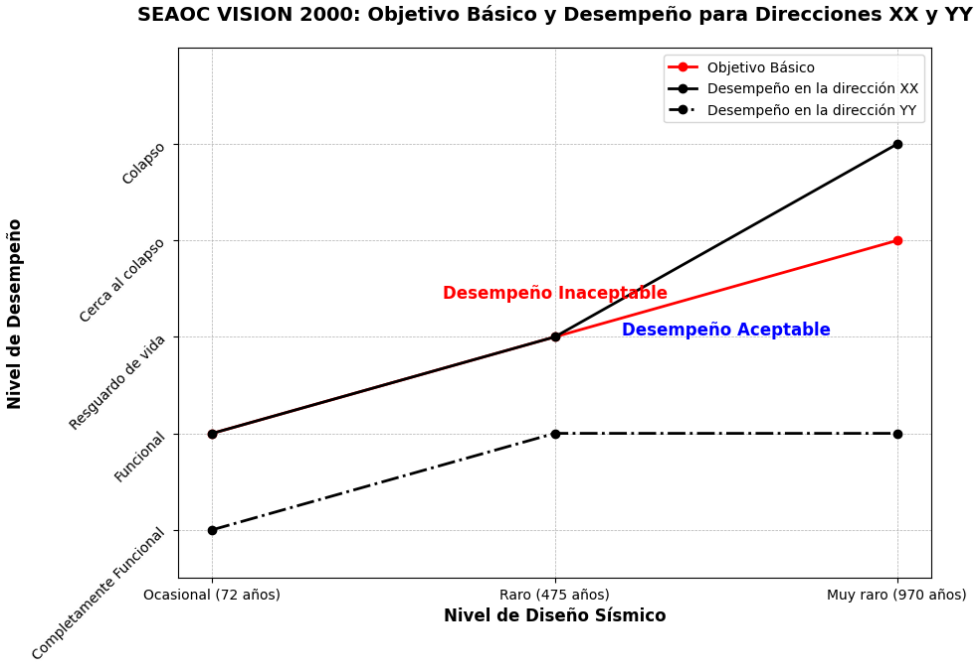
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.9.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 26

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 153

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 26



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

6.10. Análisis de la Vivienda Tipificada N°27

6.10.1. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 27 Mediante la Normativa E.030

6.10.1.1. Verificación de las Irregularidades de la Vivienda N° 27

La estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 139

Factores de irregularidad de la vivienda N° 27

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**4**

Tabla 140

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 27

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

6.10.1.1. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°27

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 141

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 142

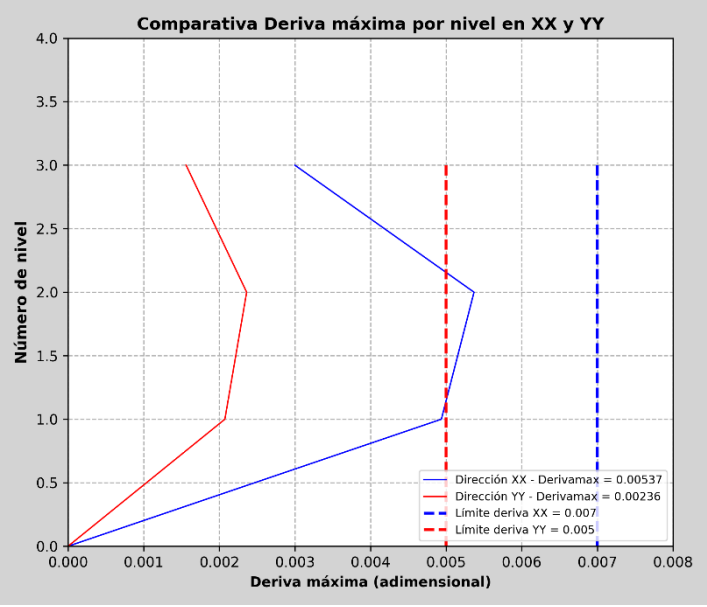
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.75	0.39	3.58	1.61
2	275	1.48	0.65	2.83	1.22
1	275	1.36	0.57	1.36	0.57
	Suma	**3.58**	**1.61**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 154

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 27



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para

estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

6.10.1.2. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°27

Tabla 143

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°27

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y5t1	Sis. X-X	Max	0.9891	35.02	Cumple
Story2	D3	Y6t1	Sis. X-X	Max	0.6204	35.02	Cumple
Story2	D4	Y7t1	Sis. X-X	Max	0.6034	35.02	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Sis. X-X	Max	0.7995	35.06	Cumple
Story1	D2	Y2t1	Sis. X-X	Max	0.8325	35.06	Cumple
Story1	D3	Y3t1	Sis. X-X	Max	0.8267	35.06	Cumple
Story1	D4	Y4t1	Sis. X-X	Max	0.8285	35.06	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 144

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 27

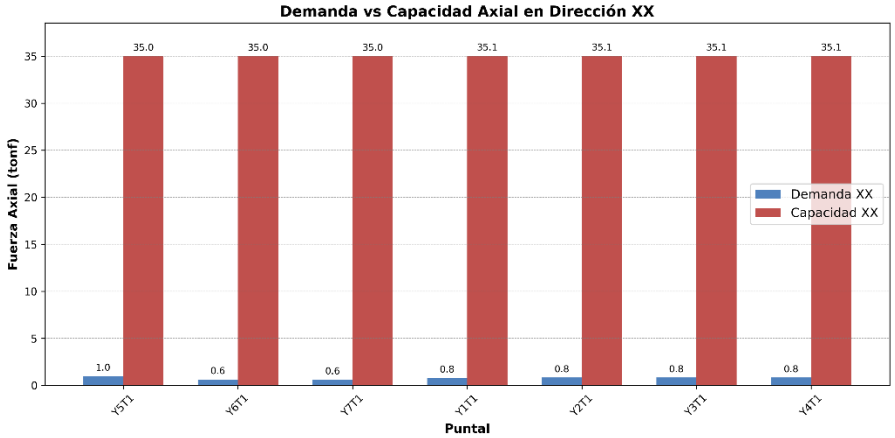
Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y5t1	Deriva Y-Y	Max	8.5905	35.02	Cumple
Story2	D3	Y6t1	Deriva Y-Y	Max	7.9258	35.02	Cumple
Story2	D4	Y7t1	Deriva Y-Y	Max	7.7939	35.02	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Deriva Y-Y	Max	7.6997	35.06	Cumple
Story1	D2	Y2t1	Deriva Y-Y	Max	7.9881	35.06	Cumple

Story1	D3	Y3t1	Deriva Y-Y	Max	9.2995	35.06	Cumple
Story1	D4	Y4t1	Deriva Y-Y	Max	9.4298	35.06	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 155

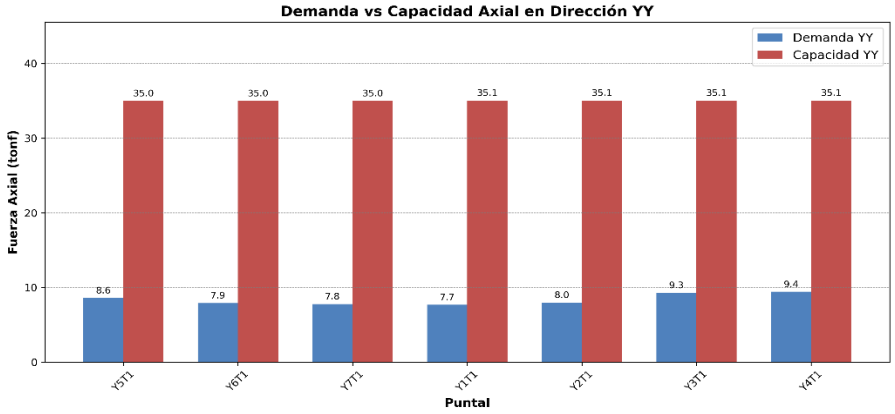
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 156

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY



Nota. Elaboración Propia.

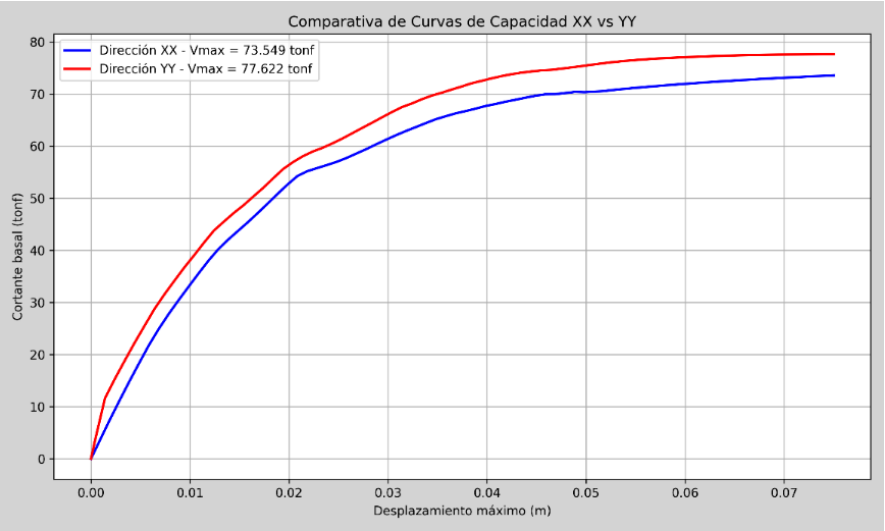
6.10.2. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°27

6.10.2.1. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 157

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°27



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

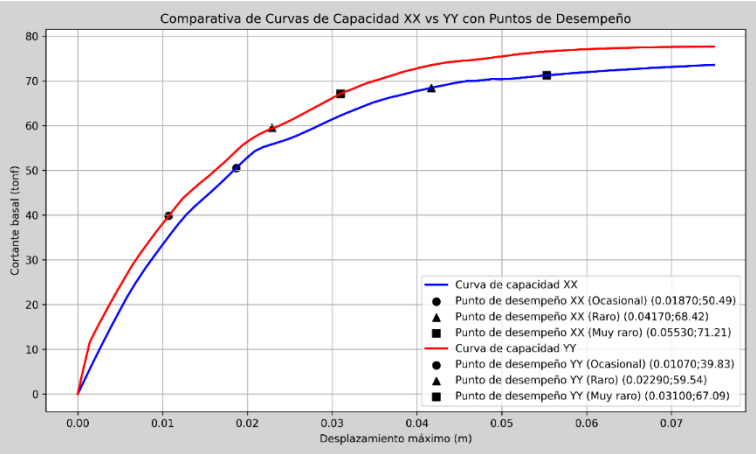
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

6.10.2.2. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 27

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Figura 158

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 27

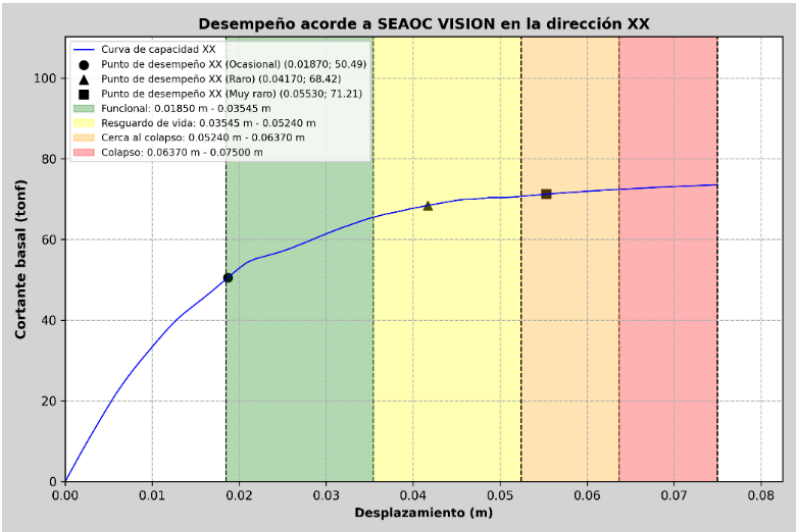


Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

6.10.2.1. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°27

Figura 159

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 27

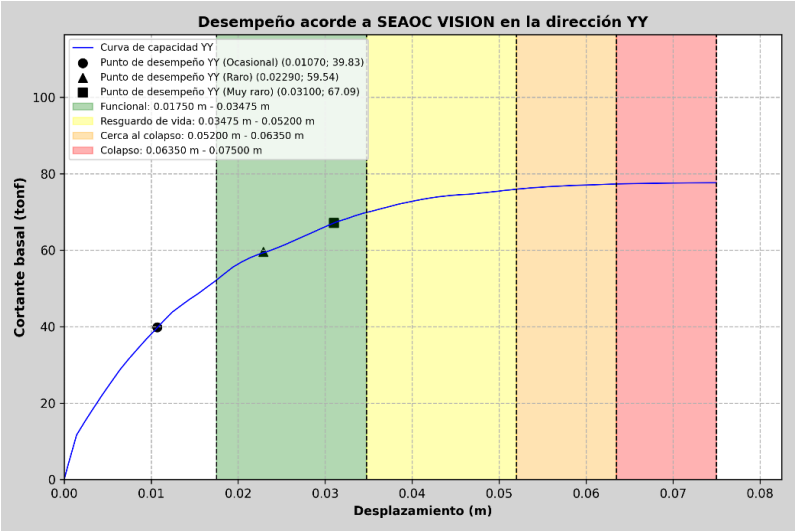


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 160

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 27



Nota. Elaboración Propia.

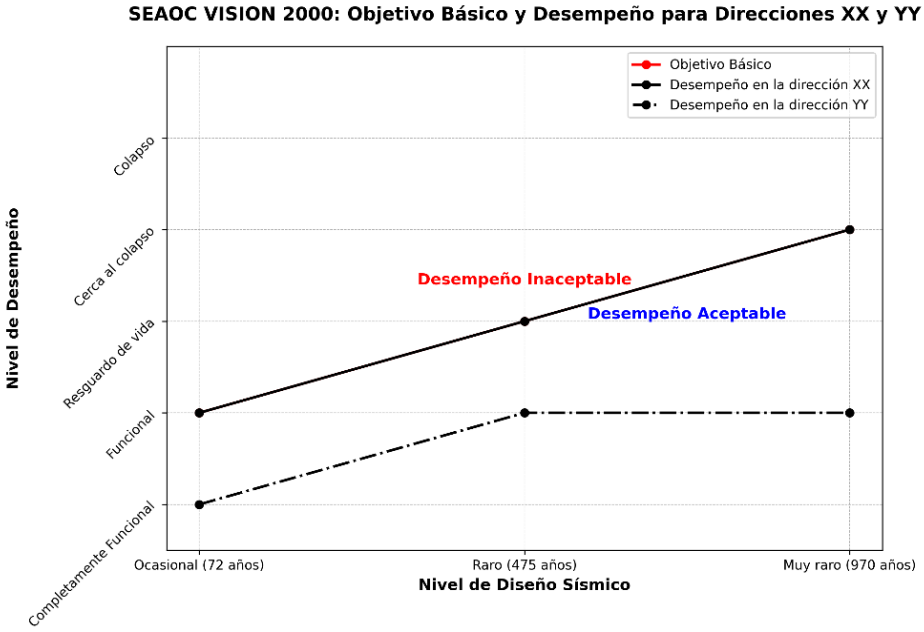
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISIÓN 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

6.10.2.2. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°27

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°27 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Figura 161

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 27



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISIÓN 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

Capítulo VII: Discusión De Resultados

7.1. Discusión Referente al Hipótesis General

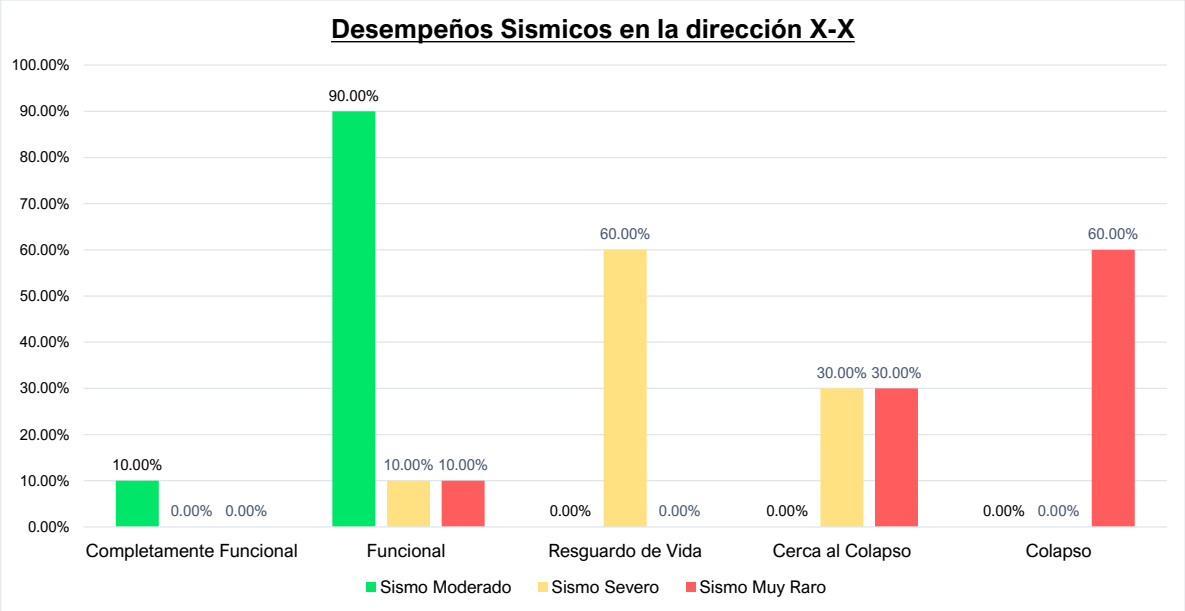
Hipótesis General: Las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Centro Poblado de Compone presentan un desempeño sísmico funcional ante un sismo ocasional o moderado, alcanzan un nivel de resguardo de vida frente a un sismo severo o raro, y evidencian un comportamiento estructural cercano al colapso bajo la acción de un sismo muy raro.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis del nivel de desempeño sísmico, basado en los criterios establecidos por el ASCE 41-17 y el SEAOC VISIÓN 2000, se concluye que la hipótesis general se acepta parcialmente. Específicamente, se identificó que el 60 % de las viviendas autoconstruidas evaluadas superan los límites de desempeño establecidos en la hipótesis planteada, cuando son sometidas a la acción de un sismo severo o muy raro en la dirección XX.

De acuerdo a la evaluación del comportamiento de las viviendas autoconstruidas ante diferentes niveles de amenaza sísmica en la dirección longitudinal (eje X-X). Frente a un sismo moderado, el 90 % de las viviendas alcanzan un nivel de desempeño funcional, lo que implica que mantienen su integridad estructural con daños mínimos y conservan su operatividad; el 10 % restante se clasifica en un nivel completamente funcional, evidenciando un excelente comportamiento estructural sin afectación significativa. En el caso de un evento sísmico severo, el 60 % de las viviendas se encuentran en el nivel de resguardo de vida, lo que indica daños estructurales importantes, pero sin riesgo inminente de colapso; un 30 % se ubica en el nivel de cercano al colapso, presentando severas deficiencias estructurales que comprometen su estabilidad, y solo un 10 % mantiene condiciones funcionales. Finalmente, ante un sismo muy raro, el 60 % de las viviendas alcanza el nivel de colapso, el 30 % se mantiene en el nivel cercano al colapso, y únicamente el 10 % conserva un desempeño funcional, lo que evidencia un bajo desempeño sísmico estructural de las viviendas autoconstruidas ante demandas sísmicas extremas en la dirección X.

Figura 162

Gráfico de barras de los niveles de desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en el eje X-X

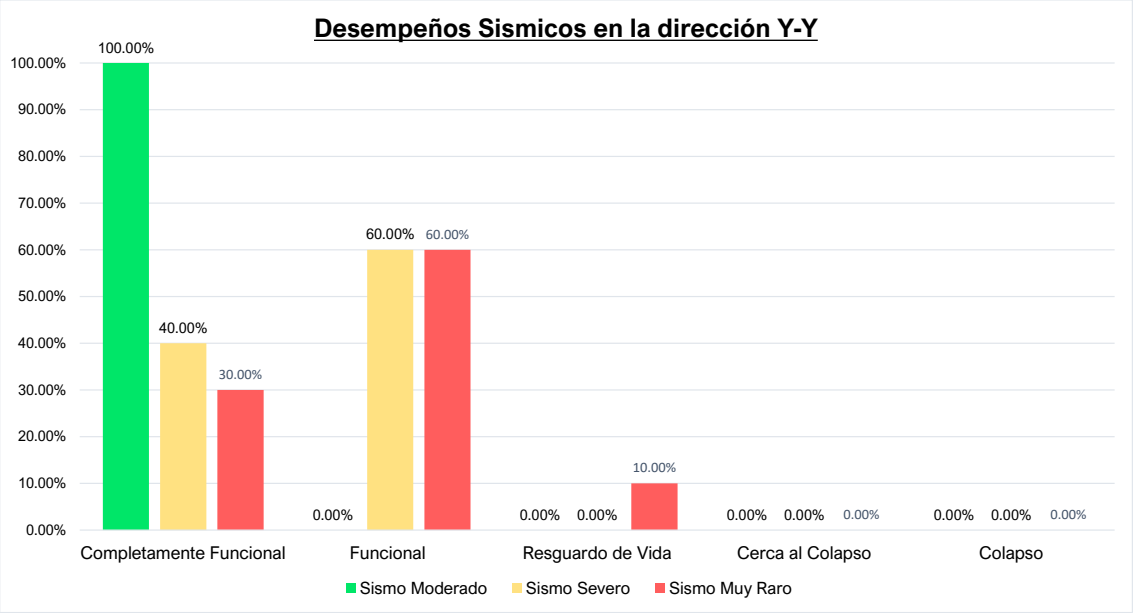


Nota. Elaboración propia

De acuerdo con el nivel de desempeño sísmico evaluado conforme a los criterios del SEAOC VISIÓN 2000, se determinó que en la dirección transversal (eje Y-Y), el 100 % de las viviendas autoconstruidas alcanzan un nivel de desempeño completamente funcional ante un sismo de intensidad moderado, lo que indica que no presentan daños estructurales significativos y mantienen su capacidad operativa sin interrupciones. Frente a un sismo severo, el 60 % de las viviendas se ubica en un nivel funcional, presentando daños leves que no comprometen la seguridad estructural ni la habitabilidad, mientras que el 40 % restante permanece en un nivel completamente funcional. Para un sismo de nivel muy raro, el 60 % de las edificaciones mantiene un desempeño funcional, el 30 % alcanza un nivel completamente funcional, y el 10 % restante se clasifica en el nivel de resguardo de vida, lo cual implica la presencia de daños estructurales moderados que no conducen al colapso, pero sí requieren intervención estructural. Estos resultados reflejan una mejor respuesta estructural de las viviendas autoconstruidas en la dirección Y-Y frente a solicitaciones sísmicas extremas, en comparación con la dirección X-X.

Figura 163

Gráfico de barras de los niveles de desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en el eje Y-Y



Nota. Elaboración propia

Comparando los resultados obtenidos con los antecedentes, los autores Meza y Romero (2023), en su tesis de pregrado “Desempeño sísmico de la tipología estructural predominante en viviendas informales del Sector 05 de Huamachuco – 2022”, determinaron que ante un sismo de intensidad moderada (ocasional), el 24% de las viviendas informales evaluadas alcanzaron un nivel de desempeño sísmico equivalente al colapso. Esta proporción se incrementó significativamente al 94% ante un sismo severo (raro) y al 100% ante un sismo de intensidad máxima (muy raro). En contraste con la presente investigación, los resultados evidencian que, en la dirección XX donde predomina el sistema estructural de pórticos, el 30% de las viviendas alcanzan niveles inaceptables de desempeño (cercano al colapso y colapso) frente a un sismo severo, y el 60% lo hacen ante un sismo muy raro. Estas cifras reflejan una menor vulnerabilidad estructural en comparación con el estudio mencionado, lo que podría atribuirse a diferencias significativas en las características estructurales y en el enfoque de modelamiento adoptado.

En ese sentido, es importante destacar que las viviendas informales evaluadas por Meza Rubio y Romero Villalobos presentan pórticos en ambas direcciones, pero con menor rigidez lateral, lo cual influye negativamente en su capacidad de respuesta sísmica. Además, en su modelamiento estructural no se consideró la contribución de los muros de albañilería como elementos compresivos equivalentes (puntales), según lo establecido en la Norma E.070. En contraste, el presente estudio sí incorporó esta representación, lo cual mejora la simulación del comportamiento real de las estructuras y podría explicar la diferencia en el nivel de daño observado.

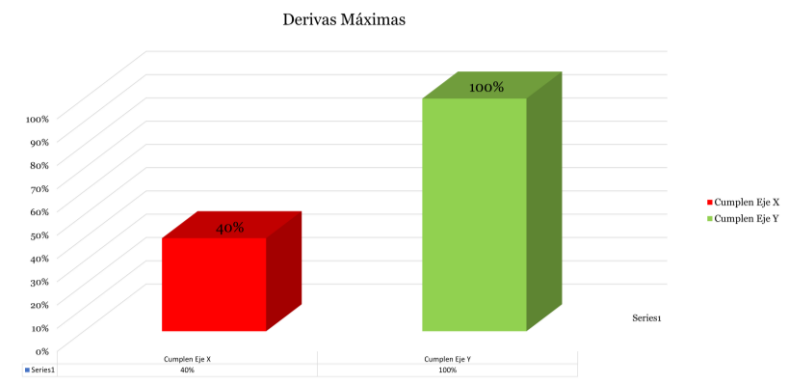
7.2. Discusión Referente a la Primera Hipótesis Especifica

HE 01: Las viviendas autoconstruidas de concreto armado no cumplen con los límites de derivas establecidos por la norma sismorresistente E.030 y presentan irregularidades en planta y elevación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis, donde se verificó el cumplimiento de las derivas máximas permisibles según lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.030 “Diseño Sismorresistente”. En dirección X-X, el 60% de las viviendas autoconstruidas evaluadas superaron el límite máximo de deriva entrepiso de 0.007 m (0.7%), compuesto mayoritariamente por pórticos de concreto armado sin adecuada rigidez lateral. Por otro lado, en la dirección Y-Y, el 100% de las edificaciones cumplieron con el límite de deriva de 0.005 m (0.5%), lo cual se atribuye a la presencia de un sistema estructural mixto conformado por pórticos de concreto armado y muros rellenos de albañilería, que aportan mayor rigidez lateral. Estos resultados reflejan una vulnerabilidad significativa ante solicitaciones sísmicas en la dirección longitudinal de las viviendas, mientras que en la dirección Y-Y se evidencia un mejor comportamiento estructural gracias a la participación de los muros de albañilería.

Figura 164

Porcentaje de viviendas que cumplen las derivas máximas en el Eje X y Y



Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación de las condiciones de regularidad en planta y altura, y conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente", se identificó que el 30% de las viviendas autoconstruidas analizadas presentan irregularidad en la dirección longitudinal (eje X-X) y el 40% presentan irregularidad en la dirección transversal (eje Y-Y). La presencia de dichas irregularidades implica un comportamiento dinámico desfavorable, ya que se generan concentraciones de esfuerzos, desplazamientos torsionales y posibles mecanismos de colapso prematuros. A pesar de ello, el análisis global evidencia que la mayoría de las edificaciones evaluadas mantienen una configuración estructural regular tanto en planta como en altura, lo cual contribuye a una mejor distribución de demandas sísmicas. No obstante, las irregularidades detectadas deben ser consideradas como factores críticos en el diseño y reforzamiento estructural, ya que comprometen directamente la seguridad estructural ante sismos moderados o severos.

Tabla 145

Resumen de verificación de irregularidad de viviendas autoconstruidas

TIPO	Distribución De Ejes En Planta	Niveles	Numero De Vivienda	Verificación de Irregularidad	
				X	Y
I	Vivienda De 3x3	3	Vivienda N° 07	Irregular	Irregular
I	Vivienda De 3x3	3	Vivienda N° 08	Regular	Regular

I	Vivienda De 3x3	2	Vivienda N° 12	Regular	Regular
II	Vivienda De 2x3	2	Vivienda N° 15	Irregular	Irregular
II	Vivienda De 2x3	2	Vivienda N° 16	Regular	Irregular
II	Vivienda De 2x3	2	Vivienda N° 18	Regular	Regular
III	Vivienda De 3x4	2	Vivienda N° 22	Regular	Regular
III	Vivienda De 3x4	2	Vivienda N° 26	Regular	Regular
III	Vivienda De 3x4	2	Vivienda N° 27	Regular	Regular
V	Vivienda De 3x5	3	Vivienda N° 31	Irregular	Irregular
% Total de Irregulares				**30%**	**40%**

Nota. Elaboración propia.

Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con los antecedentes, se destaca el estudio de Quispe (2024), titulado *"Estimación del desempeño sísmico mediante análisis no lineal de una vivienda convencional en la ciudad de Tacna"*. En dicho trabajo, mediante un análisis lineal conforme a la normativa peruana E.030, se determinaron las derivas máximas de entrepiso en las direcciones X y Y para una vivienda convencional o informal. Los resultados obtenidos no superaron el límite máximo de deriva del 5 %, establecido para sistemas estructurales combinados de pórticos y muros de albañilería en ambas direcciones.

En contraste, los resultados de la presente investigación muestran un comportamiento similar en la dirección YY, en la cual también se emplearon sistemas estructurales combinados (pórticos más muros de albañilería), cumpliéndose los límites normativos. Sin embargo, en la dirección XX, donde predominan los sistemas estructurales conformados principalmente por pórticos de concreto armado, se evidenció que aproximadamente el 60 % de las viviendas analizadas no cumplen con las derivas máximas permitidas.

En este sentido, se puede concluir que, en viviendas autoconstruidas de dos a tres niveles que presentan sistemas combinados de pórticos y muros de albañilería, las derivas de entrepiso bajo la acción de un sismo severo o de diseño tienden a mantenerse dentro de los límites establecidos por la norma técnica E.030, siempre que el sistema estructural esté adecuadamente combinado. No obstante, en edificaciones donde predominan exclusivamente

los pórticos, el desempeño sísmico puede ser deficiente, lo cual refuerza la necesidad de incorporar elementos de rigidez adicionales en la dirección correspondiente.

Comparando los resultados obtenidos con los antecedentes, Quispe Ramos (2024) en su tesis de pregrado “Estimación del desempeño sísmico mediante análisis no lineal de una vivienda convencional en la ciudad de Tacna”, determinaron mediante un análisis lineal de acuerdo a la normativa peruana E.030 las derivas máximas de entrepiso en las direcciones X y Y para

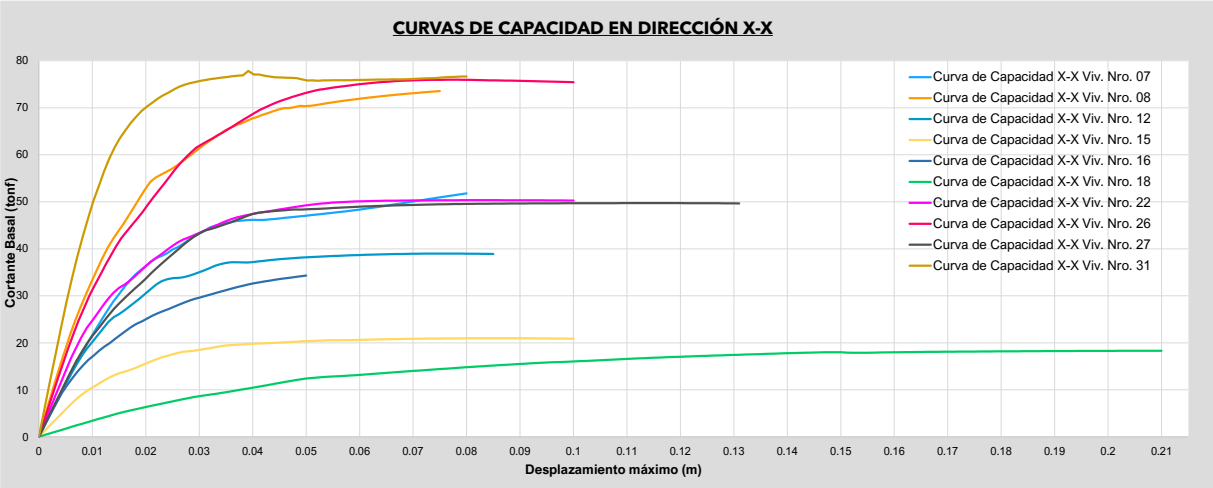
7.3. Discusión Referente a la Segunda Hipótesis Especifica

HE 02: Las curvas de capacidad obtenidas mediante el análisis estático no lineal *Pushover* indican que las viviendas autoconstruidas de concreto armado presentan un comportamiento estructural similar en ambas direcciones principales de análisis.

Con base en los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis específica 02, ya que las viviendas autoconstruidas evaluadas presentan diferencias significativas en su comportamiento estructural en las direcciones principales del análisis (X-X e Y-Y). Esta variabilidad evidencia una respuesta sísmica anisotrópica, lo cual puede atribuirse a irregularidades geométricas, diferencias en la distribución de masas o deficiencias constructivas propias de este tipo de edificaciones.

Figura 165

Curvas de capacidad de las viviendas tipificadas en dirección X-X



Nota. Gráficos de curvas de capacidad producto del Análisis No Lineal Estático en dirección X-X de las 10 viviendas tipificadas.

Tabla 146

Valores máximos del ANLE X-X de las viviendas tipificadas

N° de Vivienda	ANLE X-X	
	Desplazamiento Máximo X-X (m)	Cortante Basal Máximo X-X (tonf)
Vivienda Nro. 07	0.08	51.81
Vivienda Nro. 08	0.08	73.55
Vivienda Nro. 12	0.09	38.99
Vivienda Nro. 15	0.10	20.98
Vivienda Nro. 16	0.05	34.31
Vivienda Nro. 18	0.21	18.31
Vivienda Nro. 22	0.10	50.34
Vivienda Nro. 26	0.10	75.97
Vivienda Nro. 27	0.13	49.72
Vivienda Nro. 31	0.08	77.85

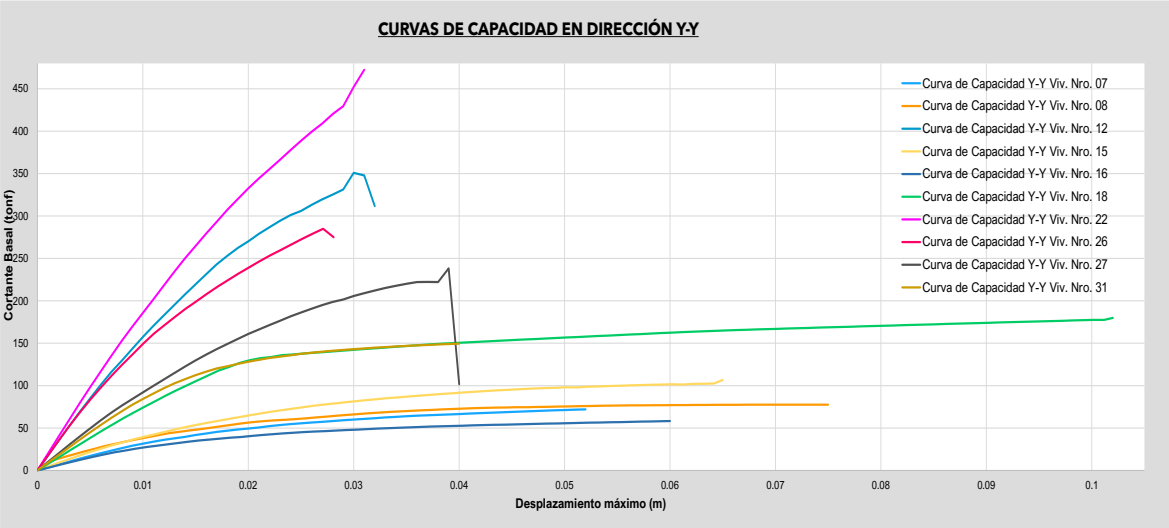
Nota. Resumen de desplazamientos máximos y cortante basal máximos eje X-X

De acuerdo con el gráfico de las curvas de capacidad del análisis no lineal estático en dirección X-X, se observa que la vivienda tipificada N.º 18, de configuración estructural 2x3 ejes y dos niveles, presenta el comportamiento más dúctil en comparación con las demás viviendas analizadas, alcanzando un desplazamiento máximo de 0.21 m y una cortante basal

máxima de 18.31 tonf. En contraste, la vivienda tipificada N.º 31, de 3x5 ejes y tres niveles, muestra una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes basales, destacándose por su mayor rigidez y resistencia frente al resto de las tipologías evaluadas.

Figura 166

Curvas de capacidad de las viviendas tipificadas en dirección Y-Y



Nota. Gráficos de curvas de capacidad producto del Análisis No Lineal Estático en dirección Y-Y de las 10 viviendas tipificadas.

Tabla 147

Valores máximos del ANLE Y-Y de las viviendas tipificadas

	ANLE Y-Y	
N° de Vivienda	**Desplazamiento Máximo Y-Y (m)**	**Cortante Basal Máximo Y-Y (tonf)**
Vivienda Nro. 07	0.05	72.06
Vivienda Nro. 08	0.08	77.62
Vivienda Nro. 12	0.03	350.83
Vivienda Nro. 15	0.07	106.81
Vivienda Nro. 16	0.06	58.23
Vivienda Nro. 18	0.10	179.95
Vivienda Nro. 22	0.03	472.42
Vivienda Nro. 26	0.03	284.98
Vivienda Nro. 27	0.04	238.20
Vivienda Nro. 31	0.04	149.48

Nota. Resumen de desplazamientos máximos y cortante basal máximos eje X-X

De acuerdo con el gráfico de las curvas de capacidad del análisis no lineal estático en dirección Y-Y, se observa que la vivienda tipificada N.º 18, de configuración estructural 2x3 ejes y dos niveles, presenta el comportamiento más dúctil en comparación con las demás viviendas analizadas, alcanzando un desplazamiento máximo de 0.21 m y una cortante basal máxima de 18.31 tonf. En contraste, la vivienda tipificada N.º 22, de 3x4 ejes y dos niveles, muestra una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes basales, destacándose por su mayor rigidez y resistencia frente al resto de las tipologías evaluadas.

7.4. Discusión Referente a la Tercera Hipótesis Especifica

HE 03: Al determinar los puntos de desempeño en las curvas de capacidad de las viviendas autoconstruidas de concreto armado aplicando el método de los coeficientes según la normativa ASCE 41-17, se observa que dichos puntos se ubican en la zona elástica ante sismos ocasionales, y en la zona plástica frente a sismos raros y muy raros.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis específica 03, ya que en el 40 % de las viviendas evaluadas, el punto de desempeño ante un sismo severo y muy raro, en la dirección Y-Y del análisis, se ubica dentro de la zona elástica de la curva de capacidad.

Respecto al punto de desempeño, este fue determinado mediante el método de los coeficientes conforme a los lineamientos establecidos por la norma ASCE/SEI 41-17, utilizando las curvas de capacidad obtenidas del análisis estático no lineal (Pushover), considerando las demandas sísmicas correspondientes a eventos ocasional (moderado), raro (severo) y muy raro. En la dirección longitudinal (eje X-X), se observó que, ante un sismo ocasional, el punto de desempeño se encuentra al inicio de la zona plástica, indicando un comportamiento predominantemente elástico con leves incursiones inelásticas. Frente a un sismo raro, el punto de desempeño se localiza en la zona intermedia de la curva de capacidad, evidenciando un mayor nivel de daño estructural con significativa deformación inelástica. Para un sismo muy raro, el punto de desempeño se desplaza hacia la parte final de la curva de

capacidad, lo cual refleja un comportamiento cercano al colapso. En la dirección transversal (eje Y-Y), los resultados muestran que, para sismos ocasionales y raros, el punto de desempeño permanece dentro de la zona elástica de la curva de capacidad, evidenciando un mejor comportamiento estructural en esta dirección. Solo ante un evento sísmico muy raro, el punto de desempeño cruza al inicio de la zona plástica. En general, estas observaciones reflejan que las viviendas autoconstruidas analizadas presentan un mejor desempeño sísmico en la dirección transversal, asociado principalmente a la presencia de muros de relleno de albañilería, en comparación con la dirección longitudinal, donde predominan los pórticos.

Capítulo VIII: Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

1. Se evaluó el desempeño sísmico de viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone ante 03 niveles de demanda sísmica en las direcciones XX y YY, concluyéndose que ante sismos moderados u ocasionales el 100 % de las viviendas presenta un desempeño aceptable en ambas direcciones, cumpliendo con el nivel funcional exigido por el SEAOC VISIÓN 2000. Frente a sismos severos, el 70 % en la dirección XX y el 100 % en la dirección YY alcanzan el nivel de resguardo de vida, también considerado aceptable, cumpliendo con el nivel de resguardo de vida exigido. Sin embargo, ante sismos muy raros, el 60 % de las viviendas en la dirección XX presentan un nivel de desempeño de colapso, lo que representa un desempeño inaceptable, no cumpliendo con el nivel de cerca al colapso exigido, mientras que en la dirección YY el 100 % supera el nivel mínimo exigido, presentando un desempeño aceptable. Se concluye que, si bien las viviendas muestran un comportamiento adecuado ante sismos moderados y severos, existe una alta vulnerabilidad estructural en la dirección XX frente a sismos muy raros o máximos.

2. Se evaluó las viviendas autoconstruidas de concreto armado de acorde a la norma peruana sismorresistente E. 030 e identificó las deficiencias que presenta, donde se determinó que el 60% de las viviendas no cumplen con el límite de deriva máxima de 0.007 m en el eje X-X compuesto por pórticos de concreto armado y el 100% de las viviendas en el eje Y-Y cumplen con el límite de deriva del 0.005 m con la presencia de un sistema mixto de pórticos y muros de relleno de albañilería lo que demuestran que la inclusión de muros de albañilería contribuye a una mayor rigidez lateral y control de derivas. En incumplimiento de los límites de las derivas establecidos por la norma E. 030 indica un desempeño sísmico inaceptable Según SEAOC VISIÓN 2000, En particular, las viviendas que superan la deriva máxima

permisible presentan una alta probabilidad de colapso parcial, debido a la acumulación excesiva de deformaciones laterales. Esta se refleja una deficiencia en la rigidez del sistema estructural, lo que compromete gravemente la seguridad de los ocupantes durante un sismo.

3. Se cálculo la curva de capacidad de la estructura mediante el análisis estático no lineal “PUSHOVER de las viviendas autoconstruidas de concreto armado, En dirección X-X, se identificó que la vivienda tipificada N.º 18 presentó el mayor desplazamiento máximo (0.21 m), reflejando un comportamiento estructural más dúctil, aunque con una capacidad de cortante basal limitada (18.31 tonf), lo cual indica una baja resistencia, pero alta capacidad de deformación. En contraste, la vivienda N.º 31, con mayor número de ejes y niveles, mostró mayor rigidez y resistencia, alcanzando una cortante basal máximo de 77.85 tonf con un desplazamiento menor (0.08 m), lo que denota un comportamiento más frágil. En dirección Y-Y, el patrón fue similar: la vivienda N.º 18 evidenció nuevamente mayor ductilidad (0.10 m), mientras que la vivienda N.º 22 alcanzó la mayor resistencia con un cortante basal de 472.42 tonf, aunque con desplazamientos reducidos (0.03 m), señalando alta rigidez estructural. En general, estas curvas de capacidad reflejan que las viviendas más rígidas y resistentes tienden a un comportamiento frágil, mientras que las más dúctiles tienen menor capacidad de corte basal.

4. Se determino el punto de desempeño mediante el método de los coeficientes según la norma ASCE/SEI 41-17 y utilizando curvas de capacidad obtenidas del análisis estático no lineal (Pushover), concluyéndose que las viviendas autoconstruidas evaluadas presentan un comportamiento sísmico más favorable en la dirección transversal (eje Y-Y) que en la longitudinal (eje X-X). En la dirección Y-Y, el punto de desempeño permanece mayormente en la zona elástica frente a sismos ocasionales y raros, y solo incursiona levemente en la zona plástica ante sismos

muy raros, evidenciando una mayor capacidad estructural, atribuible a la presencia de muros de albañilería. En cambio, en la dirección X-X, el punto de desempeño muestra una progresiva incursión en la zona plástica a medida que aumenta la intensidad del sismo, alcanzando niveles cercanos al colapso ante un evento muy raro, debido al predominio de sistemas aporticados. Estos resultados destacan la necesidad de reforzar la resistencia en la dirección longitudinal y mejorar la configuración estructural para lograr un comportamiento sísmico más equilibrado y seguro.

8.2. Recomendaciones

1. Se recomienda priorizar la implementación de estrategias de reforzamiento estructural para mejorar la resistencia, rigidez lateral y ductilidad de las viviendas autoconstruidas en la dirección longitudinal (XX), debido a su desempeño sísmico inaceptable ante sismos muy raros o máximos. Se sugieren técnicas que no alteren los espacios interiores, como el uso de mallas electrosoldadas con concreto proyectado (shotcrete), FRP adherido externamente y elementos de confinamiento en muros perimetrales. Además, se plantea reforzar columnas y vigas mediante encamisado con concreto armado, chaquetas metálicas o de FRP, con el fin de incrementar la rigidez lateral del sistema estructural. Dado el contexto económico de Compone, se recomienda realizar un trabajo de investigación aplicado para evaluar y comparar estas estrategias y determinar la más eficiente en términos de costo-beneficio. Paralelamente, se debe promover el uso de materiales adecuados y técnicas constructivas que mejoren el comportamiento sísmico, así como la capacitación de pobladores y maestros de obra en buenas prácticas de construcción sismo-resistente. Estas medidas contribuirán a reducir riesgos y mejorar la seguridad de las viviendas frente a sismos severos.

2. Se recomienda implementar técnicas de reforzamiento estructural orientadas a mejorar la rigidez de las viviendas autoconstruidas que no cumplen con los límites

de deriva establecidos por la Norma Técnica Peruana E.030, especialmente en la dirección transversal (eje X-X), donde se evidenció una deficiencia atribuida a la ausencia de elementos que restrinjan adecuadamente las deformaciones laterales. Se sugieren las siguientes técnicas de reforzamiento: encamisado de columnas con concreto armado o perfiles metálicos, refuerzo de vigas mediante placas de acero o láminas de polímeros reforzados con fibra (FRP) e incorporación de elementos adicionales de rigidez, como muros de albañilería confinada. Para corroborar la efectividad de estas intervenciones, se sugiere realizar una investigación aplicada que permita determinar la técnica más adecuada en función del costo-beneficio y de la mejora estructural obtenida.

3. Para las viviendas autoconstruidas con configuración estructural en planta de 2x3, las cuales presentan alta ductilidad, pero baja rigidez lateral, se sugiere mejorar su desempeño estructural mediante la implementación de técnicas de reforzamiento que actúen en ambas direcciones del análisis (X y Y), sin modificar los usos ni los espacios interiores de la vivienda. En ese sentido, se recomienda intervenir columnas y vigas mediante encamisado exterior con concreto armado delgado, chaquetas de polímeros reforzados con fibra (FRP) o perfiles metálicos aplicados desde el perímetro. Asimismo, puede aplicarse concreto proyectado (shotcrete) reforzado con malla electrosoldada en muros existentes, o adicionarse elementos de confinamiento en la envolvente estructural. Estas medidas permitirán incrementar la rigidez lateral global del sistema estructural y lograr un comportamiento sísmico más eficiente frente a eventos severos.

Capítulo IX: Referencia Bibliográfica

American Society of Civil Engineers. (2017). ASCE/SEI 41-17: Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. American Society of Civil Engineers.

Bartolomé, S. (2005). Comentarios a la Norma E.070. Lima: SENCICO.

Escudero, E. N. (2022). La vivienda progresiva como estrategia arquitectónica para el crecimiento informal de la periferia en América Latina. Astrágalo. Cultura de la Arquitectura y la Ciudad, 1(30), Art. 30. https://doi.org/10.12795/astragalo.2022.i30.09

FEMA. (1997). NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings: FEMA 273/274. Federal Emergency Management Agency.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma Técnica Peruana E.020: Cargas. Lima: RNE.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma Técnica Peruana E.060: Concreto armado. Lima: RNE.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). Norma Técnica Peruana E.030: Diseño sismorresistente. Lima: RNE.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). Norma Técnica Peruana E.070: Albañilería. Lima: RNE.

Mendoza Escalante, C., & Rivera Giraldez, C. A. (2020). Evaluación del desempeño sismorresistente de la edificación de aulas generales de la Universidad Andina del

Cusco, aplicando el método de análisis estático no lineal (Pushover) [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. https://repositorio.uandina.edu.pe/item/4f6418d3-32a6-4753-9a67-af51ef000542

Meza Rubio, C. B. M., & Romero Villalobos, B. N. (2023). Desempeño sísmico de la tipología estructural predominante en viviendas informales del Sector 05 de Huamachuco – 2022 [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Trujillo.

Moyano Sarmiento, O. A. (2022). Análisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento de una edificación indispensable elaborando un análisis no lineal estático aplicando la metodología del ASCE/SEI 41-17 [Tesis de maestría, Universidad Militar Nueva Granada]. https://repository.umng.edu.co/items/cf790e24-9ad7-4121-9b4e-6ebd79303d31

Muñoz Peláez, J. (2009). Ingeniería sismorresistente. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Muñoz Peláez, A. (2020). Comentarios a la norma peruana E.030 Diseño sismorresistente. Lima: SENCICO.

Pastor de la Cruz, G., & Huillca Álvarez, M. (2024). Determinación del desempeño sismo resistente de la edificación de seguridad ciudadana del distrito de San Sebastián aplicando el método de espectro capacidad [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/10077

Quispe Ramos, W. J. (2024). Estimación del desempeño sísmico mediante análisis no lineal de una vivienda convencional en la ciudad de Tacna [Tesis de pregrado,

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/3965

Sáenz Tenorio, L. E. (2016). Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Ingeniería.

SEAOC – Structural Engineers Association of California. (1995). Vision 2000: Performance Based Seismic Engineering of Buildings. Vision 2000 Committee.

Tunque Arias, J. O., & Colos Ccallme, E. (2020). Evaluación del desempeño sísmico del pabellón de geología – UNSA [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

Vicente Ruiz, C. (2023). El problema de la autoconstrucción en Latinoamérica: Estudio del PREVI en Lima [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/73055/

Ybáñez, I. (2023, febrero 18). 80% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas y altamente vulnerables ante desastres naturales. Infobae. https://www.infobae.com/peru/2023/02/18/80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-autoconstruidas-y-altamente-vulnerables-ante-desastres-naturales/

Anexo I: Encuestas

Anexo 1

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 01

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 1 **Fecha:** 14/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Esteban Farfan Gutierrez

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2019 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ignacio Chacón Maihua
Domicilio: Comunidad Campesina de Yungaqui
Nro. de Celular: 914759809

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

Esteban. Gutierrez

NRO. DE DNI: 24360167

Anexo 2

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 02

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 02 **Fecha:** 14/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: Carlos Leva Quispe

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2017 **Pisos Proyectado:** 3 **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ARTURO PHUYO TITTO
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE
Nro. de Celular: 966 434 821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

CARLOS LEVA

NRO. DE DNI: 10648766

Anexo 3

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 03

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 03 **Fecha:** 14/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Ayllu San Isidro

Propietario: Victor Vargas Chihuantico

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 3 **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ricardo Chacma Lluqge.
Domicilio: Anta - C.C. Pacca
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

Victor Vargas Ch.
NRO. DE DNI: 24364465

Anexo 4

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 04

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 04 **Fecha:** 15/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Los Licenciados

Propietario: Sonia Teniente Villa

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2019 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ernesto Rayme Lopez
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 960 88 0470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 40014092

Anexo 5

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 05

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 05 **Fecha:** 15/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Las Flores

Propietario: GERARDO OJEDA OROSCO

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2006 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 02

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra | Conocimientos propios X | Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: GERARDO OJEDA OROSCO
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI | NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI | NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24362869

Anexo 6

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 06

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 06 **Fecha:** 20/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Oscar Tumpay Huanaco

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra Conocimientos propios X Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos:
Domicilio:
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 40256567

Anexo 7

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 07

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 07 **Fecha:** 10/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Ayllu San Isidro

Propietario: Yoselin Mesa Valdeiglesias

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2014 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE
Nro. de Celular: 960 380 470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 45828536

Anexo 8

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 08

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 08 **Fecha:** 21/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanización las Flores

Propietario: Hilario Contoy Vargas

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2008 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE. AV. CEMENTERIO.
Nro. de Celular: 960 380470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 40028874

Anexo 9

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 09

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 09 **Fecha:** 21/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Las Flores

Propietario: Luis Cabrera Huallparimachi

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ.
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE.
Nro. de Celular: 960 380 470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24360737

Anexo 10

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 10

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 10 **Fecha:** 21/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Av. Cementerio

Propietario: Mariano Purificacion Rayme Huaman

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 3 PISOS **N° de Familias que habitan:** 2

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE
Nro. de Celular: 960 380 470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: la ubicación de la escalera.

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24364267

Anexo 11

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 11

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 11 **Fecha:** 27/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Isabel Kcancha lopez

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 02

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ARTURO PHUYO TITTO
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 960380470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 23840700

Anexo 12

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 12

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 12 **Fecha:** 27/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanización los Licenciados

Propietario: Franklin Quispe Ramirez

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2015 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 02

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ernesto Payme Lopez
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 960380470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 44761031

Anexo 13

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 13

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 13 **Fecha:** 22/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: RICHARD MESCCO POLO

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 03 pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra ____ Conocimientos propios X Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto ____

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ARTURO PHUYO LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE.
Nro. de Celular: 966 434 821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI ____ NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO ____ Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: ____

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24384387

Anexo 14

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 14

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 14 **Fecha:** 22/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Lucy Huallparimachi Castillo

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2019 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Titto
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 966434821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 41378510

Anexo 15

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 15

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 15 **Fecha:** 03/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Ayllo San Isidro

Propietario: Hector Ojeda Maruri

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Titto
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 966434821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI 43232202

Anexo 16

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 16

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 16 **Fecha:** 23/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion los licenciados

Propietario: Edwin Mescco Valenzuela

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 02 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra | Conocimientos propios X | Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Edwin Mescco Valenzuela
Domicilio:
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI | NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI | NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: falta Arquitectura.

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 44242120

Anexo 17

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 17

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 17 **Fecha:** 23/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Los Licenciados

Propietario: Basilia Pumasupa Accostupa Vda de Vargas

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2020 **Pisos Proyectado:** 3 Pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: RICARDO CHACMA LLOQUE
Domicilio: ANTA - C.C. PACCA
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24384033

Anexo 18

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 18

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 18 **Fecha:** 23/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: Ernestina Leiva Roca

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2015 **Pisos Proyectado:** 3 **N° de Familias que habitan:** 2

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Edwin Ccalla Chacon
Domicilio: Centro Poblado Compone. "Huancarpata"
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: Mala distribución de Espacios.

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 41704431

Anexo 19

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 19

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 19 **Fecha:** 27/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: Hernan Carlos Leguia Estrada

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2021 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Titto
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 966434821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 43243105

Anexo 20

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 20

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 20 **Fecha:** 03/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: Alicia Ojeda Saloma

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 02 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Titto
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 966434821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI:

Anexo 21

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 21

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 21 **Fecha:** 24/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Los Licenciados

Propietario: Pascual Cusirimay Huallparimachi

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2019 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 2

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra [X] Conocimientos propios [ ] Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto [ ]

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME. LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE.
Nro. de Celular: 960 380 470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI [ ] NO [X]

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI [X] NO [ ] Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24366322

Anexo 22

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 22

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 22 **Fecha:** 10/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: AYLLU SAN ISIDRO

Propietario: IRMA ISABEL MATILLA VILLA

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2015 **Pisos Proyectado:** 03 PISOS **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ.
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE
Nro. de Celular: 960 386 470.

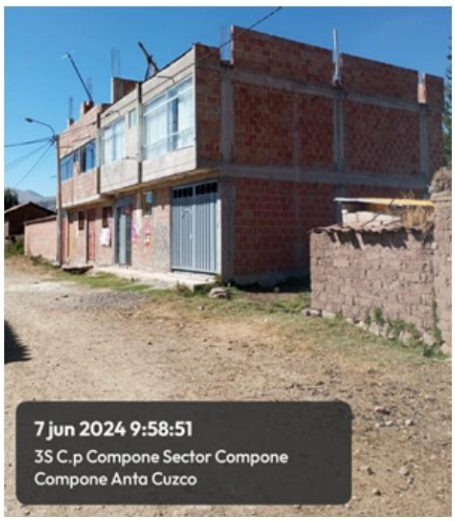
3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 70243877

Anexo 23

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 23

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 23 **Fecha:** 25/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Arturo Phuyo Ttito

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 3 Pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Ttito
Domicilio: Centro Poblado de Compone - Sector Centro Compone
Nro. de Celular: 966 434 821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO DE DNI: 47931898

Anexo 24

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 24

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 24 **Fecha:** 25/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Centro Compone

Propietario: Juana Huilca Huallpariachi

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2019 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ernesto Rayme Lopez
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 960380470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 46397713

Anexo 25

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 25

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 25 **Fecha:** 03/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: CENTRO COMPONE

Propietario: ALICIA MANTILLA VILLA

2. Antecedentes

Año de Construcción: 20 **Pisos Proyectado:** **N° de Familias que habitan:**

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ERNESTO RAYME LOPEZ
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE
Nro. de Celular: 960 380 470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI:

Anexo 26

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 26

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 26 **Fecha:** 03/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanización las Flores

Propietario: JUAN FRANCISCO HUILLCA CUSI

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2017 **Pisos Proyectado:** 04 Pisos **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: URBANO ZAMATA CCOPA.
Domicilio: Urb. Nueva Primavera – PACCA
Nro. de Celular: 950708838

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 23819371

Anexo 27

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 27

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 27 **Fecha:** 23/07/024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: PEPE Huallparimachi Huaman

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2014 **Pisos Proyectado:** 3 **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra | Conocimientos propios X | Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: PEPE HUALLPARIMACHI HUANIAN
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE "HUANCARPATA
Nro. de Celular: 925 967 614

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI | NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X | NO | Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 40458281

Anexo 28

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 28

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 28 **Fecha:** 23/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Huancarpata

Propietario: Walter Salas Cólque

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2013 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Arturo Phuyo Titto
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 966 434821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: Fachada de Vivienda

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 40130416

Anexo 29

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 29

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 29 **Fecha:** 10/08/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Av. Cementerio

Propietario: Hugo Rayme Pro

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2017 **Pisos Proyectado:** 03 **N° de Familias que habitan:** 01

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ernesto Rayme Lopez
Domicilio: Centro Poblado de Compone
Nro. de Celular: 960380470

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 47730944

Anexo 30

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 30

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 30 **Fecha:** 27/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: URBANIZACION LAZ FLORES

Propietario: MARI FLOR KCANCHA MANTILLA

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2018 **Pisos Proyectado:** 03 PISOS **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ARTURO PHUYO TITTO
Domicilio: CENTRO POBLADO COMPONE
Nro. de Celular: 966 434 821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

Mari Flor

NRO. DE DNI: 43983907

Anexo 31

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 31

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 31 **Fecha:** 27/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: Urbanizacion Los Licenciados

Propietario: PEDRO LABRA Huillca

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2016 **Pisos Proyectado:** 03 Pisos **N° de Familias que habitan:** 03

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoria de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: Ricardo Chacma Lloque
Domicilio: Comunidad de Pacca
Nro. de Celular:

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI X NO Si la respuesta es "NO" indicar el motivo:

4. Fotografías





5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 23887048

Anexo 32

Encuesta a propietario de la vivienda Nro. 32

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

TESIS DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA

Vivienda N°: 32 **Fecha:** 28/07/2024

1. Ubicación y Datos Generales

Departamento: Cusco **Provincia:** Anta **Distrito:** Anta

Dirección de la Vivienda: Centro Poblado de Compone sector: URBANIZACIÓN LAS FLORES

Propietario: JAVIER OJEDA MARURI

2. Antecedentes

Año de Construcción: 2015 **Pisos Proyectado:** 3 **N° de Familias que habitan:** 1

3. Información de la Construcción

3.1 ¿Recibió asesoría técnica para construcción de la vivienda Por? (Marcar con una X)

Maestro de obra X Conocimientos propios Asesoría de un Ingeniero o Arquitecto

3.1.1 Si la respuesta anterior fue Maestro de obra colocar sus datos personales del maestro.

Nombres y Apellidos: ARTURO PHUYO TTITO
Domicilio: CENTRO POBLADO DE COMPONE
Nro. de Celular: 966 434 821

3.2 ¿La vivienda conto con licencia de construcción? (Marcar con una X)

SI NO X

3.3 ¿Se encuentra conforme o satisfecho con la construcción final de su vivienda? (Marcar con una X)

SI NO X Si la respuesta es "NO" indicar el motivo: FALTA ILUMINACIÓN

4. Fotografías



5. Firma del propietario de la vivienda

NRO. DE DNI: 24383910

Anexo 33

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 07

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 07

ELABORADO POR: Ernesto Rayme Lopez
DNI: 40052716

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Yoselin Mesa Valdeiglesias — Fecha: 25/07/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Ayllu San Isidro
Departamento : Cusco — Provincia: Anta — Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X — Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa Solida de Concreto Simple
Columnas : 0,25X0,40m — Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido de Concreto Simple
	Profundidad:	0,80m	Profundidad:	1,50m	
	Dimensiones:	0,25X0,80m	Dimensiones:	1,50X1,50m	
	Acero:		Acero:	5/8" @20cm	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	7cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		PRESENTA Cobertura de Estructura Metalica en Azotea.
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	20cm	Peralte:		
	Acero:	1/2", 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-3 cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0,25X0,40m	Dimensiones:		
	Acero:	4Ø1/2" + 2Ø3/8"	Acero:		
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		bloquer de 12x20x30 cm
	Juntas:		Juntas:	1,5 a 2,0cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm	
	Acero:		Acero:		
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-2cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata		
	Dimensiones:	0,25X0,40	Dimensiones:	0,15X0,20 = VCH01 0,25X0.20 = VCH02	
	Acero:	4Ø5/8" + 2Ø1/2"	Acero: •	VCH01 = 2Ø1/2" VCH02 = 4Ø5/8"+2Ø1/2"	
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:	7cm + 4cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm H=1,20m	
Escalera	Paso:	25cm	Contra Paso:	18cm	
	Acero:	1/2" @20cm	Acero:	1/2" @20cm	
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:	2cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" V = 1/3 Volumen total	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	—	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	—

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5 kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5 kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

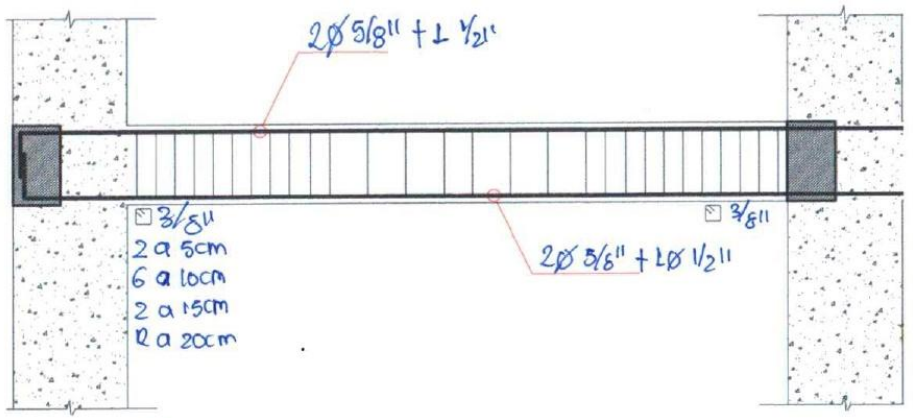
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

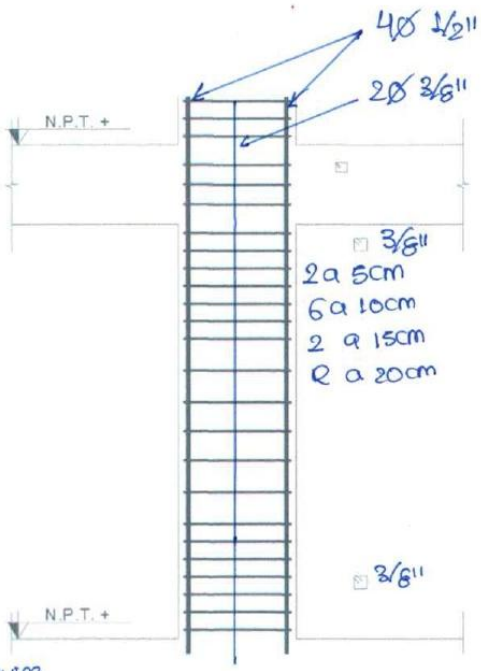
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5 kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	Tecnopor d=12 0,15 x 0.30 x 3.00 m	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	Fabrica de Cachimayo

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



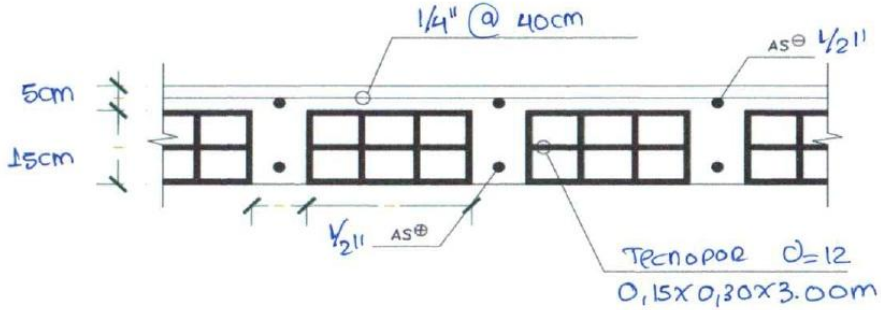
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) ACEROS AREQUIPA

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 2cm

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 40052716

Anexo 34

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 08

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 08

ELABORADO POR: Ernesto Rayme Lopez
DNI: 40052716

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Hilario Condor Vargas
Fecha: 25/09/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Urbanizacion Las Flores
Departamento : Cusco
Provincia: Anta
Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X
Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa Solida de Concreto Simple
Columnas : 0,35x0,35m
Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido de Concreto Ciclopeo
	Profundidad:	1.00m	Profundidad:	1.50m	
	Dimensiones:	1.00mx0,35m	Dimensiones:	1.50x1.50m	
	Acero:		Acero:	5/8"@ 20cm	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	7 cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		- Presenta Cobertura de Estructura Metalica.
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	20cm	Peralte:		
	Acero:	1/2", 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-3 cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0,35mx0,35m	Dimensiones:		
	Acero:	4Ø5/8"+2 4½"	Acero:		
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		bloquer de: 0,12x0,20x0,30m
	Juntas:		Juntas:	1,5 a 2,0cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	E= 12cm	
	Acero:		Acero:		
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-2cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata		
	Dimensiones:	0,35x0,40m	Dimensiones:	0,15x0,20 - VCH01 0,25x0,20 - VCH02	
	Acero:	4Ø5/8"+2½"	Acero:	VCH01: 2Ø½", VCH02: 4Ø½"	
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:	VCH01: 7cm VCH02: 4cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	E= 12cm H=1,20m	
Escalera	Paso:	25cm	Contra Paso:	18cm	
	Acero:	½" a 25cm	Acero:	½" a 25cm	
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:	2cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)* : 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" V= 1/3 del Volumen Total	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)* : 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de —	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	—

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)* : 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto:

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)* :

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5Lt	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

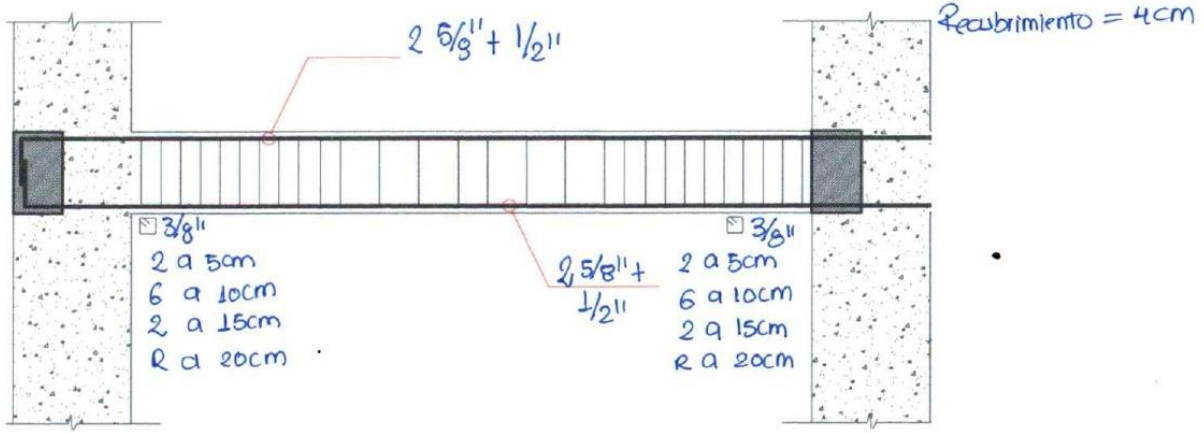
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto:

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*:

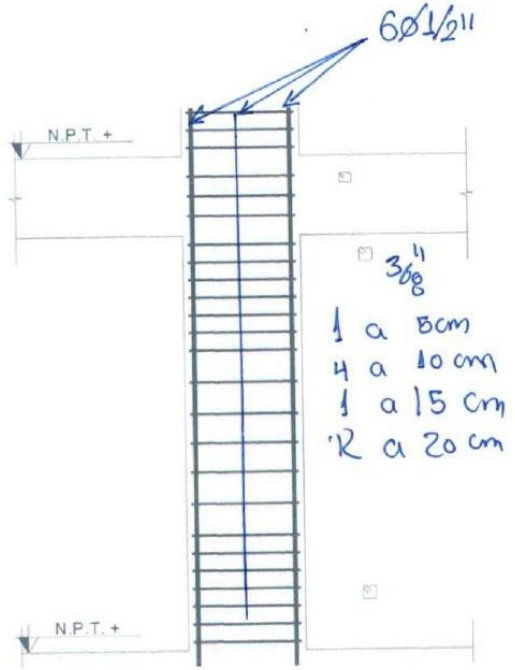
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	Tecnopor de 0.15 x 0.30 x 3.00m	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	Fabrica de Cachimayo

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



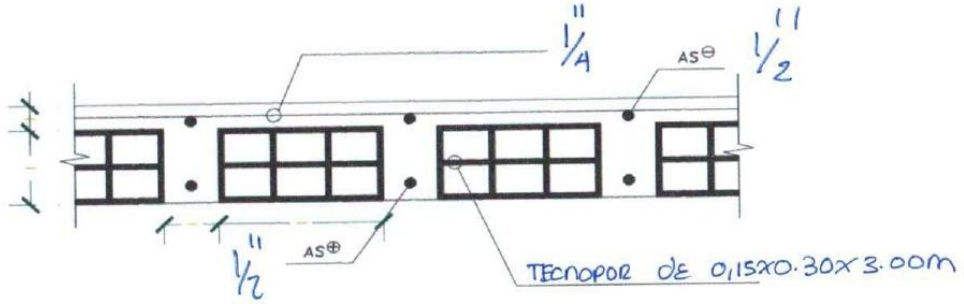
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto:



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) ACEROS AREQUIPA.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) ACEROS AREQUIPA.

Recubrimiento del acero con el concreto: 2cm.

5. Firma del maestro de obra

40052716

NRO. DE DNI:

Anexo 35

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 12

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 12

ELABORADO POR: Ernesto Reyme Lopez
DNI: 40052716

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Franklin Quispe Ramirez
Fecha: 25/09/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Urb. Los Licenciados
Departamento : Cusco
Provincia: Anta
Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X
Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa Solida de Concreto Simple
Columnas : 0,25x0,40m
Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		-Cimiento Corrido de Concreto Ciclopeo.
	Profundidad:	0,80m	Profundidad:	1.20 - 1.50	
	Dimensiones:	0,80x0,40m	Dimensiones:	1.20 x 1.20 1.50 x 1.50	
	Acero:		Acero:	"3/8	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	7-8 Cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		-No presenta Techo en Azotea
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	20cm	Peralte:		
	Acero:	1/2", 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-3cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0,25x0,40m	Dimensiones:		
	Acero:	6 Ø 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		-medidas de bloquer: 0,12x0,30x0,30m
	Juntas:		Juntas:	1,5 a 2,0cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm	
	Acero:		Acero:		
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-2cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata		
	Dimensiones:	0,25x0,40m	Dimensiones:	0,15x0,20m 0,25x0,20m	
	Acero:	4Ø5/8"+2Ø1/2"	Acero: •	2Ø1/2" 4Ø1/2"	
	Recubrimiento:	5cm	Recubrimiento:	4cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm H=20cm	
Escalera	Paso:	0,25m	Contra Paso:	0,18m	
	Acero:	Ø1/2" a 20cm	Acero:	Ø1/2" a 20cm	
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:	2cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa. x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" V= 1/3 del Volumen Total	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	1

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

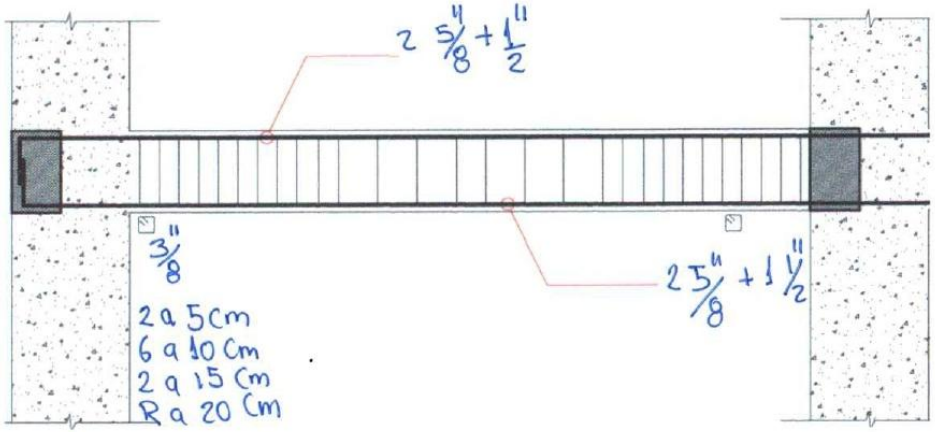
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

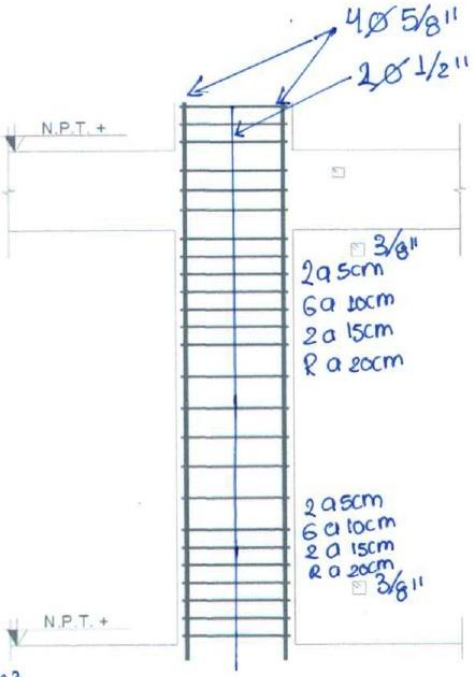
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	Tecnopor densidad 12 de 0,15x0.30x3.00 m	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	Fabrica de Cachimayo

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



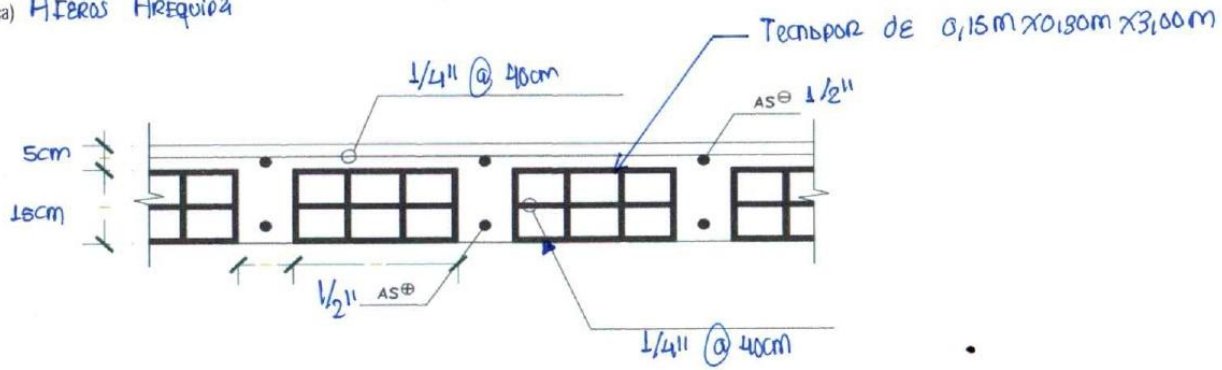
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto:



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 2cm

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 40052716

Anexo 36

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 15

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 15

ELABORADO POR: Arturo Phuyo Titto
DNI: 47931898

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Hector Ojeda Maquri — Fecha: 25/09/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Ayllo San Isidro
Departamento : Cusco — Provincia: Anta — Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X — Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa solida de Concreto Simple
Columnas : C-01 : 0.25x0.35m — Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		-04. enrocado - Cimiento corrido: concreto ciclopeo
	Profundidad:	0.80m	Profundidad:	1.8	
	Dimensiones:	0.25x0.80m	Dimensiones:	1.4 x 1.4	
	Acero:		Acero:	1/2" S/8 - 20x20 cm	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	8. Cm.	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		NO - Presenta Estructura de techo en Azotea
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	0.20 m	Peralte:		
	Acero:	1/2", 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	0.05m	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	0.03m	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0,25x0,35m	Dimensiones:		
	Acero:	6 Ø 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Ladrillo Tipo bloquer: 12x20x30cm
	Juntas:		Juntas:	1,5cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm	
	Acero:		Acero:		
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	2cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata		- VCH01 - VCH02
	Dimensiones:	0,25x0,40m	Dimensiones:	0,15x0,20m 0,25x0,20m	
	Acero:	4Ø5/8"+2 1/2"	Acero:	2Ø 1/2" 4Ø 1/2"	
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:	7cm, 4cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		NO PRESENTA PARAPETO
	Dimensiones:		Dimensiones:	E	
Escalera	Paso:	0,25m	Contra Paso:	0,18m	
	Acero:	Ø 1/2" @ 20cm	Acero:	Ø 1/2" @ 20cm	
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:	2cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" Cantidad: 1/3 del Volumen Total.	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Cantera de Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	01 bolsa de Cemento x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	—	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Cantera de Piñancay

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	01 bolsa de Cemento x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	01 bolsa de Cemento x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*) : 210

Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	01 bolsa de Cemento x 42.50 kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac

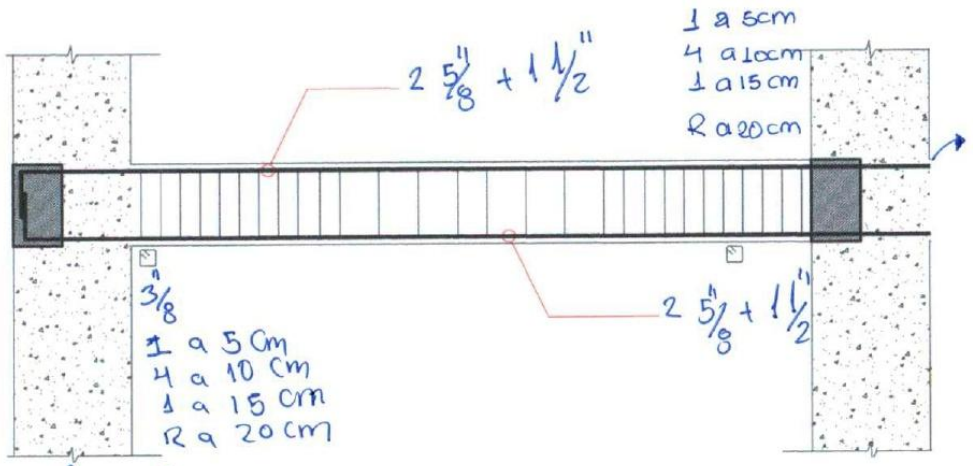
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*) : 210

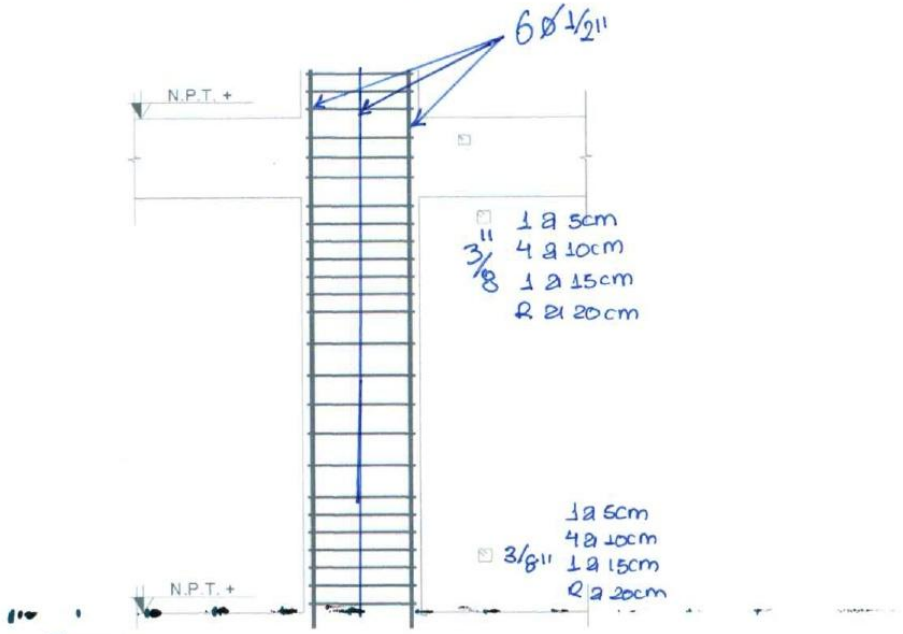
Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	01 bolsa de Cemento x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Cemento Yura HS
Agregado Grueso:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Cantera de Huillque
Agregado Fino:	04 baldes de 20 Litros	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cantera de Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado (*Indicar las medidas del material*):	Tecnopor de 0.30x0.15x3.00m densidad = 12	Fabrica Proveniente del material (*Indicar Nombre de la tienda*) :	Fabrica de Tecnopor de Cachimayo

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



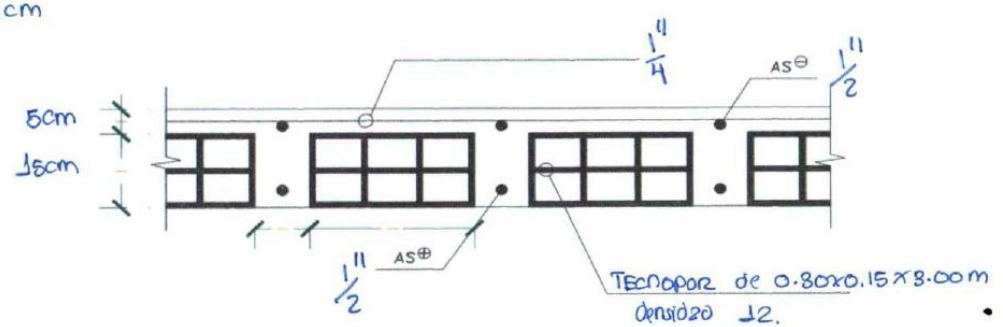
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) : Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: r= 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: r=4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: r= 4cm.

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 47431098

Anexo 37

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 16

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 16

ELABORADO POR: Edwin. Massco Valenzuela.
DNI:

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Edwin Massco Valenzuela. Fecha: 27/08/2024.
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Urbanización los Licenciados
Departamento : Cusco Provincia: Anta Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa solida de Concreto simple
Columnas : 0.25 x 0.40 m Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido de Concreto Ciclopio.
	Profundidad:	0.80 m	Profundidad:	1.5 m	
	Dimensiones:	0.40 x 0.80 m	Dimensiones:	1.5 x 1.5 m	
	Acero:	—	Acero:	5/8" @ 20cm	
	Recubrimiento:	—	Recubrimiento:	8 cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		Azotea sin Cobierta. Parapeto Perimetral.
	Tipo:	Aligerado	Tipo:		
	Peralte:	0.20 cm	Peralte:		
	Acero:	1/2" y 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2 cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1.5 cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0.25 x 0.4 m	Dimensiones:		
	Acero:	6 ϕ 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4 cm.	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Bloquer 12x20x30 Cm.
	Juntas:		Juntas:	1-1.5 cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	e = 12cm	
	Acero:		Acero:	—	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-1.5 cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata - 01		V.CH - 02
	Dimensiones:	0.25 x 0.4 m	Dimensiones:	0.25 x 0.20 m	0.15 - 0.2 m
	Acero:	4 ϕ 5/8 y 2 ϕ 1/2"	Acero: •	4 ϕ 1/2"	2 ϕ 1/2"
	Recubrimiento:	4 cm	Recubrimiento:	3-4 cm	2-4 cm
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	h = 120cm	
Escalera	Paso:	0.25 m	Contra Paso:	0.18 m	2 Parrillas espaciadas a 20 cm.
	Acero:	1/2"	Acero:	1/2"	
	Recubrimiento:	2-4 cm	Recubrimiento:	2-4 cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclópeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 175 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 Lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	4 baldes de 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" 1/3 de Volumen total.	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Huillque.

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes.	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	YURA IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac

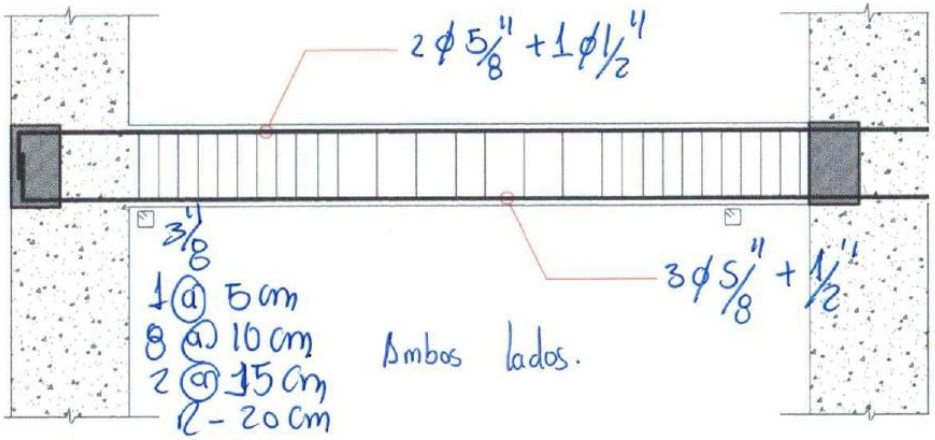
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

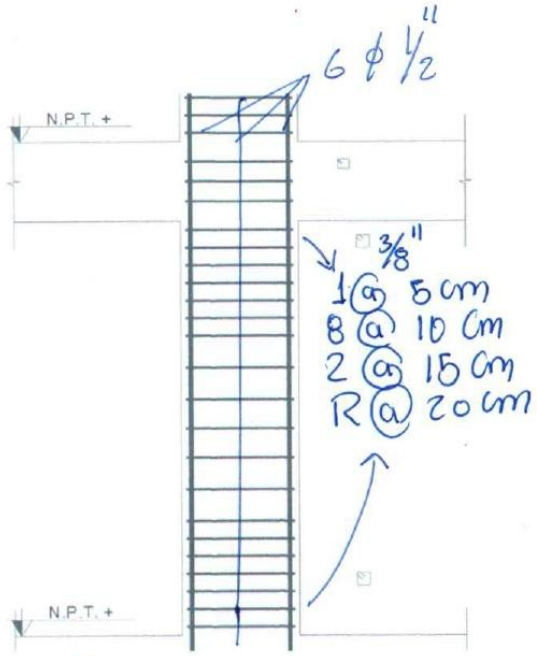
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	YURA IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes.	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	tecnopor 015×0.30×3 m	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	CHICHIMAYO

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



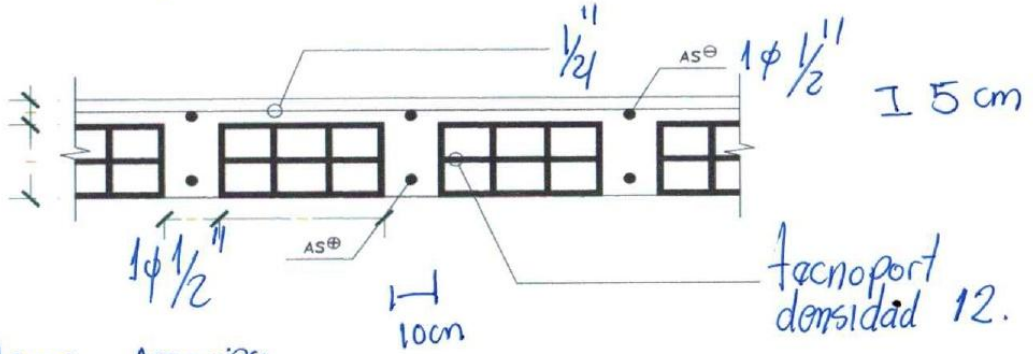
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

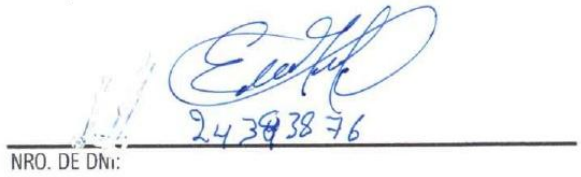
Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 2 cm

5. Firma del maestro de obra



Anexo 38

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 18

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 18

ELABORADO POR: EDWIN CCALLA CHACON.
DNI:

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : ERNESTINA LEIVA ROCCA — Fecha: 27/08/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Huancarpata.
Departamento : Cusco — Provincia: Anta — Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X — Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa solida de concreto simple
Columnas : 0.25 x 0.30m — Cimentación : Zapata.

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido Concreto Ciclópeo
	Profundidad:	0.80 m	Profundidad:	1.5 m	
	Dimensiones:	0.40 x 0.8 m	Dimensiones:	1.5x1.5m	
	Acero:	—	Acero:	5/8"@ 20cm	
	Recubrimiento:	—	Recubrimiento:	7 Cm.	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		Azotea Sin Cubierta Con Parapetos perimetrales h = 1.00 m.
	Tipo:	Aligerado	Tipo:		
	Peralte:	0.20 m	Peralte:		
	Acero:	1/2" y 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2. Cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-1.5 Cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0.25 x 0.3m	Dimensiones:		
	Acero:	6 ϕ 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4 Cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Bloquer 12x30x20 Cm
	Juntas:		Juntas:	1-1.5 Cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	e = 12 Cm	
	Acero:		Acero:	—	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	—	
	Revestimiento:		Revestimiento:	1.-1.5 Cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata -01		VCH -02
	Dimensiones:	0.25x0.4m	Dimensiones:	0.20 x 0.25m	0.15x0.2 m
	Acero:	4 ϕ 5/8" y 2 ϕ 1/2"	Acero:	4 ϕ 1/2"	2 ϕ 1/2"
	Recubrimiento:	4 Cm	Recubrimiento:	3-4 Cm	2-4 Cm
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	h = 1.00m	
Escalera	Paso:	0.25	Contra Paso:	0.18 m	2 Parrillas
	Acero:	1/2"	Acero:	1/2"	Espaciada a.
	Recubrimiento:	2-4 Cm	Recubrimiento:	2-4 Cm	20. cm.

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclópeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 175 kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura. IP
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" 1/3 de Volumen total.	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado.

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes.	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*): 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillqua
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

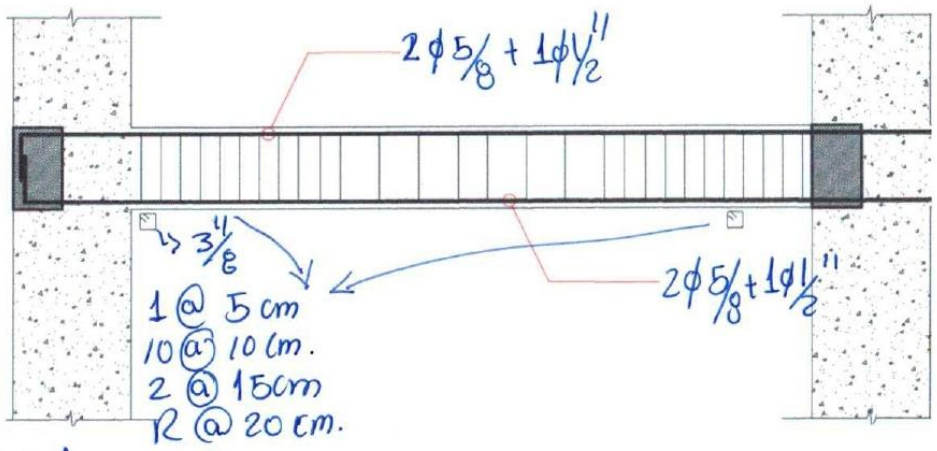
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado.

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*): 210 Kg/cm²

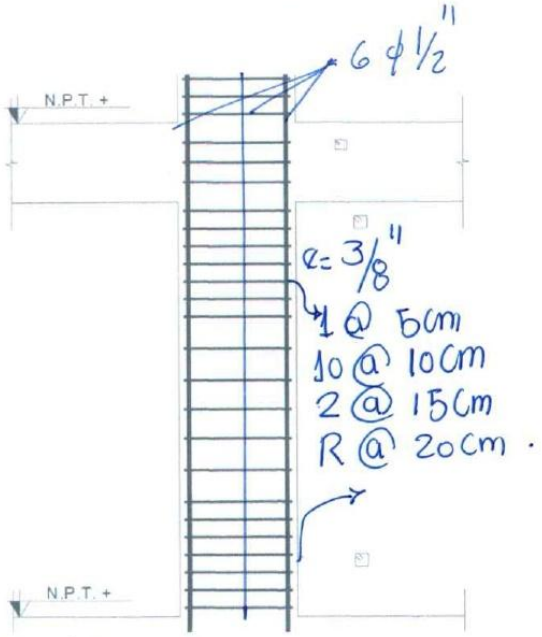
Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa.	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillqua.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado (*Indicar las medidas del material*):	tecnopor 0.15×0.30×3m.	Fabrica Proveniente del material (*Indicar Nombre de la tienda*):	CACHIMAYO -

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



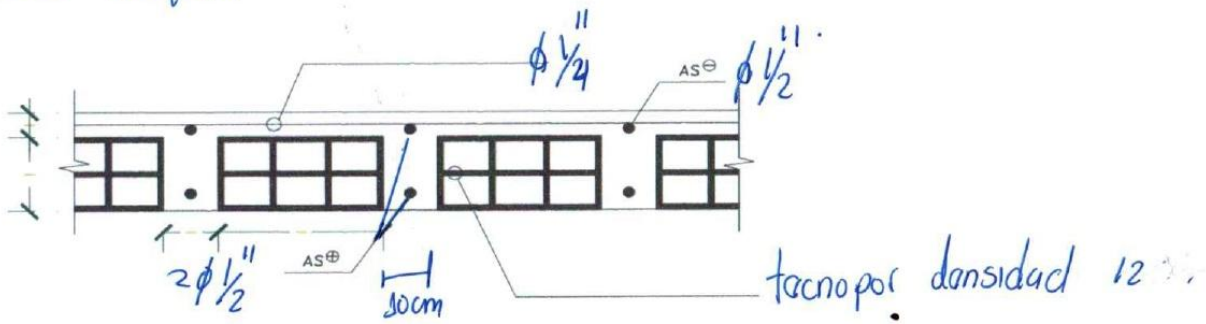
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 2 cm .

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 42928889.

Anexo 39

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 22

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 22

ELABORADO POR: Ernesto Rayme Lopez
DNI: 40052716

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : Irma Isabel Mamilla Villa — Fecha: 25/07/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Ayllu San Isidro
Departamento : Cusco — Provincia: Anta — Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X — Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa Solida de Concreto Simple
Columnas : 0,25x0,40m — Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido de Concreto Ciclopeo
	Profundidad:	1.00m	Profundidad:	1.50m	
	Dimensiones:	0,25x1.00m	Dimensiones:	1.50mx1.50m	
	Acero:		Acero:	5/8"@20cm	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	7cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		No Presenta Cobertura en Azotea.
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	20cm	Peralte:		
	Acero:	1/2", 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-3cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0,25x0,40m	Dimensiones:		
	Acero:	4Ø5/8"+2 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		bloquer de : 0,12x0,20x0,30m
	Juntas:		Juntas:	1,5 a 2cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm	
	Acero:		Acero:		
	Recubrimiento:		Recubrimiento:		
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-2cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata		VCH01 - 0,15x0,20m VCH02 - 0,25x0,20m
	Dimensiones:	0,25x0,40m	Dimensiones:		
	Acero:	4Ø5/8"+2 1/2"	Acero:		VCH01 - 2,Ø 1/2" VCH02 - 4Ø 1/2"
	Recubrimiento:	4cm	Recubrimiento:	7cm - 4cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	E=12cm H=1,20m	
Escalera	Paso:	25cm	Contra Paso:	18cm	
	Acero:	1/2" a 20cm	Acero:	1/2" a 20cm	
	Recubrimiento:	2cm	Recubrimiento:	2cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x20Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" V = 1/3 del Volumentotal	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	—	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Piñancay

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x42.5 kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5 Kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5 kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

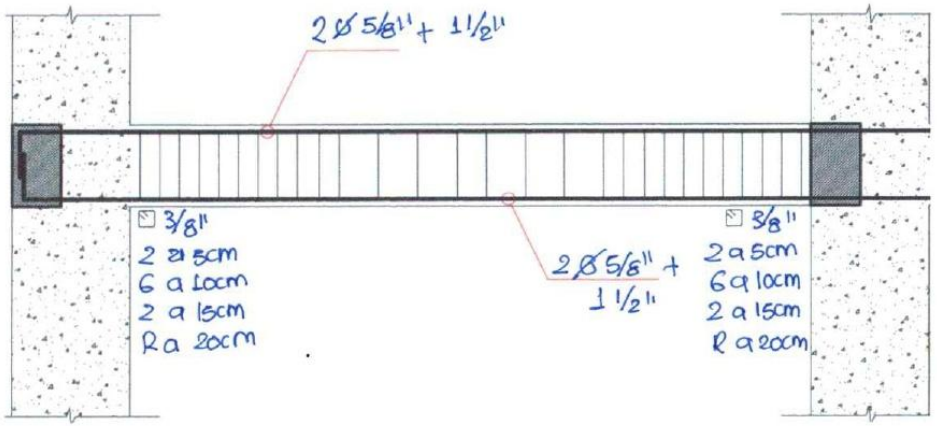
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

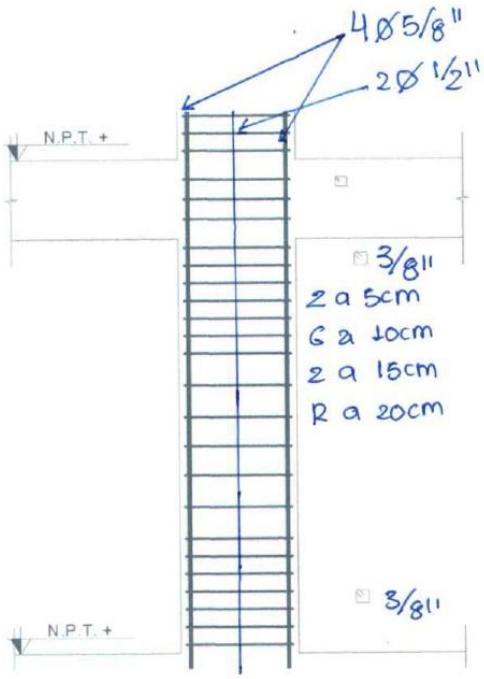
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa x 42.5kg	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 balde x 20 Lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	Tecnopor d=12 0.15 x 0.30 x 3.00m	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	Fabrica de Cachimayo

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



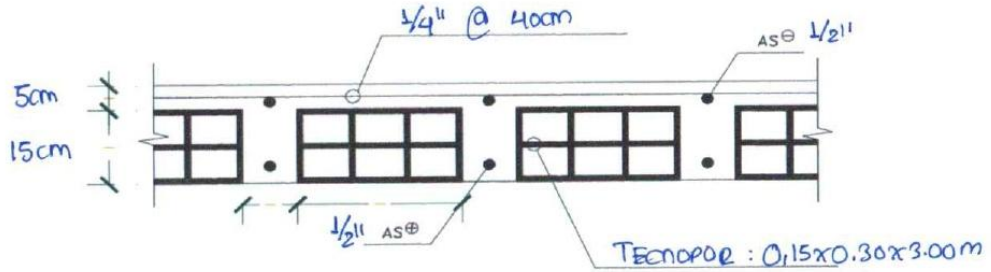
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca)

Recubrimiento del acero con el concreto:



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) ACEROS AREQUIPA

Recubrimiento del acero con el concreto: 2cm

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 40052716

Anexo 40

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 26

ELABORADO POR: URBANO ZAMATA CCOPA.
DNI: 08882021

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : JUAN FRANCISCO HUILLCA CUSI Fecha: 27/08/2024
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector URBANIZACION LAS FLORES
Departamento : Cusco Provincia: Anta Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa Solida de Concreto Simple.
Columnas : 0.50 x 0.25 m Cimentación : Zapatas

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido Concreto ciclópeo.
	Profundidad:	1.00m	Profundidad:	2.00m	
	Dimensiones:	0.40 x 0.80m	Dimensiones:	2.00x2.00	
	Acero:	—	Acero:	5/8" @20cm	
	Recubrimiento:	—	Recubrimiento:	7cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		Azotea sin Cubierta. Con Parapetos Perimetrales.
	Tipo:	Aligerada	Tipo:		
	Peralte:	0.20 m	Peralte:		
	Acero:	1/2" y 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2.00 Cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1 - 1.5 Cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0.25x0.50m	Dimensiones:		
	Acero:	4ø5/8"+4ø1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4.00 Cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Bloquer 12x20x30 Cm
	Juntas:		Juntas:	1.00-1.5 Cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	e = 12 Cm	
	Acero:		Acero:	—	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	—	
	Revestimiento:		Revestimiento:	1.00-1.5 Cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata - 01		V-Chata - 02
	Dimensiones:	0.25x0.4 m	Dimensiones:	0.20 x 0.25m	0.15 x 0.20m
	Acero:	6 ø 5/8"	Acero:	4 ø 1/2"	2 ø 1/2"
	Recubrimiento:	4.00 Cm.	Recubrimiento:	3-4 Cm	2-4 Cm.
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:	—	Dimensiones:	—	
Escalera	Paso:	0.25 m	Contra Paso:	0.18 m	2 Parrillas espaciada a 20 cm.
	Acero:	1/2"	Acero:	1/2"	
	Recubrimiento:	2-4 Cm	Recubrimiento:	2-4 Cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Ciclopeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes - 20 lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" 1/3 del Volumen total.	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Huillque.

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura. IP
Agregado Grueso:	4 [illegible] balde de 20 lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 [illegible] balde de 20 lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 [illegible] balde de 20 lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 [illegible] balde de 20 lt	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 Bolsa.	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes - 20 lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura. IP
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 l.t	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillqua
Agregado Fino:	3 baldes.	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.

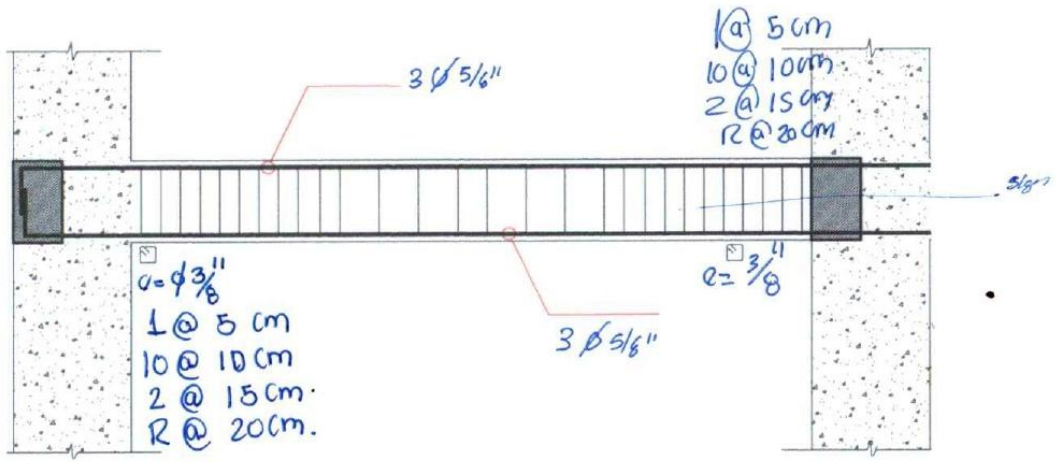
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto. Armado.

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

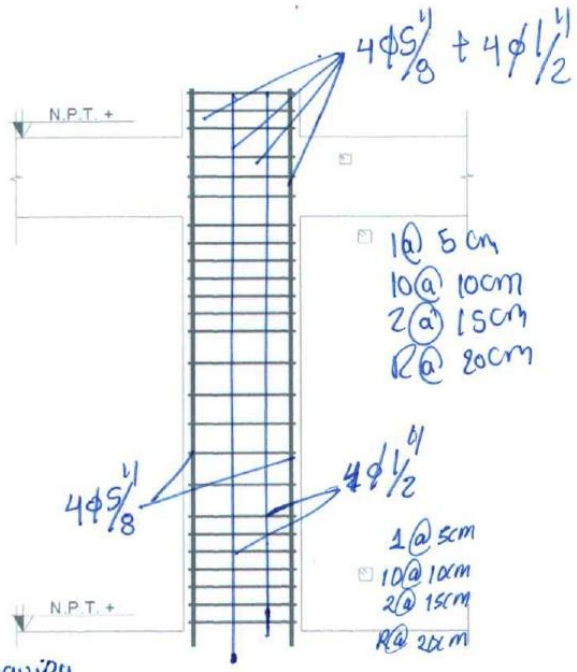
Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura. IP.
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillqua.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado *(Indicar las medidas del material)*:	tecnopor 15x.30x300 cm.	Fabrica Proveniente del material *(Indicar Nombre de la tienda)*:	Cachimayo.

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



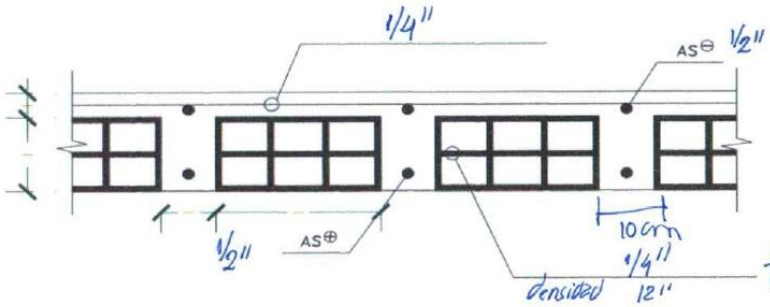
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Acero Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 Cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) ACero Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 Cm.



tecnopor 0.15 x 0.30 x 3 m

Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 2-4 Cm.

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 08882021

Anexo 41

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 27

ELABORADO POR: PEPE HUALLPARIMACHI HUAMAN.
DNI: 40452231

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : PEPE HUALLPARIMACHI HUAMAN. Fecha: 27/08/2024.
Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector HUANCARPATA.
Departamento : Cusco Provincia: Anta Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X Losa maciza de CA
Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa solida de Concreto Simple
Columnas : 0.25 x 0.30 m Cimentación : Zapatas.

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido. Concreto. Ciclopeo.
	Profundidad:	0.80 m	Profundidad:	1.5 m	
	Dimensiones:	0.40x0.8 m	Dimensiones:	1.8x1.8 m	
	Acero:	—	Acero:	5/8" @ 20cm	
	Recubrimiento:	—	Recubrimiento:	8. cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		Azotea sin Cubierta. Con Columnas.
	Tipo:	Aligerado	Tipo:		
	Peralte:	0.20 m	Peralte:		
	Acero:	½" y ¼"	Acero:		
	Recubrimiento:	2 Cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1.5 cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0.25x0.3m	Dimensiones:		
	Acero:	6 ϕ ½"	Acero:		
	Recubrimiento:	4 cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Bloquer 12x 20x30 Cm
	Juntas:		Juntas:	1-1.5 Cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	e = 12 Cm	
	Acero:		Acero:	—	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	—	
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-1.5 Cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata — 01		VCH-02
	Dimensiones:	0.25x0.4m	Dimensiones:	0.20x0.25m	0.15-0.2 m
	Acero:	4ϕ5/8 y 2ϕ½"	Acero: •	4 ϕ ½"	2ϕ ½"
	Recubrimiento:	4 Cm	Recubrimiento:	3-4 Cm	2-4 Cm.
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:		
Escalera	Paso:	0.25 m	Contra Paso:	0.18 m	2 Parrillas Espaciada a 20 Cm.
	Acero:	½"	Acero:	½"	
	Recubrimiento:	2-4 Cm	Recubrimiento:	2-4 Cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto, Ciclópeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 175 kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	YURA H.S.
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 lt.	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*	Piedra de 6" a 8" 1/3 de Volumen total	Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Huillque

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	YURA HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes.	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm²

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*) : 210 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

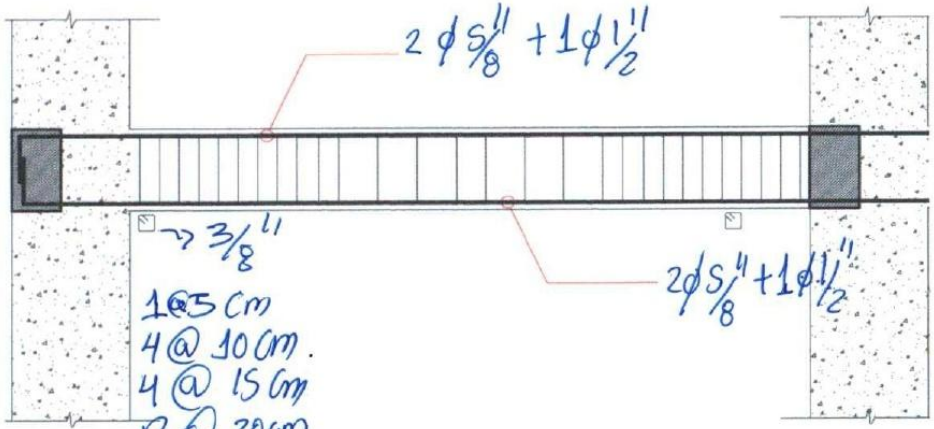
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*) : 210 Kg/cm2

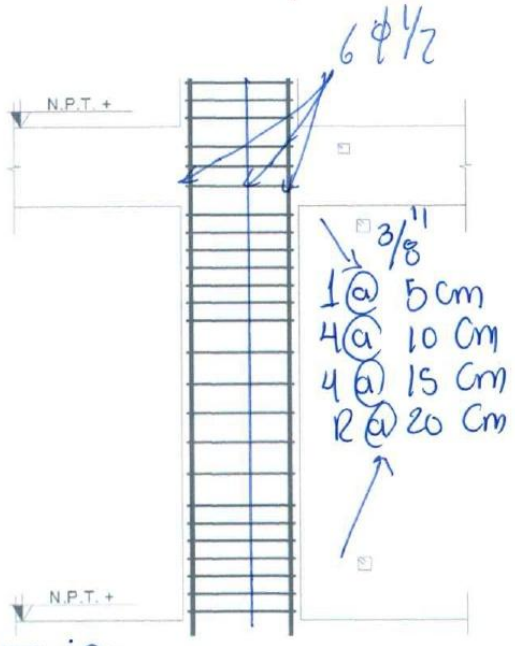
Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura IP
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado (*Indicar las medidas del material*):	tecnopor de .0.15x0.3x3 m.	Fabrica Proveniente del material (*Indicar Nombre de la tienda*) :	Cachimayo.

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



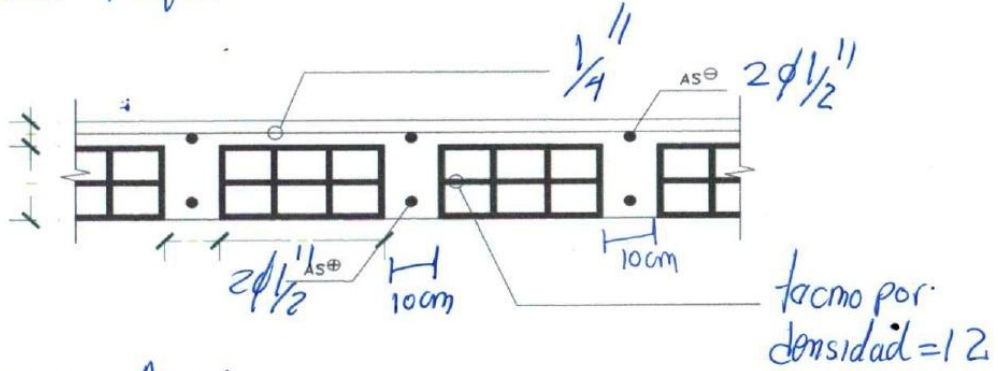
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa.

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm

5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 40452231

Anexo 42

Encuesta a maestro ejecutor de la vivienda tipificada Nro. 26

UNSAAC
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

ENCUESTA AI MAESTRO DE OBRA

Vivienda N°: 31

ELABORADO POR: Ricardo Chacma Lloque.
DNI: 23

1. Ubicación y Datos Generales:

Nombre del propietario de la vivienda que construyo : PEDRO LABRA HUILLCA. Fecha: 27/08/2024.

Dirección de la vivienda : Centro Poblado de Compone Sector Urbanización Los Licenciados.

Departamento : Cusco Provincia: Anta Distrito: Anta

2. Información de la Construcción:

Estructura Pisos Intermedios (Marcar con X) : Losa aligerada de CA X Losa maciza de CA

Estructura de Piso de Primer Nivel : Losa sólida de Concreto Simple.

Columnas : 0.30 x 0.30 Cimentación : Zapata.

3. Aspectos Técnicos:

3.1 Características de los Principales Elementos de la Vivienda

Elemento	Características				Observaciones
Cimentación	Cimiento Corrido		Zapata		Cimiento Corrido. Concreto Ciclopeo
	Profundidad:	0.80 m	Profundidad:	1.5 m	
	Dimensiones:	0.40 x 0.80m	Dimensiones:	1.5x1.5m	
	Acero:	—	Acero:	5/8" @20cm	
	Recubrimiento:	—	Recubrimiento:	8 cm	
Techo	Diafragma Rígido		Azotea		Azotea Con Parapetos perimetrales H=1.20m.
	Tipo:	Aligerada.	Tipo:		
	Peralte:	0.20 m	Peralte:		
	Acero:	1/2" y 1/4"	Acero:		
	Recubrimiento:	2.00 cm	Recubrimiento:		
	Revestimiento:	1-1.5 cm	Revestimiento:		
Columnas y/o Placas	Columna		Placa		
	Dimensiones:	0.30x0.30m	Dimensiones:		
	Acero:	4 ϕ 1/2"	Acero:		
	Recubrimiento:	4 cm	Recubrimiento:		

Elemento	Características				Observaciones
Muros	Ladrillo Macizo		Ladrillo Bloquer de Arcilla		Bloquer 12x20x30 Cm
	Juntas:		Juntas:	1-1.5 cm	
	Dimensiones:		Dimensiones:	e=12cm	
	Acero:		Acero:	—	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	—	
	Revestimiento:		Revestimiento:	1-1.5 cm	
Vigas	V-Peraltada		V-Chata -01		VCH - 02 0.15x0.2m. 2 ϕ 1/2 2-4 cm
	Dimensiones:	0.25x0.4m	Dimensiones:	0.25x02m	
	Acero:		Acero: •	4 ϕ 1/2"	
	Recubrimiento:		Recubrimiento:	3-4 cm	
Parapeto	Arriostrado		Sin Arriostrar		
	Dimensiones:		Dimensiones:	h=1.20m	
Escalera	Paso:	0.25 m	Contra Paso:	0.18m	2 Parrillas espaciada a 20 Cm
	Acero:	1/2"	Acero:	1/2"	
	Recubrimiento:	2-4 cm	Recubrimiento:	2-4 cm	

4. Técnicas Constructivas:

4.1. Indique el tipo de concreto y su respectiva dosificación que utilizo en los siguientes elementos estructurales:

a) Solado en cimentaciones:

Tipo de Concreto: Concreto Ciclópeo

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 175 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes de 20 lt	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Huillque.

b) Zapatas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura. HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac
Piedra bruta *(Indicar el tamaño de la piedra y la cantidad para 1 bolsa de cemento:*		Cantera Proveniente de la piedra bruta:	Huillque

c) Columnas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

d) Vigas de Cimentación

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto *(Indicar en kgf/cm2)*: 210 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: *(Indicar la dosificación para una bolsa de cemento)*		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Conyac.

e) Vigas de entrepiso

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*): 210 Kg/cm2

Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura HS
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac

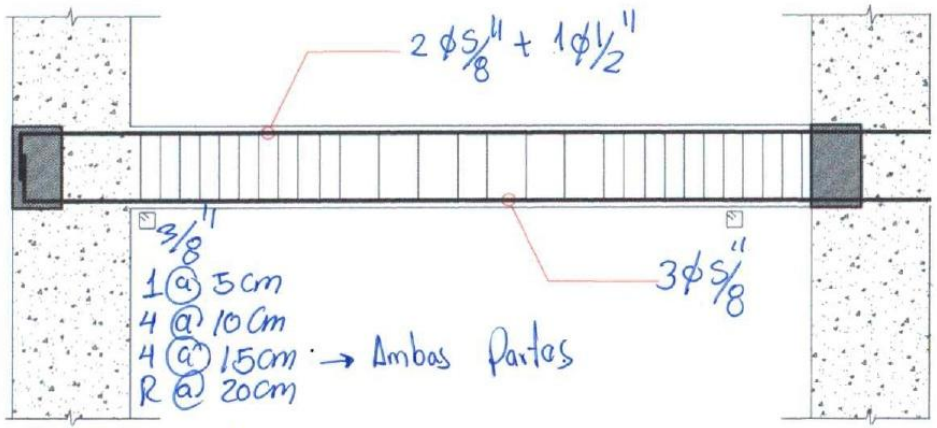
f) Losas Aligeradas

Tipo de Concreto: Concreto Armado

Resistencia Estimada de Concreto (*Indicar en kgf/cm2*): 210 Kg/cm2

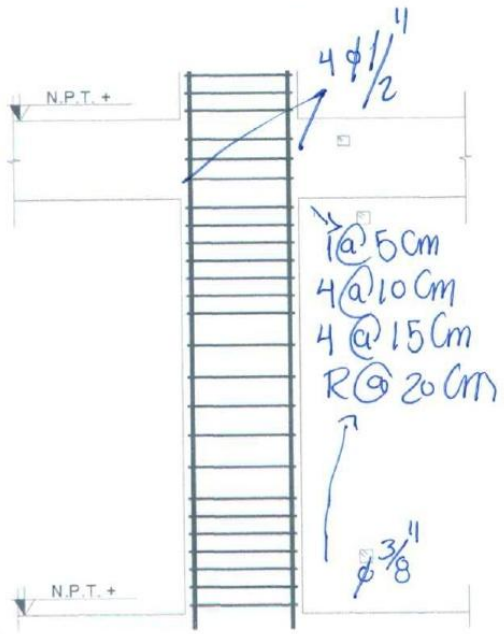
Dosificación de Concreto: (*Indicar la dosificación para una bolsa de cemento*)		Características del Material	
Cemento:	1 bolsa	Tipo de Cemento:	Yura HS.
Agregado Grueso:	4 baldes	Cantera Proveniente del Agregado grueso:	Huillque.
Agregado Fino:	3 baldes	Cantera Proveniente del Agregado fino:	Cunyac.
Tipo de Tecnopor o ladrillo empleado (*Indicar las medidas del material*):	tecnopor de 0.15×0.30×3 m	Fabrica Proveniente del material (*Indicar Nombre de la tienda*):	Huillque.

4.2. Detalle manualmente la distribución de acero empleada en las Vigas de Conexión, columnas y losas aligeradas: *(Detallar la longitud de empalme y anclaje de acuerdo al diámetro de la varilla de acero)*



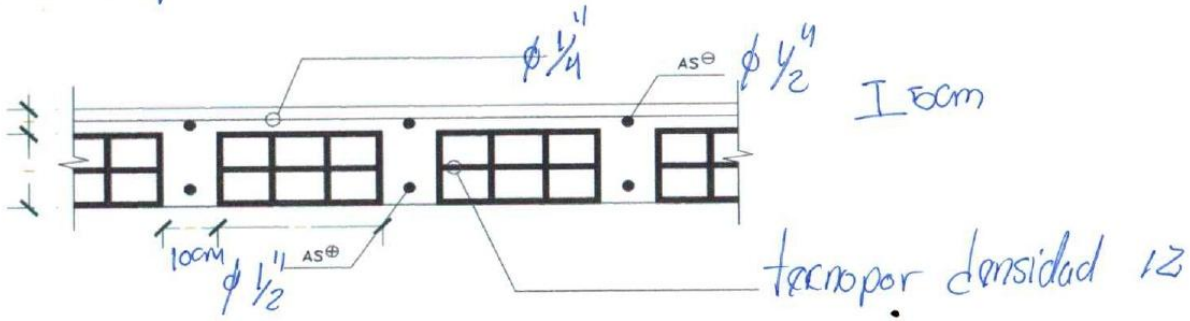
Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4 cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 4cm



Tipo de Acero corrugado Empleado: (Indicar la Marca) Aceros Arequipa

Recubrimiento del acero con el concreto: 2. cm.

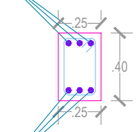
5. Firma del maestro de obra

NRO. DE DNI: 42580691

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

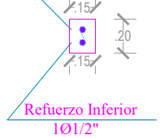
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

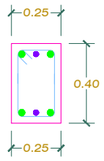
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

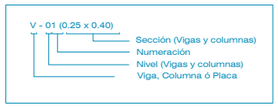
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

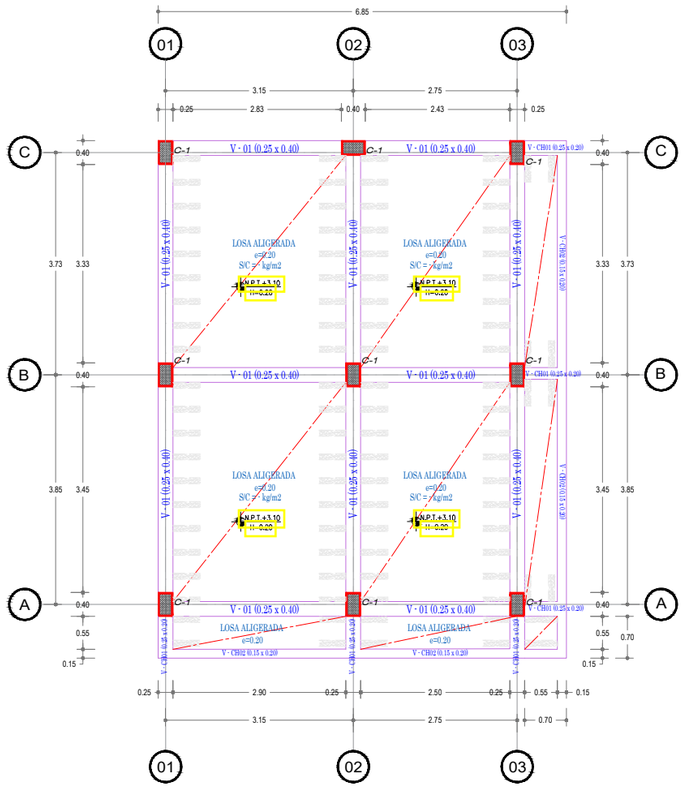


As= 4 Ø 5/8"+2 Ø 1/2"

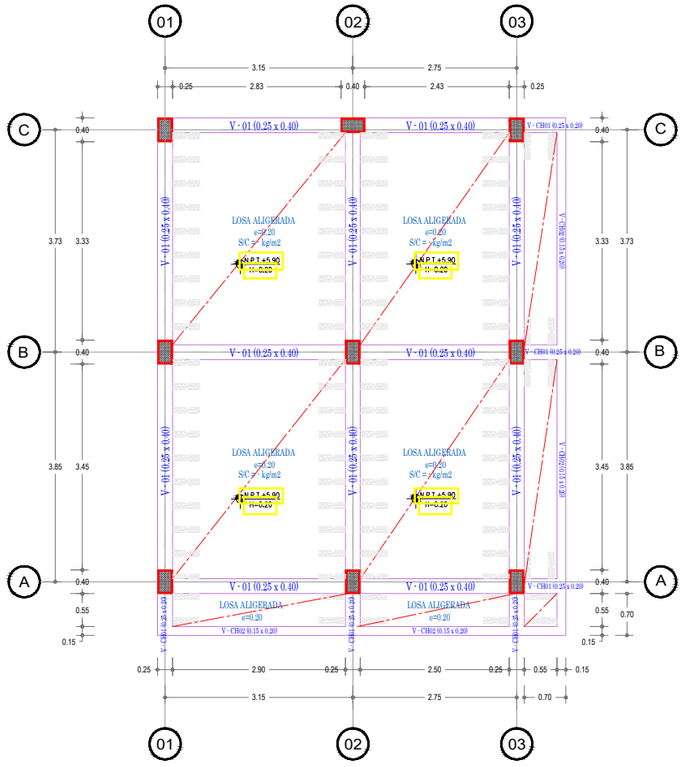
NOMENCLATURA TIPICA



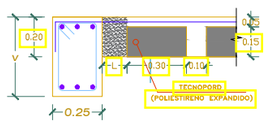
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



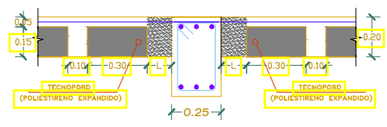
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Esteban Farfan Gutierrez

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

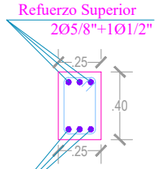
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-01

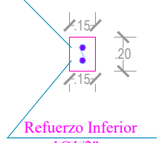
DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

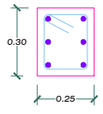
V-CH01(.25x.20)
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

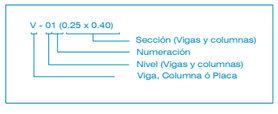
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

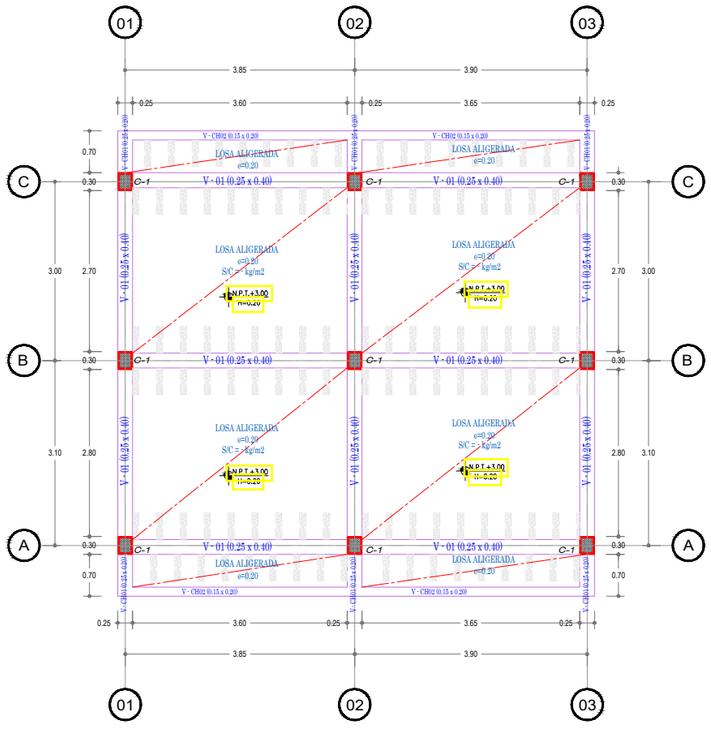


As= 6 Ø 1/2"

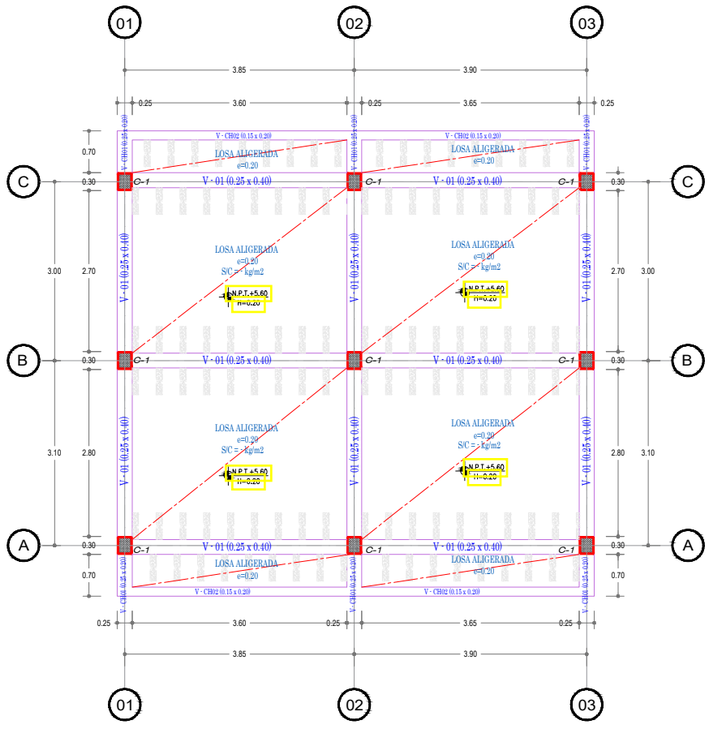
NOMENCLATURA TIPICA



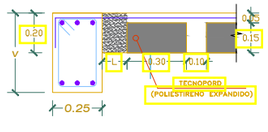
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



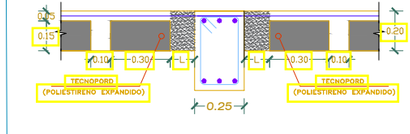
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Carlos Leva Quispe

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR HUACARPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

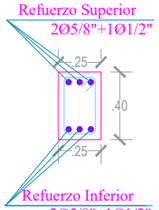
LAMINA : ES-02

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

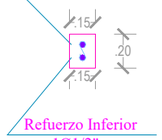
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

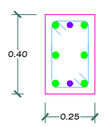
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

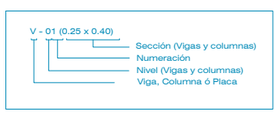
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

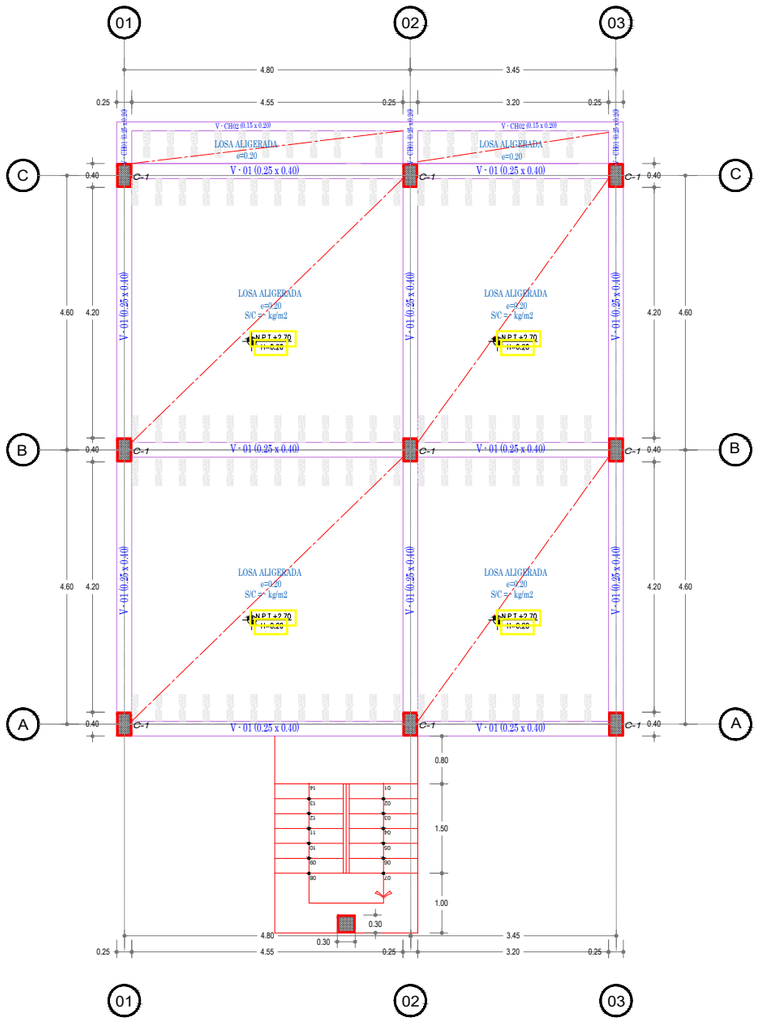


As= 6 Ø 1/2"

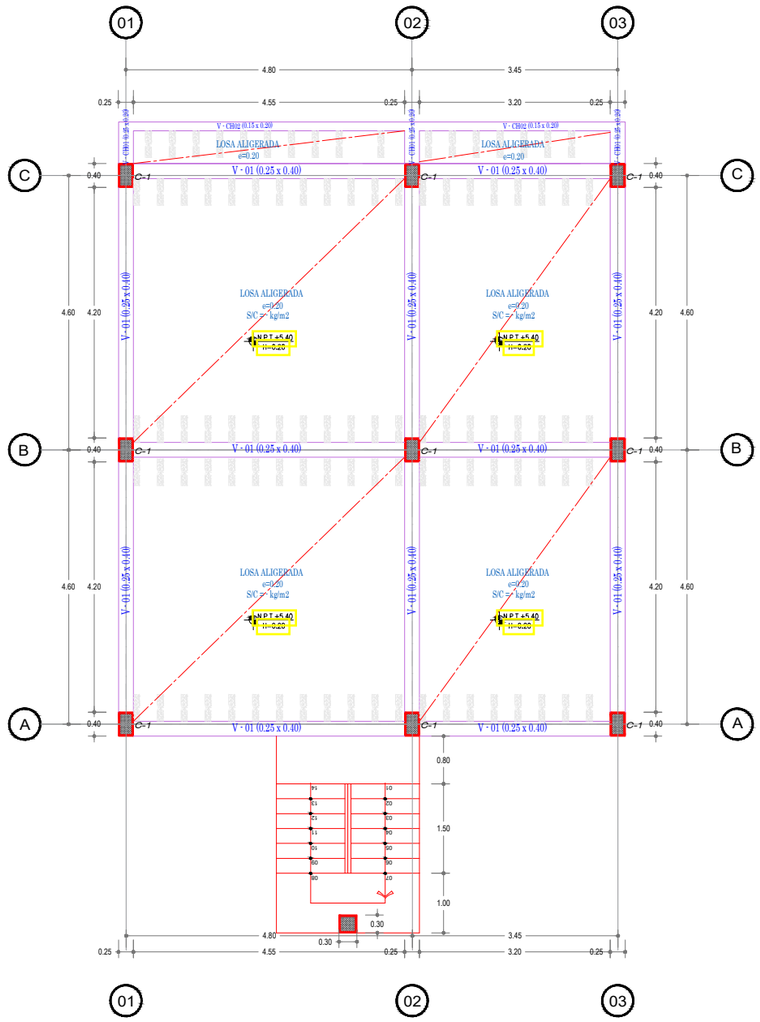
NOMENCLATURA TIPICA



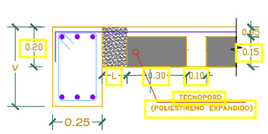
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



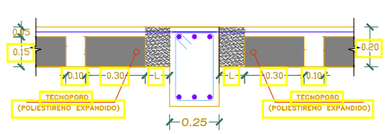
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Victor Vargas Chihuantico

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDRO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

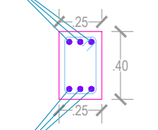
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-03

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

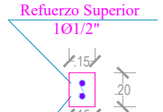
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

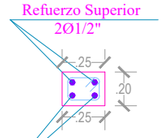
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

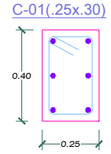
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

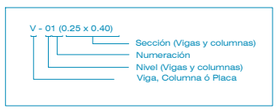
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

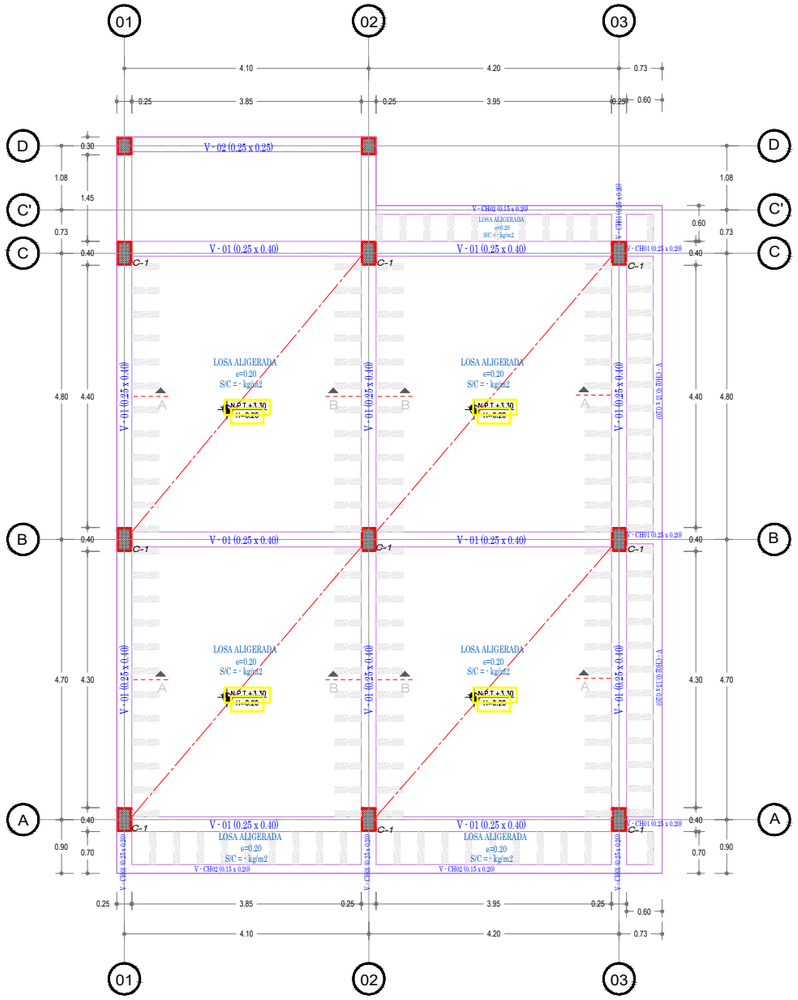


As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

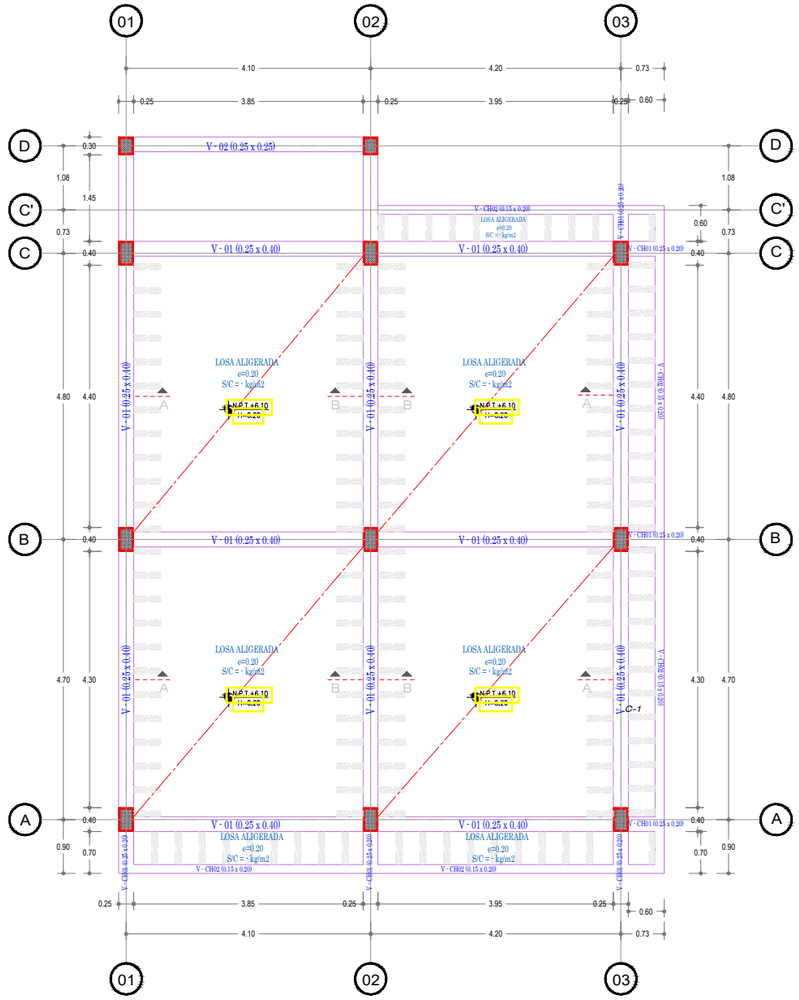
NOMENCLATURA TIPICA



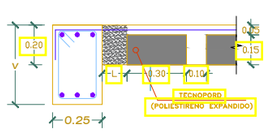
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



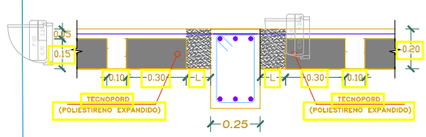
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DS COMPONE, ANTE LA ACCION DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Sonia Teniente Villa

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS OLIVOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

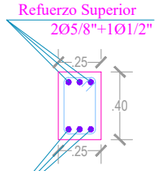
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-04

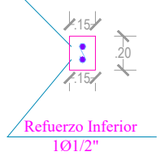
DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



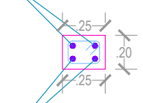
Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

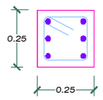
V-CH01(.25x.20)
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

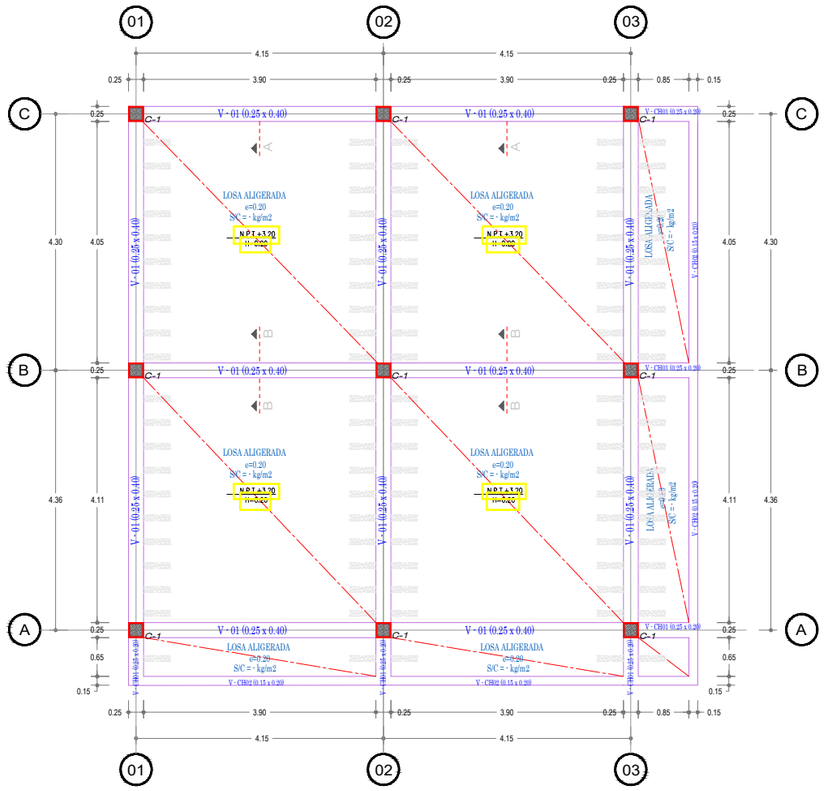


As= 6 Ø 1/2"

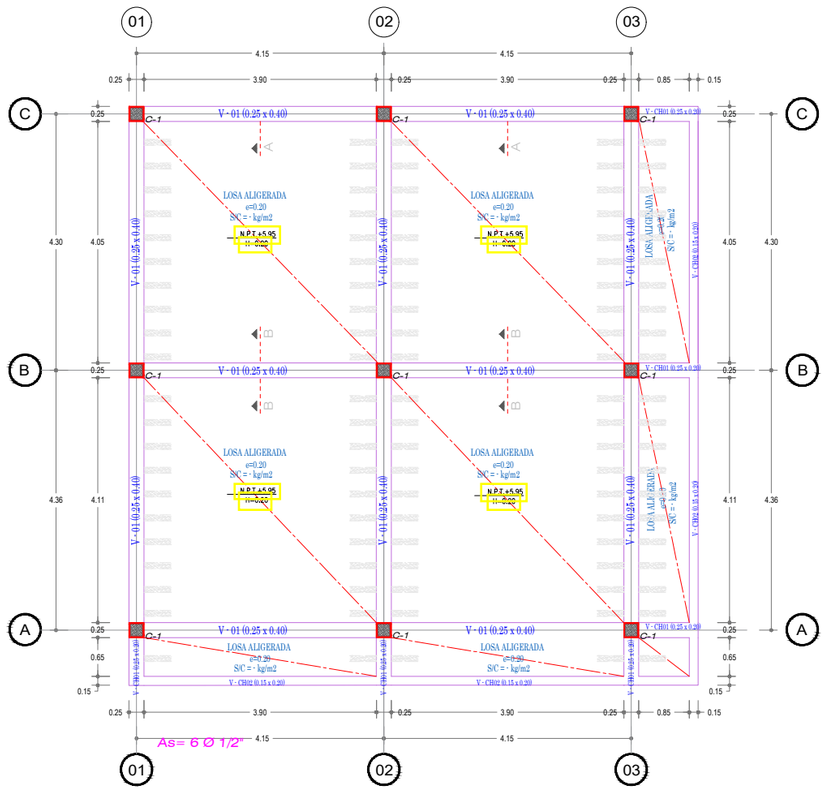
NOMENCLATURA TIPICA



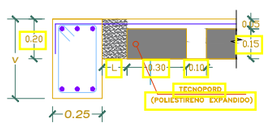
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



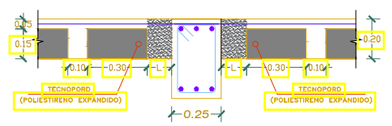
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO."

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Gerardo Ojeda Orosco

UBICACIÓN :
SECTOR: SECTOR URBANIZACION LAS
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

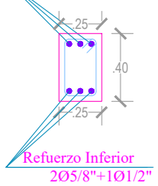
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-05

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

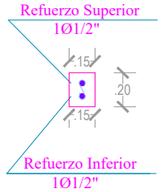
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

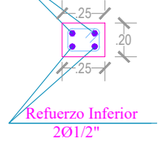
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

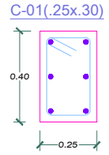
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

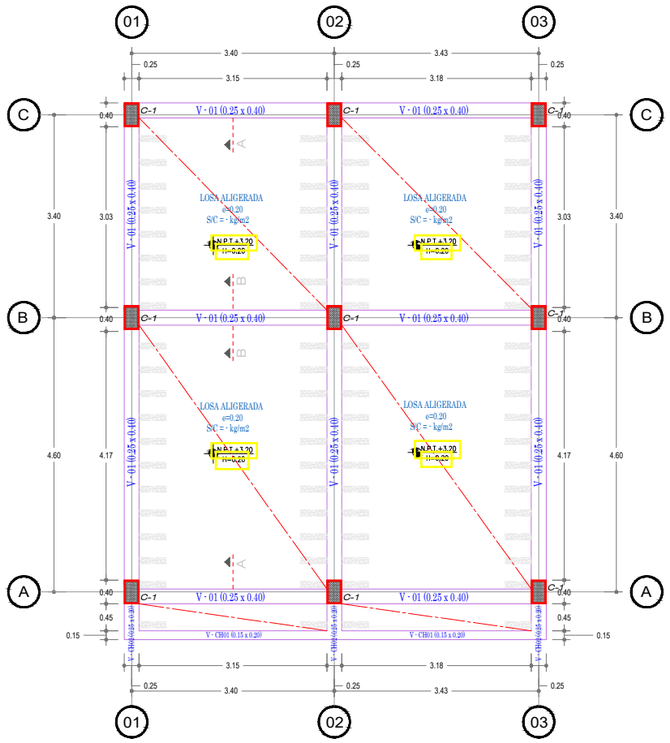


As= 6 Ø 1/2"

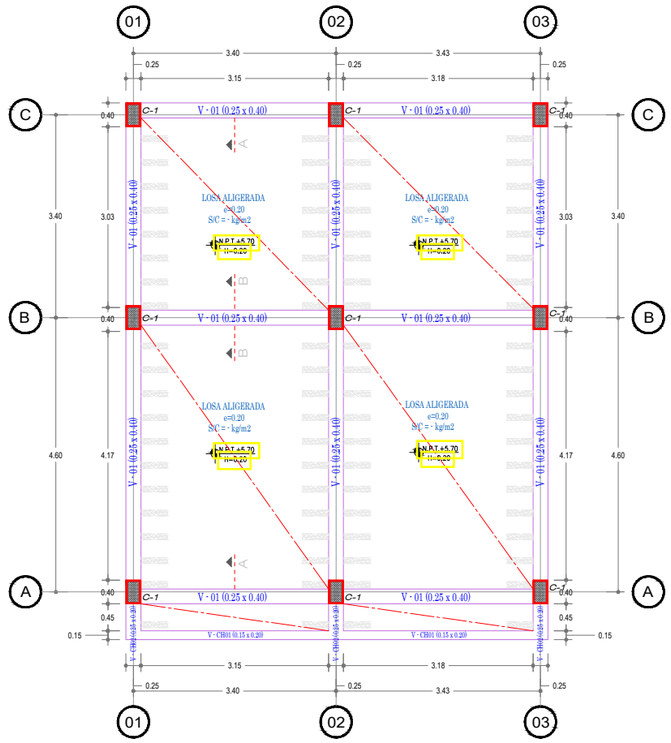
NOMENCLATURA TIPICA



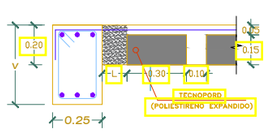
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



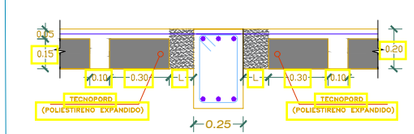
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Oscar Tumpay Huanaco

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

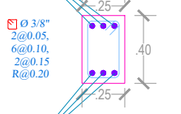
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-06

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

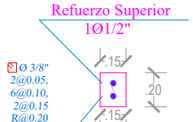
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

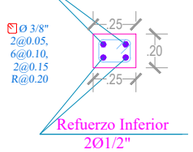
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

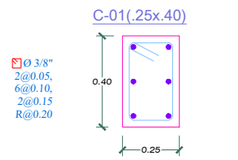
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

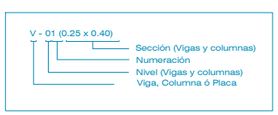
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

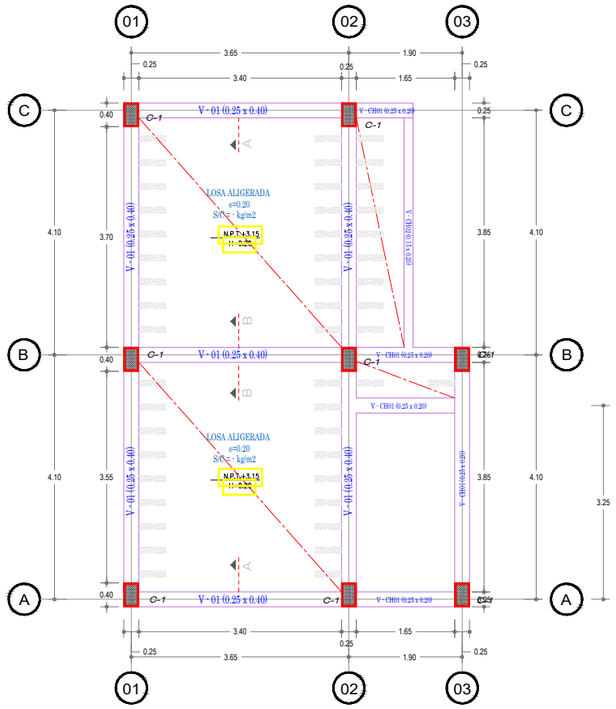


As= 4 Ø 1/2" + 2 Ø 3/8"

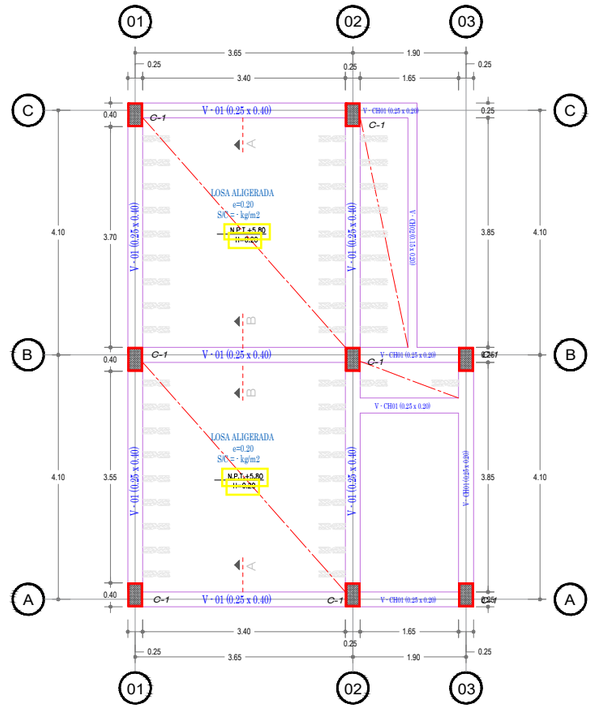
NOMENCLATURA TIPICA



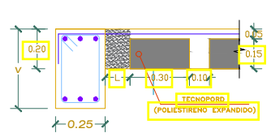
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



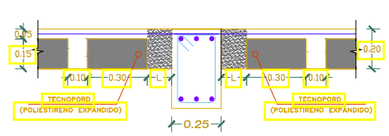
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Yocelin Meza Valdiglesias

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDRO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

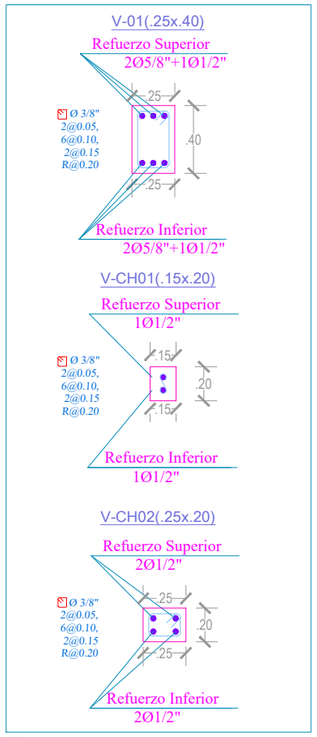
ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

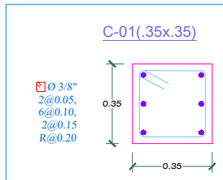
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-07

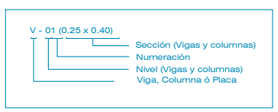
DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30



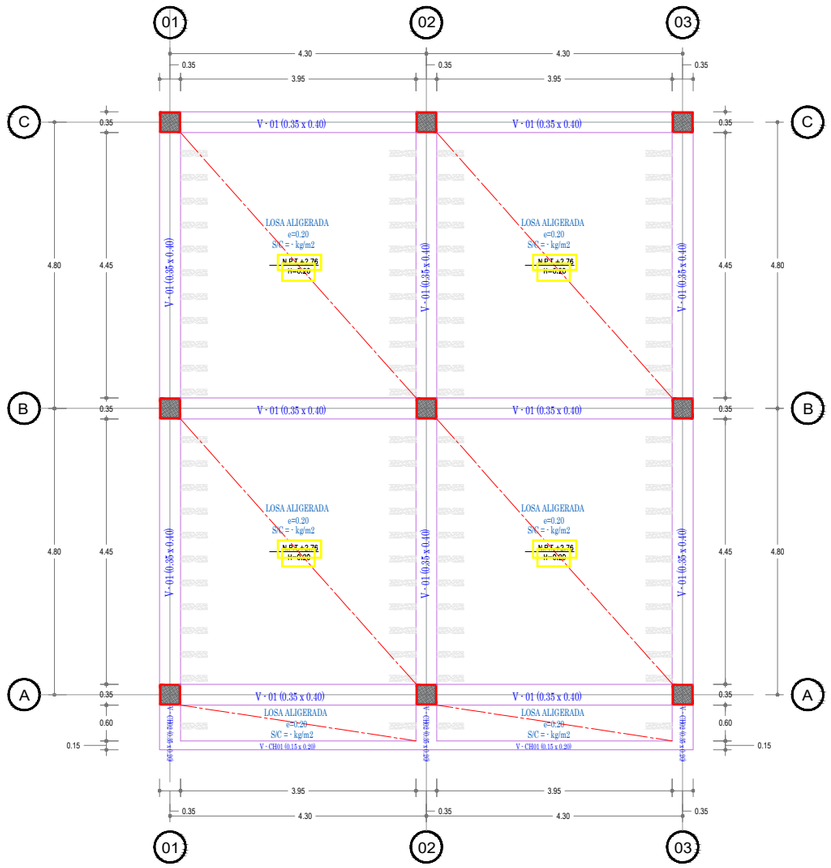
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30



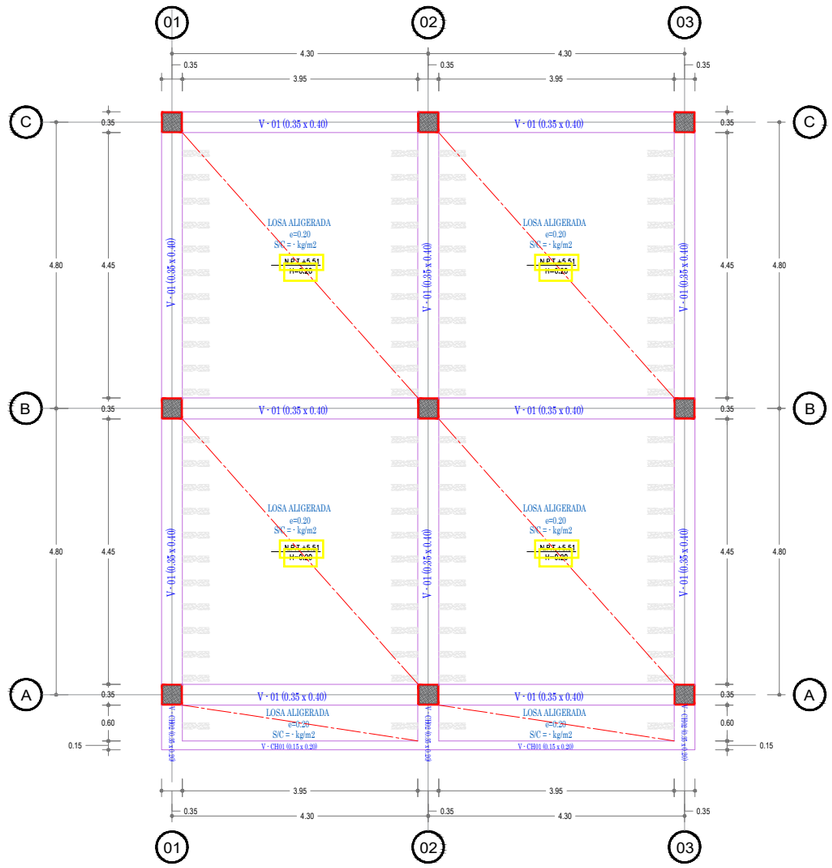
NOMENCLATURA TIPICA



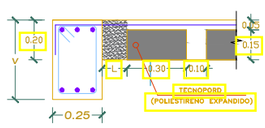
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)
ESC. 1/50



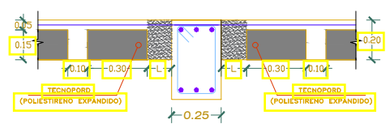
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Hilario Contoy Vargas

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LAS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

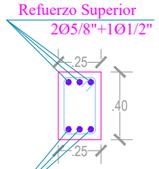
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-08

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

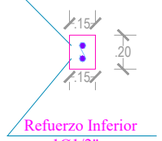
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

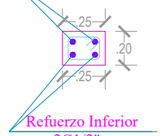
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

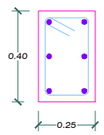
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

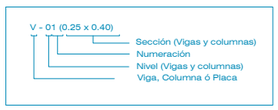
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

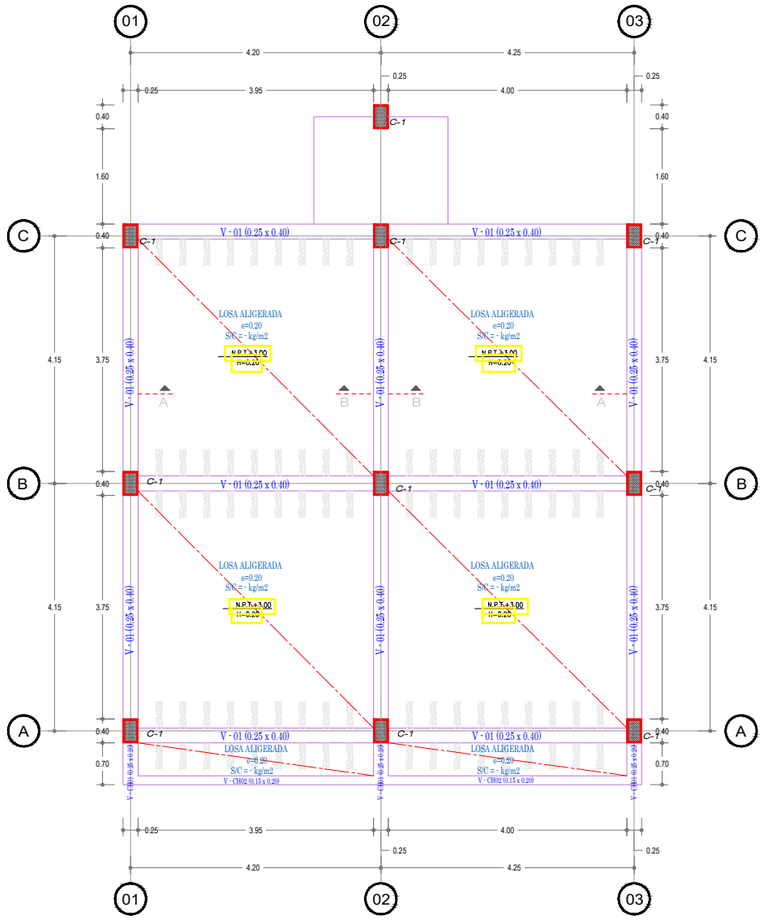


As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

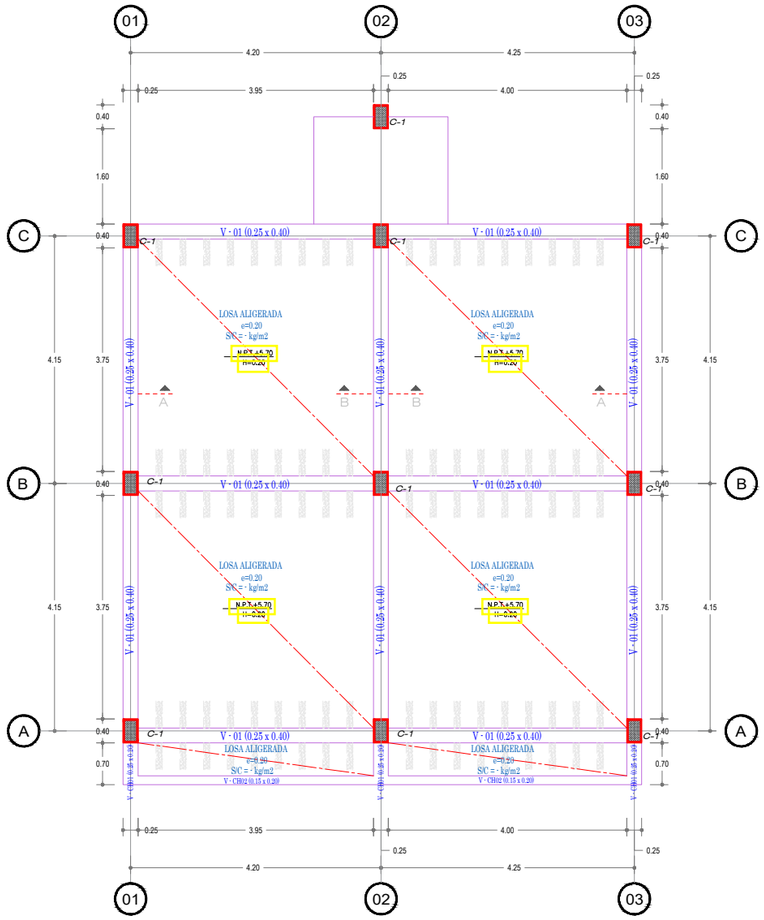
NOMENCLATURA TIPICA



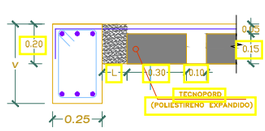
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



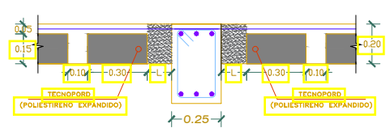
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Luis Cabrera Huallparimachi

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LAS FLORES
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

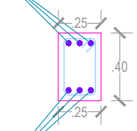
LAMINA : ES-09

FECHA : JULIO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

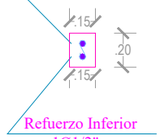
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

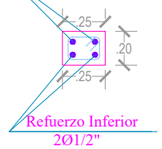
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

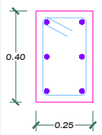
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

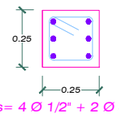
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)



As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

C-02(.25x.30)

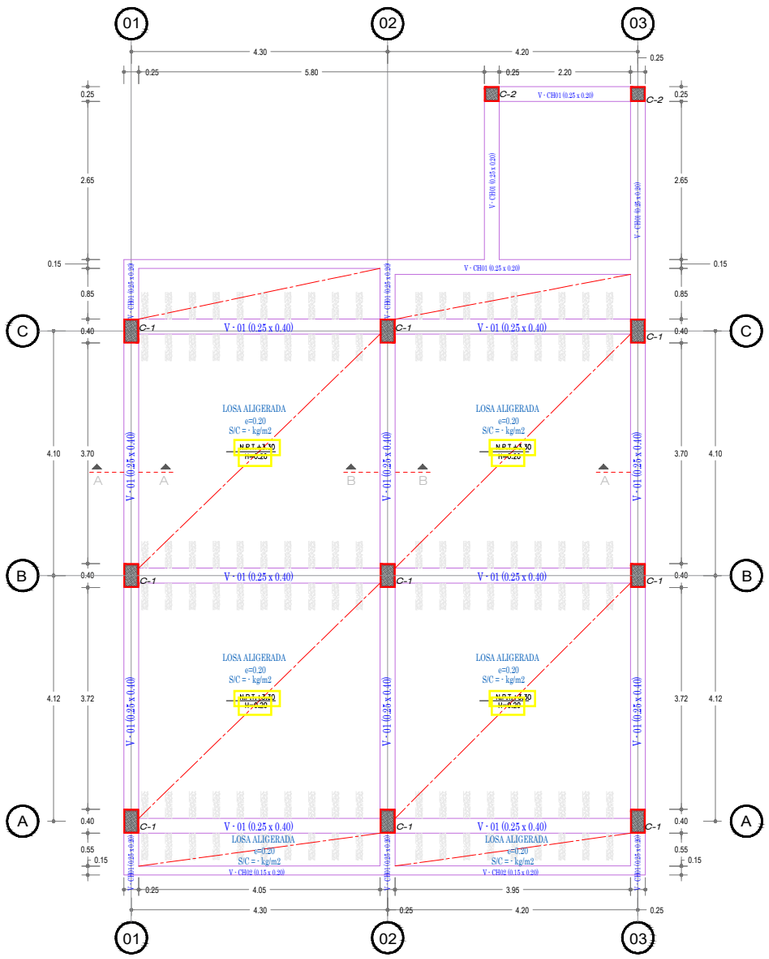


As= 4 Ø 1/2" + 2 Ø 3/8"

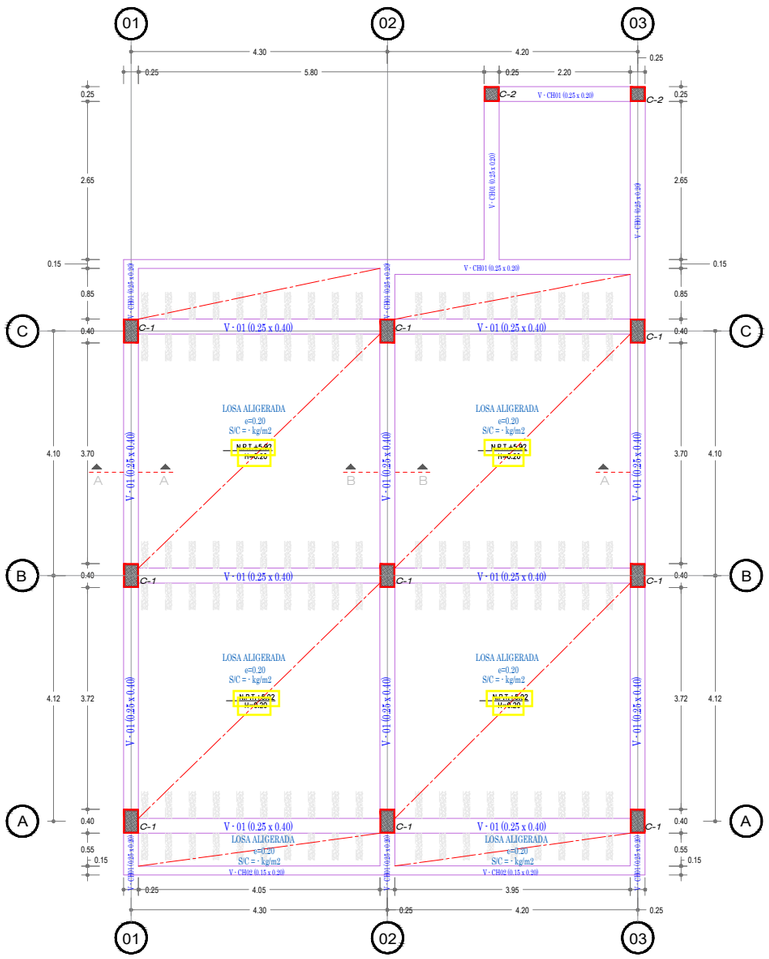
NOMENCLATURA TIPICA



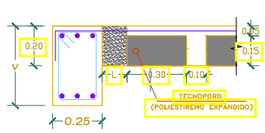
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



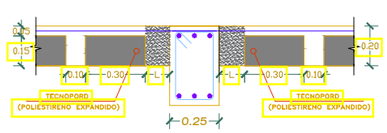
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACION :
"EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCION DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Mariano Purificacion Rayme Huaman

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR Av. CEMENTERIO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

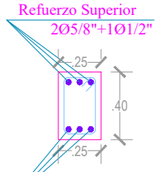
LAMINA : ES-10

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

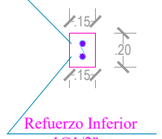
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

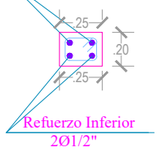
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

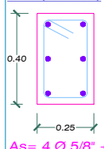
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

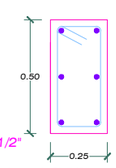
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)



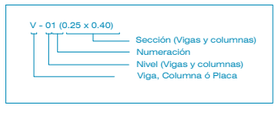
As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

C-02(.25x.50)

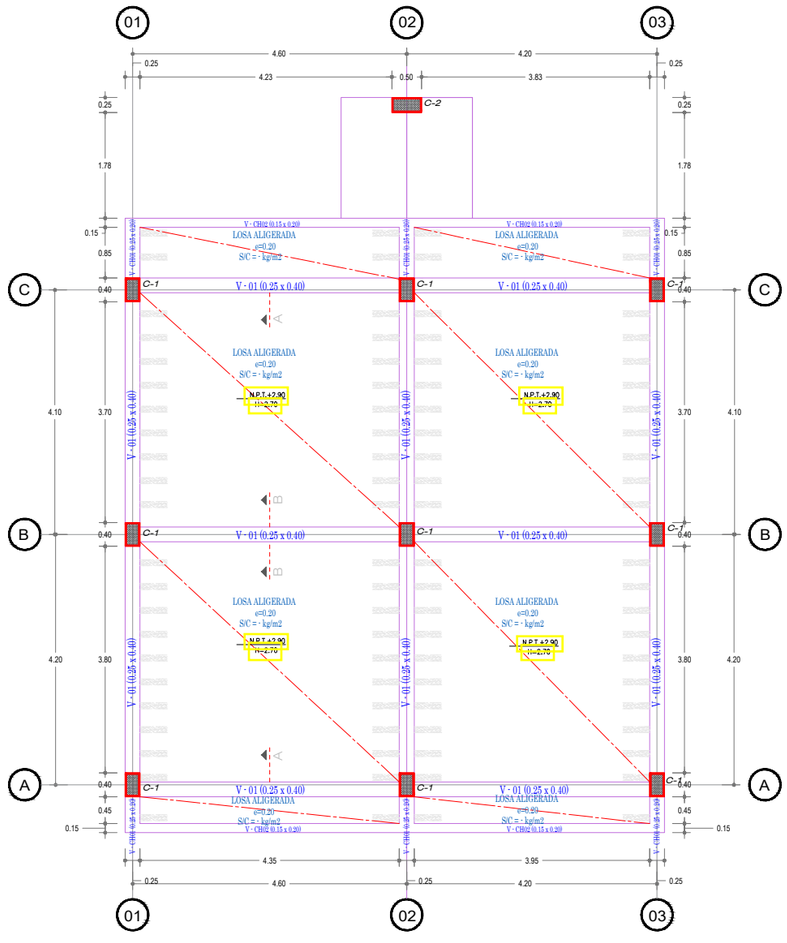


As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

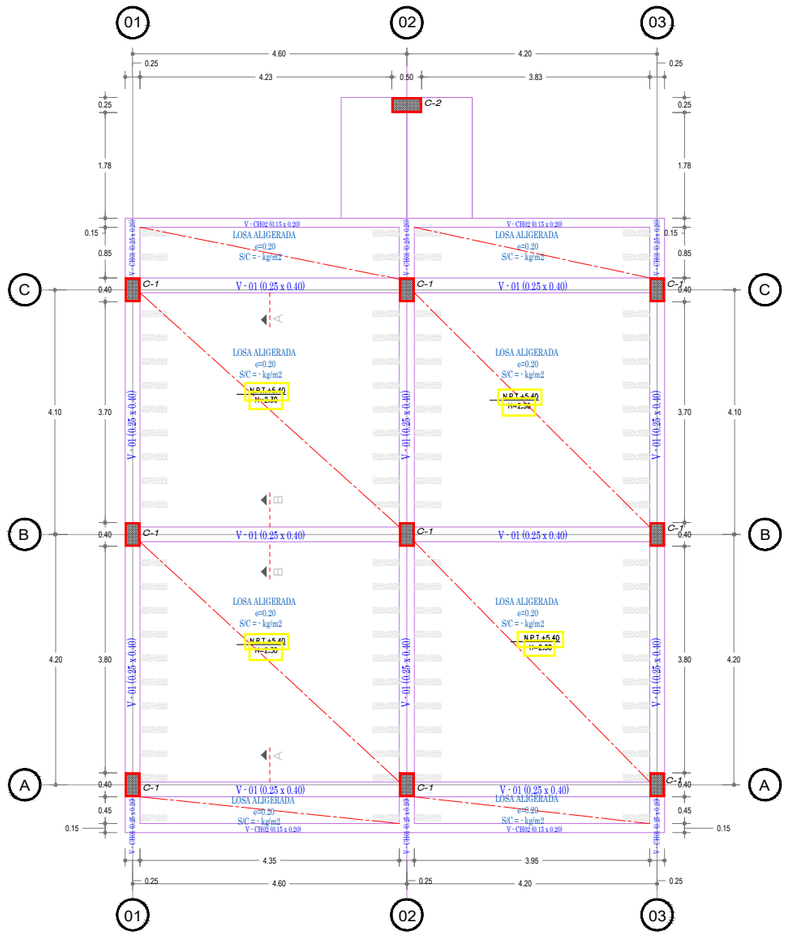
NOMENCLATURA TIPICA



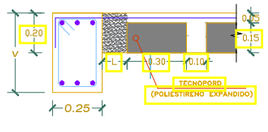
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



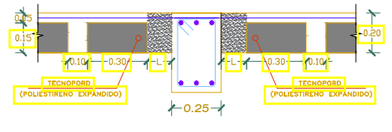
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Isabel Kcancha Mantilla

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

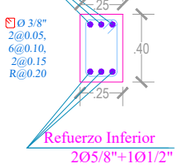
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-11

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

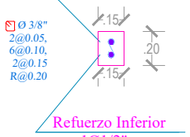
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

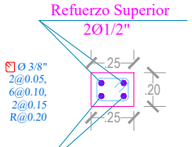
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

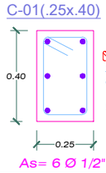
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

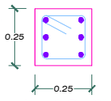
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)



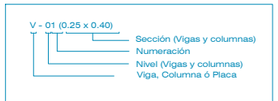
As= 6 Ø 1/2"

C-02(.25x.30)



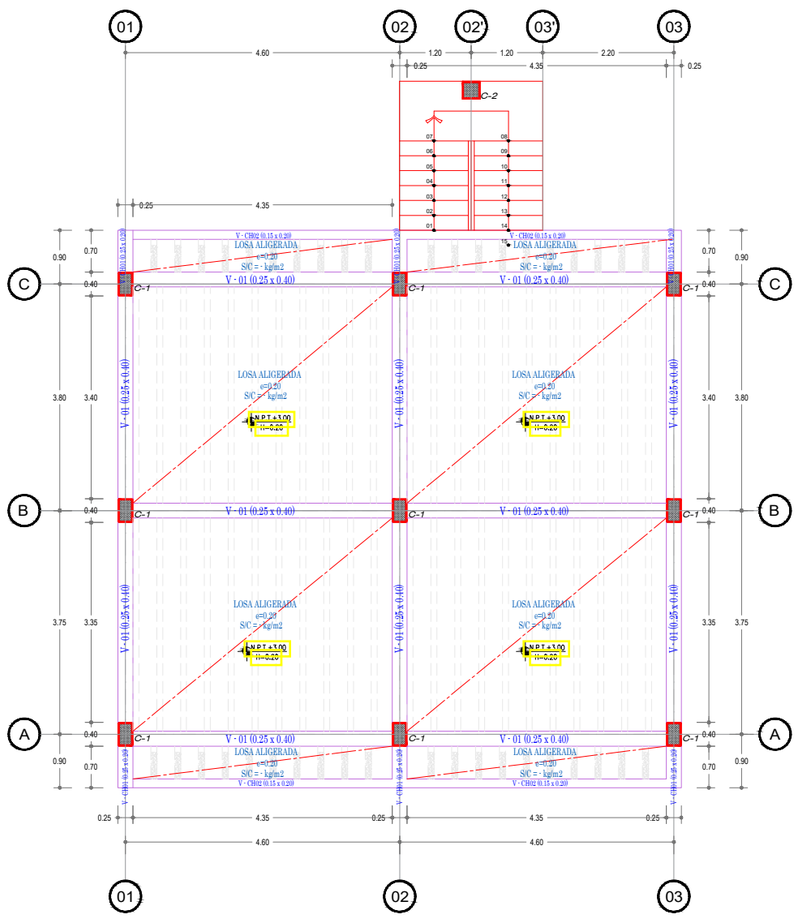
As= 6 Ø 1/2"

NOMENCLATURA TIPICA



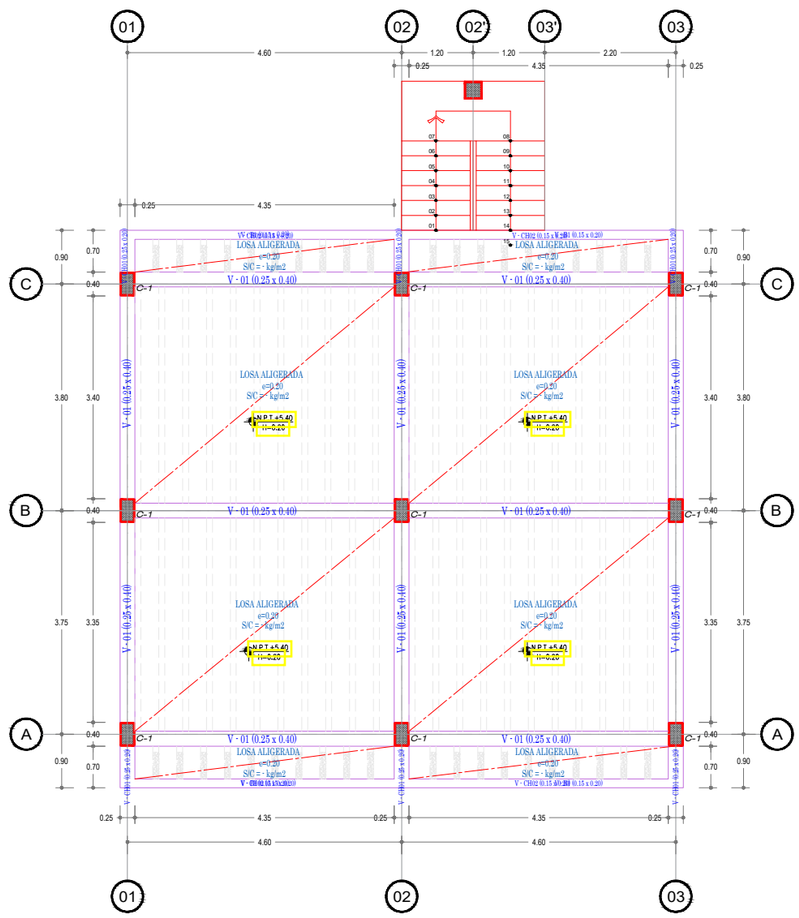
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL

S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)
ESC. 1/50

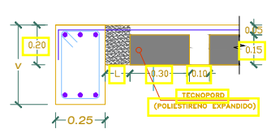


ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL

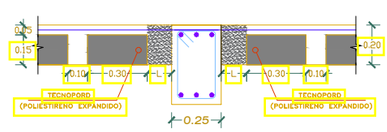
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Franklin Quispe Ramírez

UBICACIÓN :
SECTOR: SECTOR DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

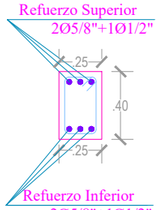
LAMINA : ES-12

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

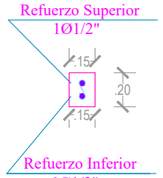
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

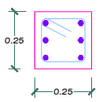
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

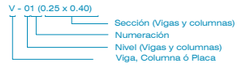
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

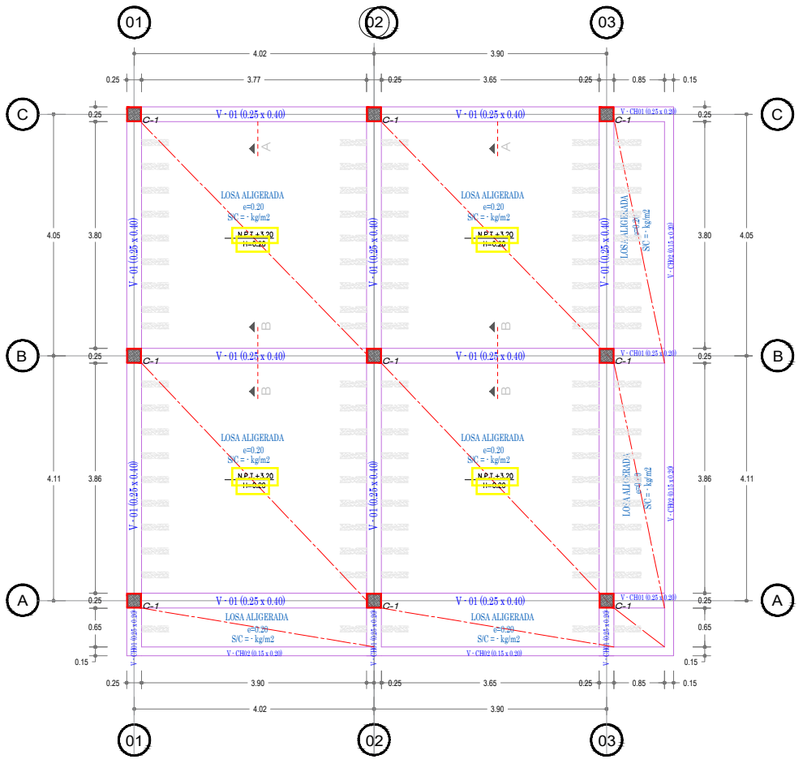


As= 4 Ø 1/2" + 2 Ø 5/8"

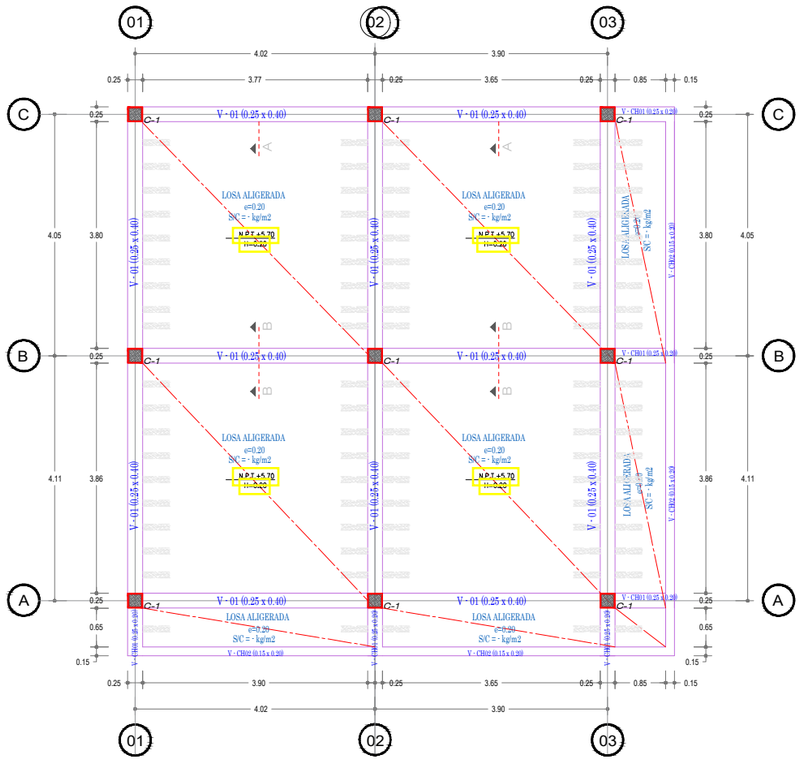
NOMENCLATURA TIPICA



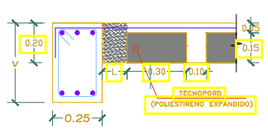
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50



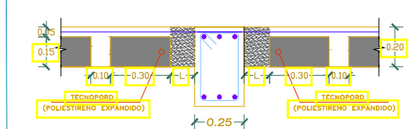
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC.1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Richard Polo Mescco

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

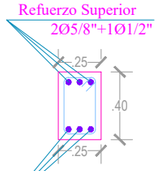
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-13

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

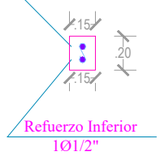
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

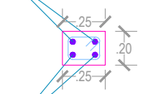
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

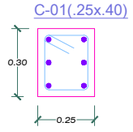
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

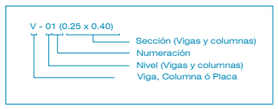
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)



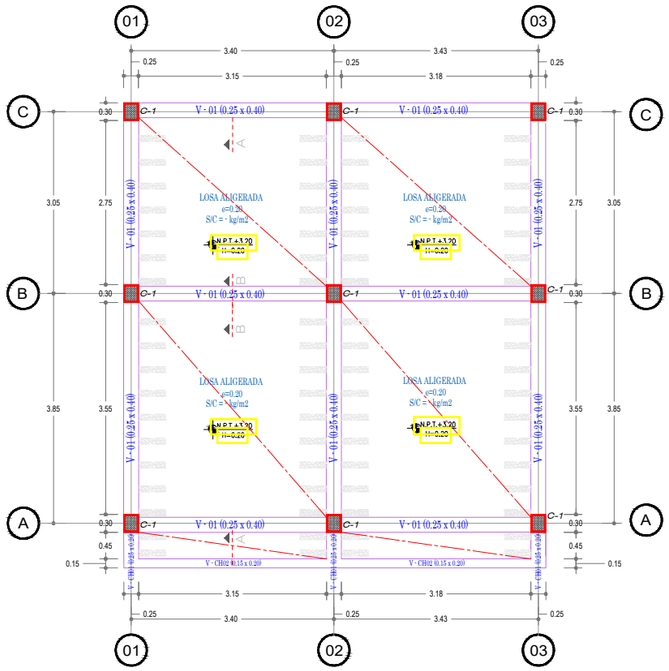
As= 6 Ø 1/2"

NOMENCLATURA TIPICA



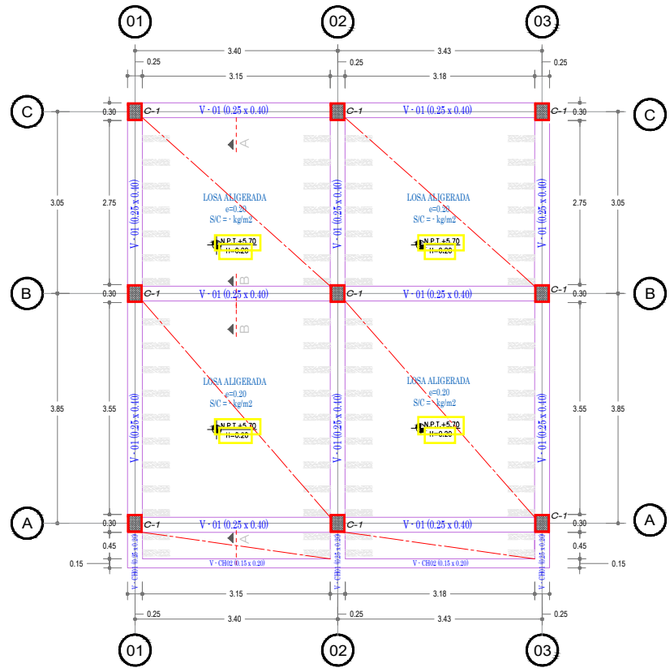
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL

S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC. 1/50

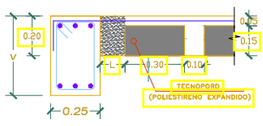


ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL

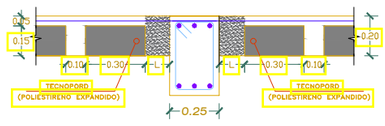
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras) ESC.1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Lucy Huallpanimachi Castillo

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

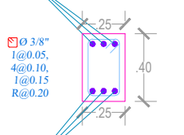
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-14

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

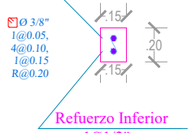
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

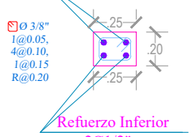
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

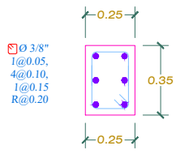
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

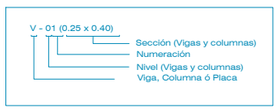
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.35)

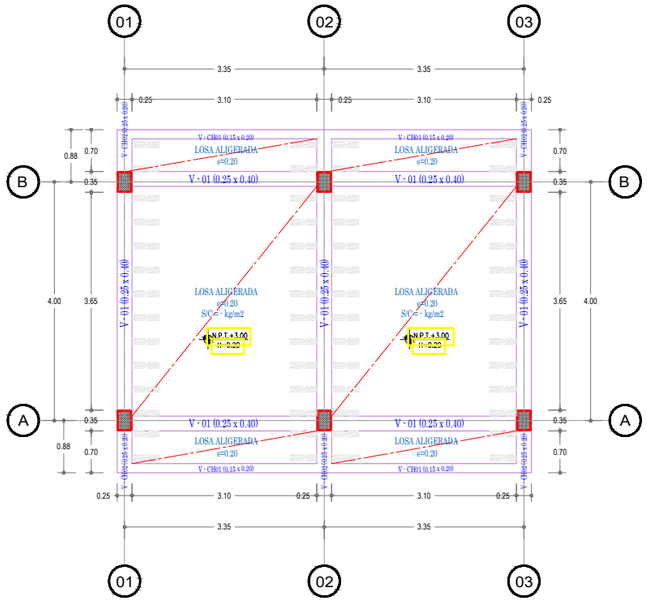


As= 6 Ø 1/2"

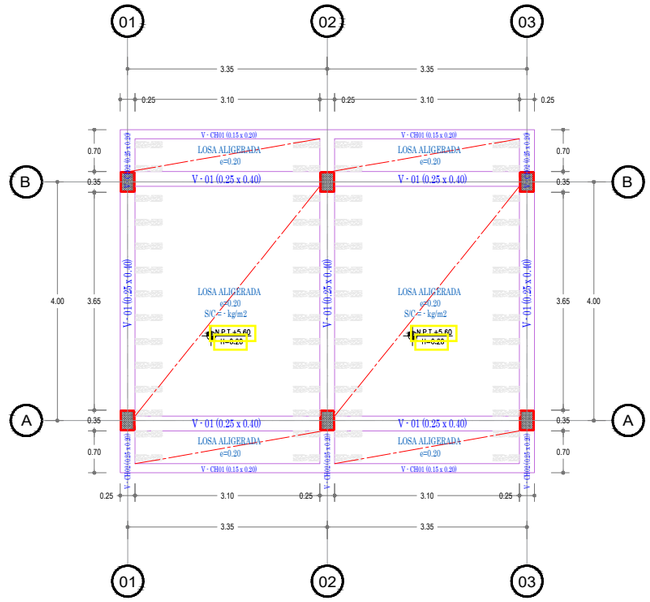
NOMENCLATURA TIPICA



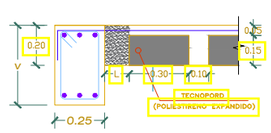
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



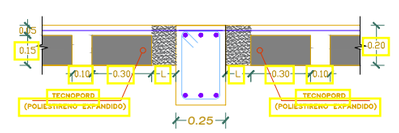
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Hector Ojeda Maruri

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDRO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

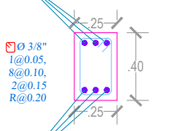
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-15

DETALLE DE VIGAS ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

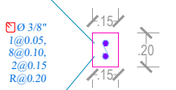
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

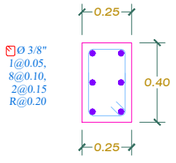
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

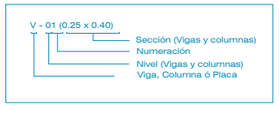
DETALLE DE COLUMNAS ESC. 1/30

C-01(.25x.40)



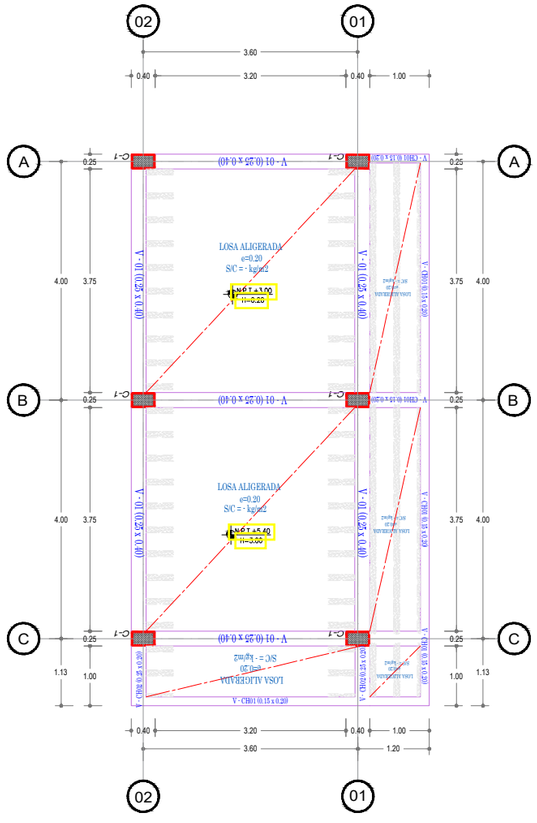
As= 6 Ø 1/2"

NOMENCLATURA TIPICA



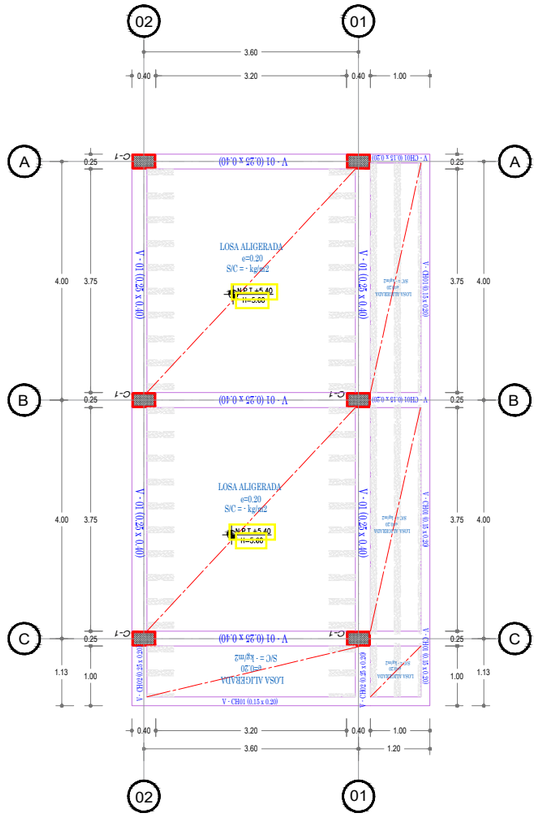
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL

ESC. 1/50



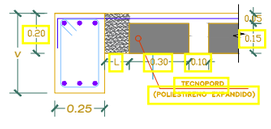
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL

ESC. 1/50



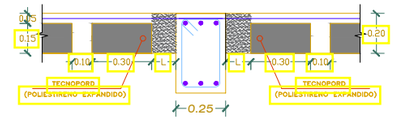
DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A

ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B

ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Edwin Mescco

UBICACIÓN :
SECTOR: URBANIZACION LOS OLIVOS - SECTOR DE COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

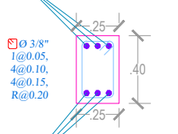
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-16

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

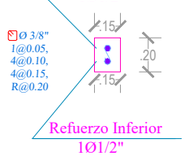
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

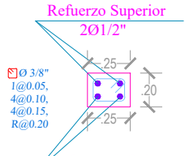
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

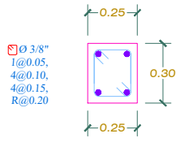
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

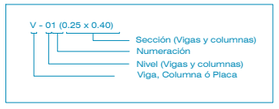
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

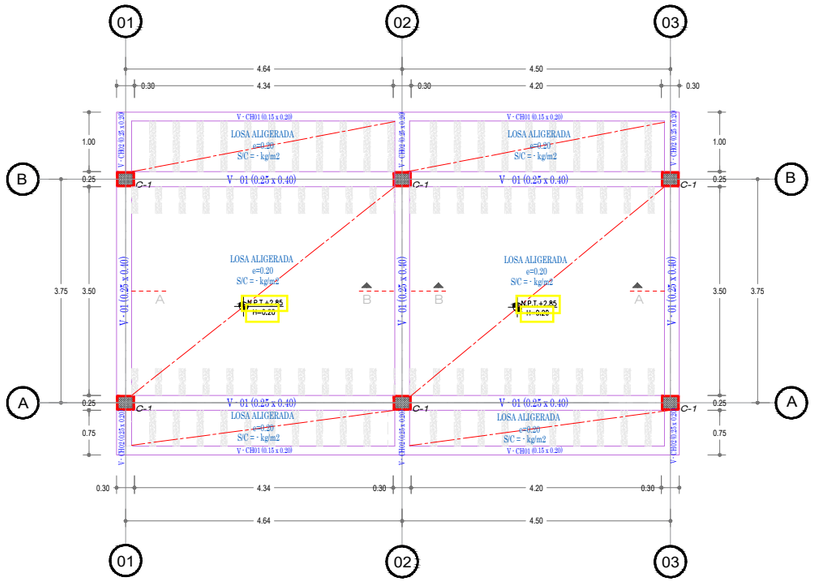


As= 4 Ø 1/2"

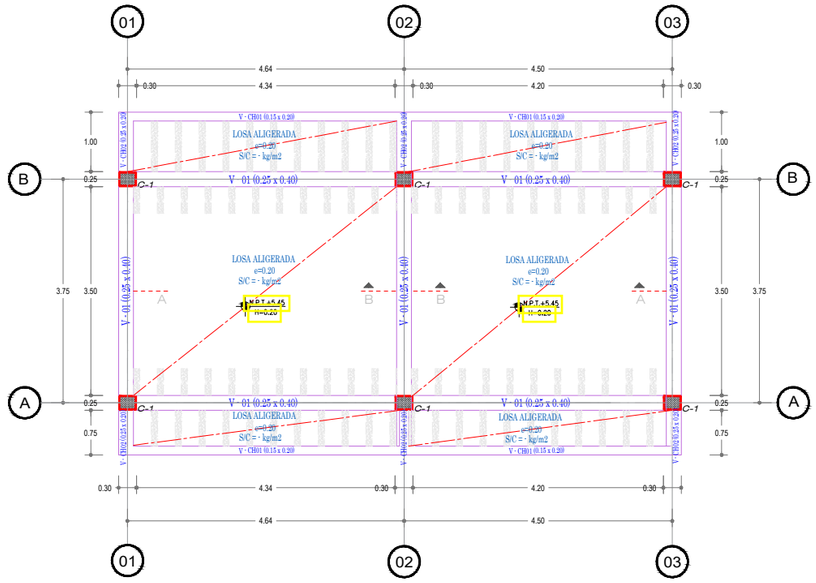
NOMENCLATURA TIPICA



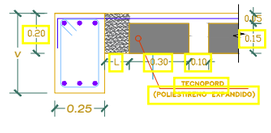
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



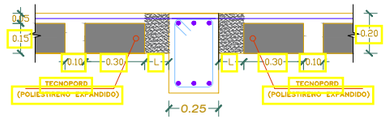
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Basilia Pumasupa Accostupa
Vda. de Vargas

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

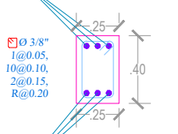
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-17

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

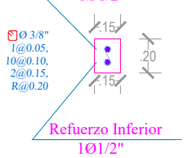
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

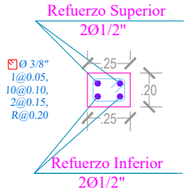
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

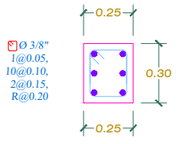
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

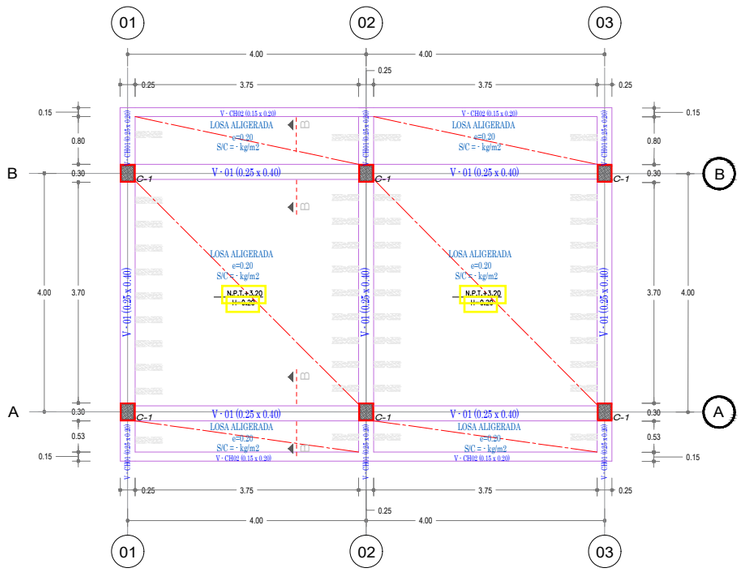


As= 6 Ø 1/2"

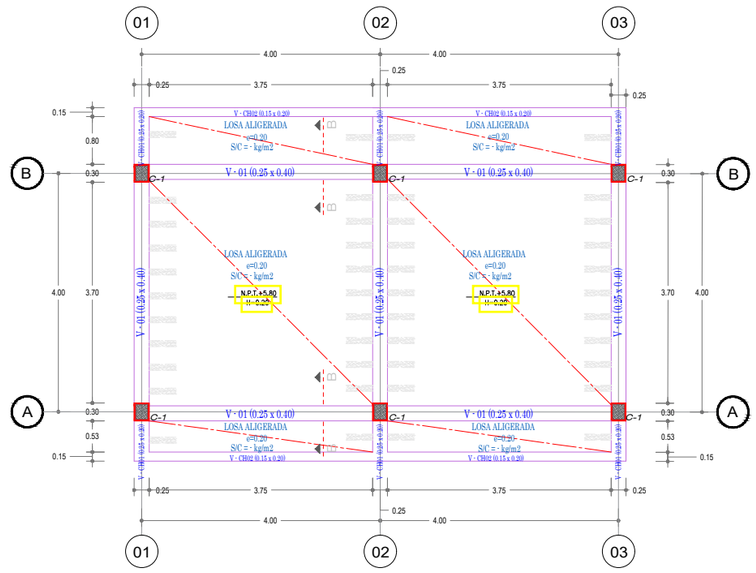
NOMENCLATURA TIPICA



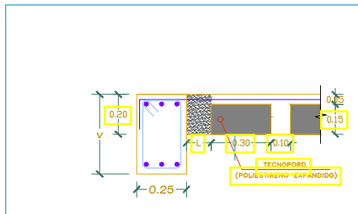
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



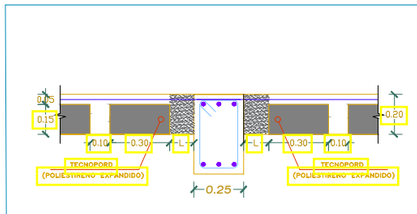
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Ernestina Leiva Rocca

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR HUANCARPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

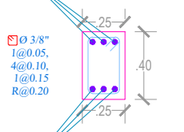
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-18

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

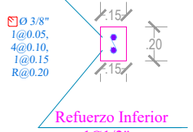
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH02(.15x.20)

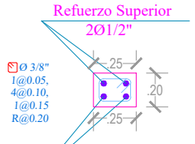
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH01(.25x.20)

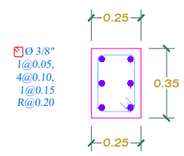
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

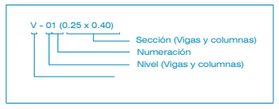
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

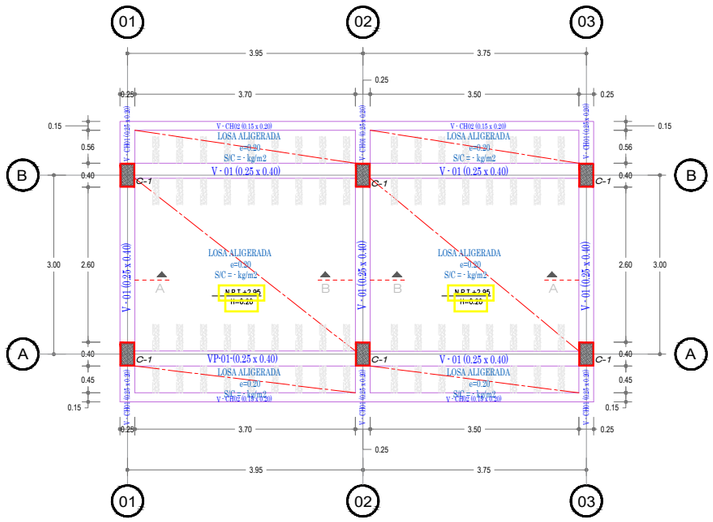


As= 6 Ø 1/2"

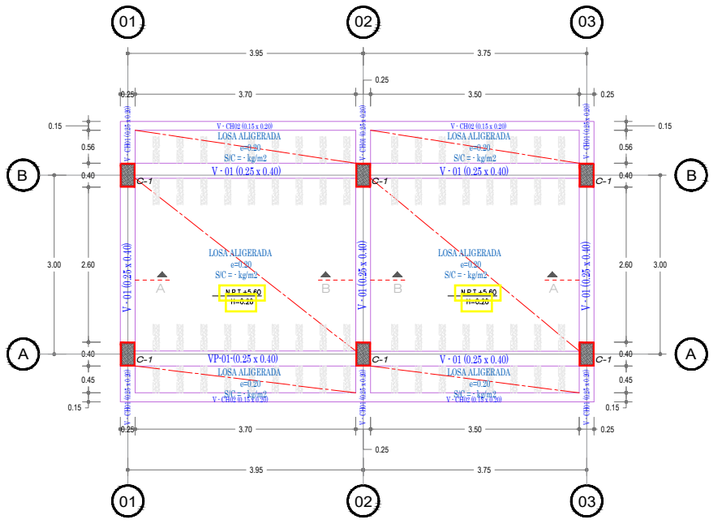
NOMENCLATURA TIPICA



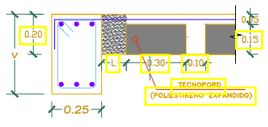
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



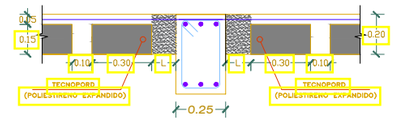
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Hernán Carlos Legula Estrada

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACIÓN LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

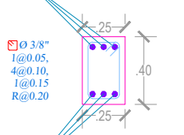
LAMINA : ES-19

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

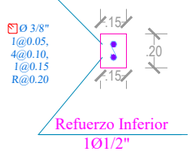
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

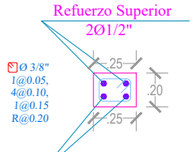
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

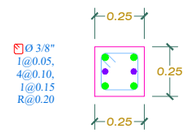
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

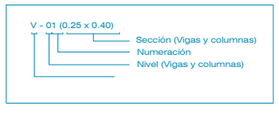
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.25)

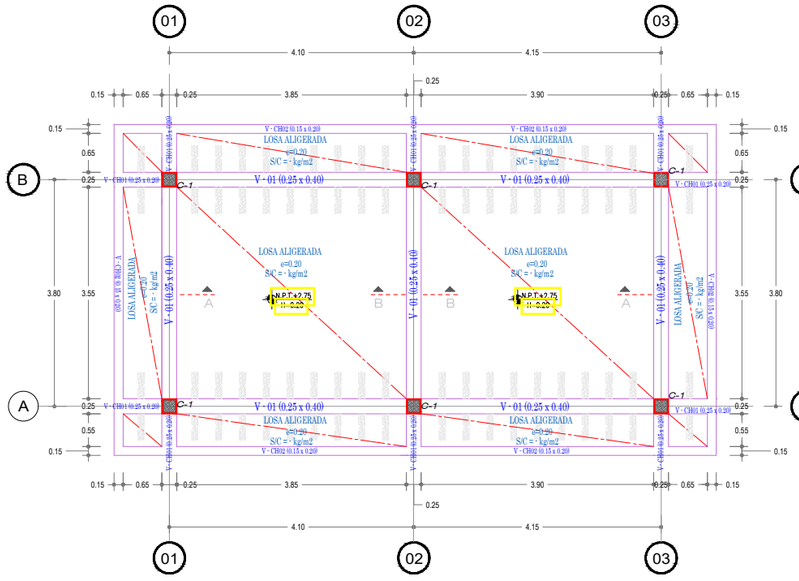


As= 4 Ø 1/2"+2 Ø 3/8"

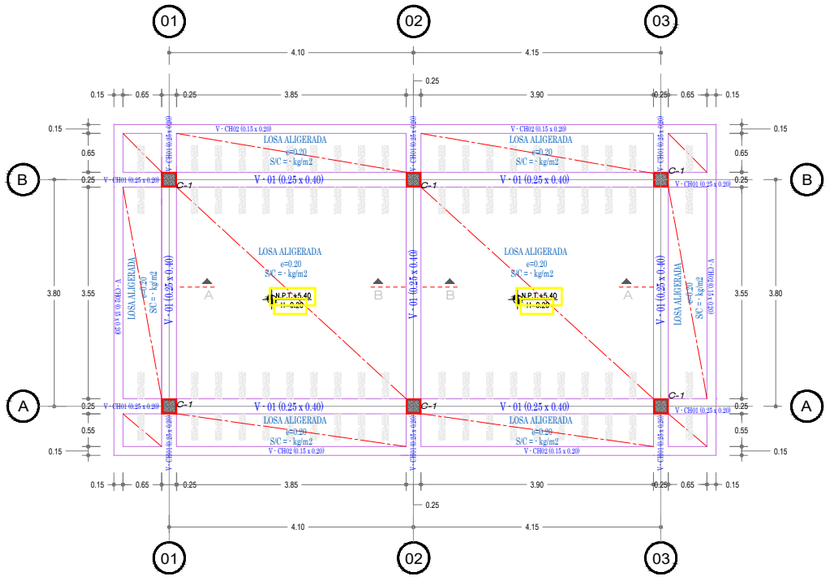
NOMENCLATURA TIPICA



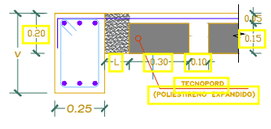
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



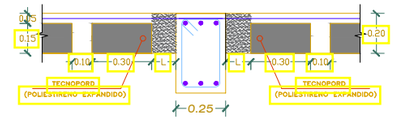
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Alicia Ojeda Saloma

UBICACIÓN :
SECTOR: URBANIZACION LOS CANCHACOS
LOCALIDAD: CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS CANCHACOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

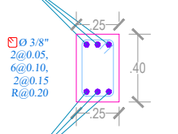
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-20

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

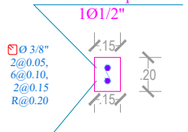
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

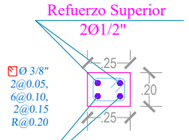
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

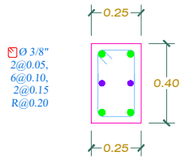
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

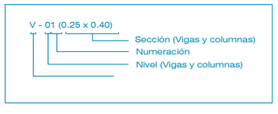
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

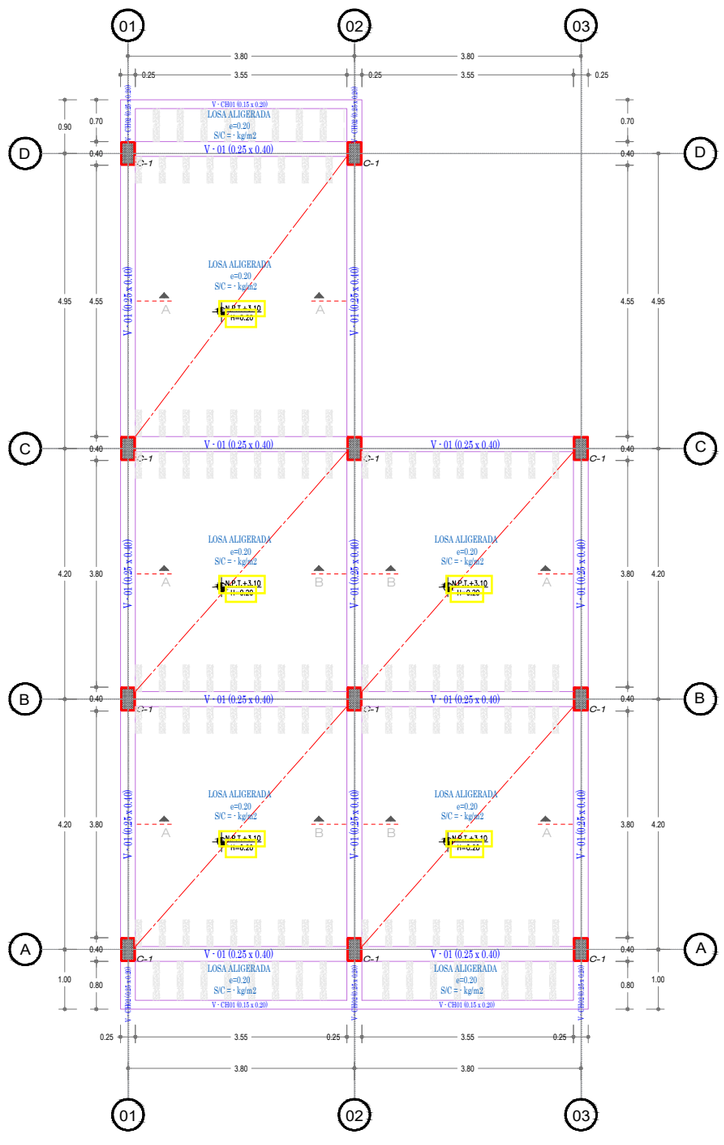


As= 4 Ø 5/8"+2 Ø 1/2"

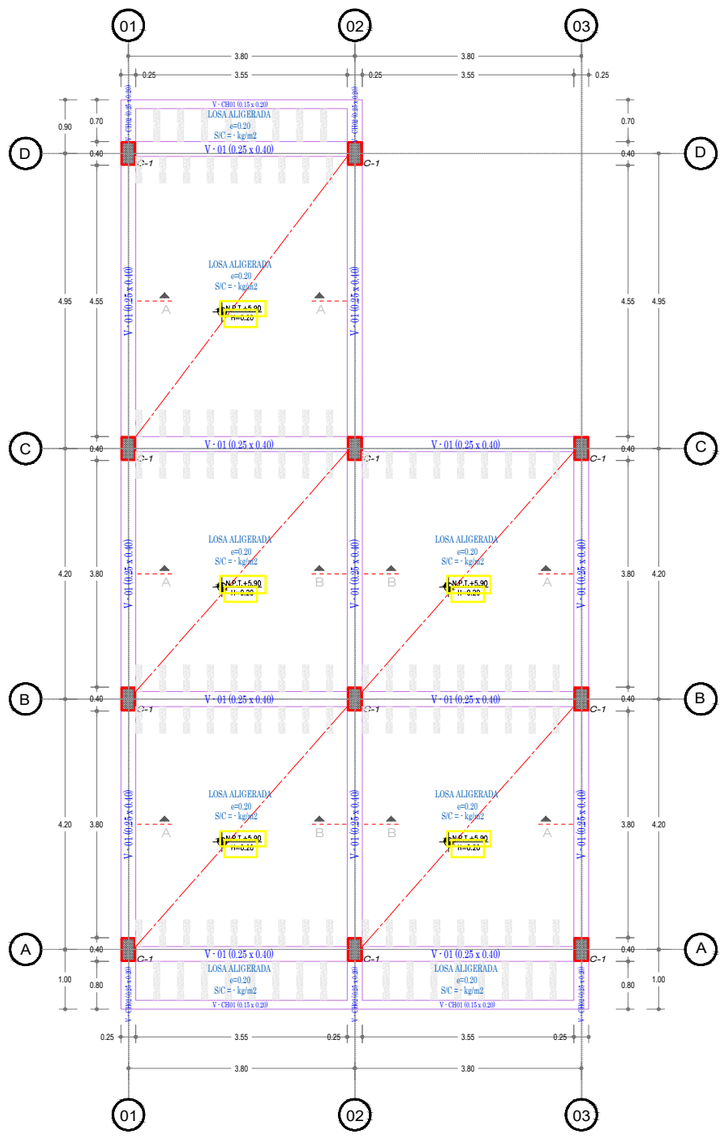
NOMENCLATURA TIPICA



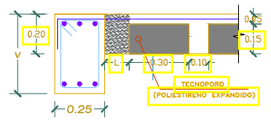
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



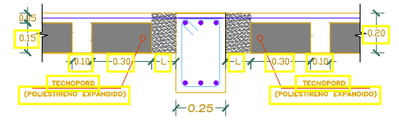
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Pascual Cusirimay Huallparimachi

UBICACIÓN :
SECTOR URBANIZACIÓN LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946

Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

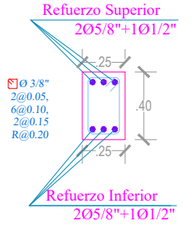
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

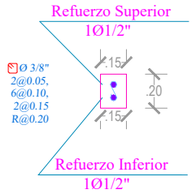
LAMINA : ES-21

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

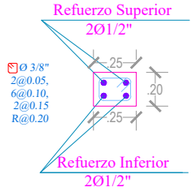
V-01(.25x.40)



V-CH01(.15x.20)

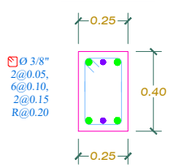


V-CH02(.25x.20)



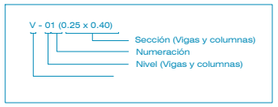
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

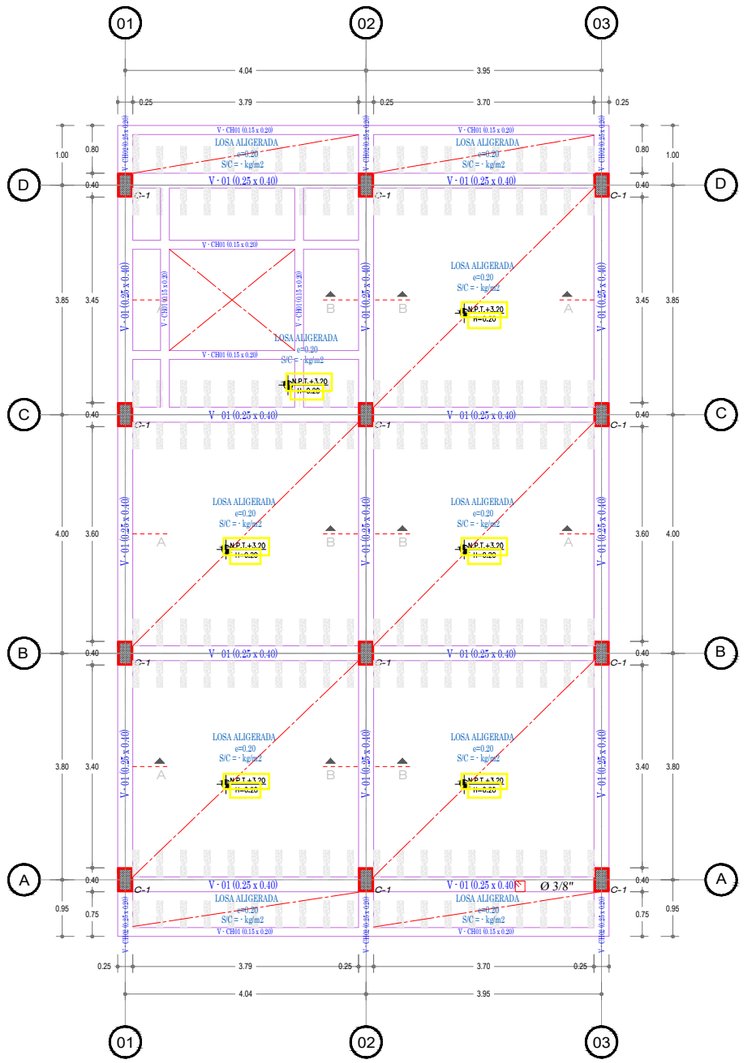


As= 4 Ø 5/8"+2 Ø 1/2"

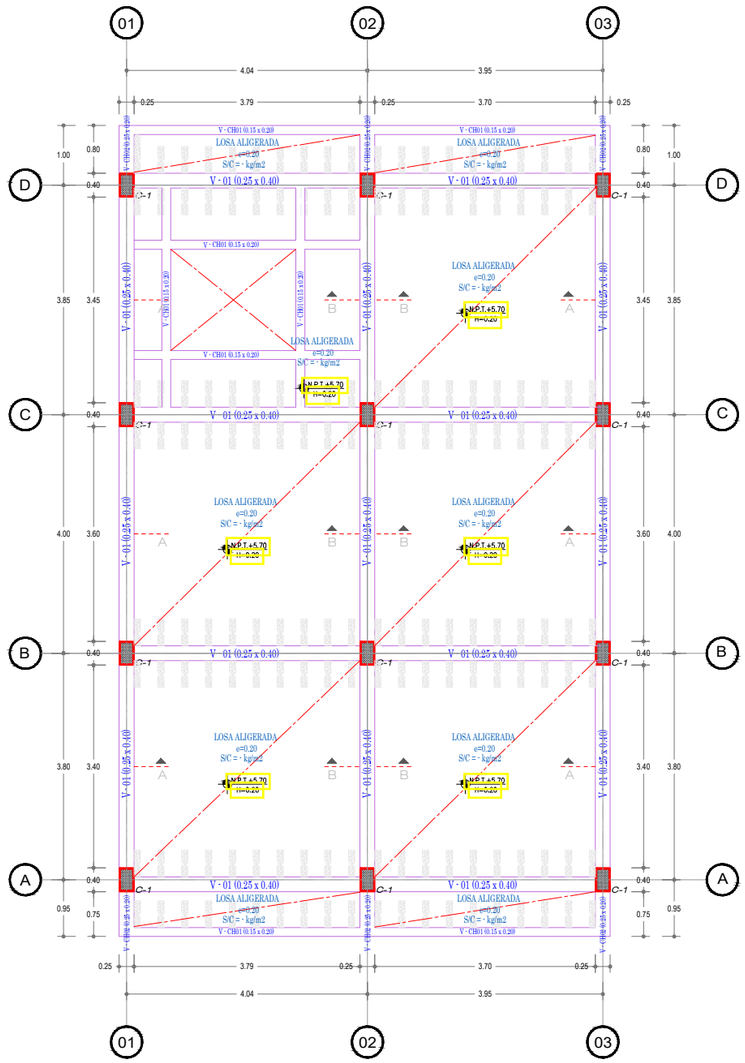
NOMENCLATURA TIPICA



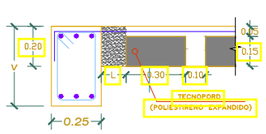
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



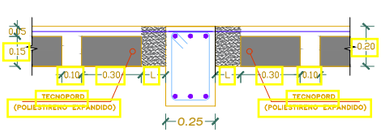
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Irma Isabel Manilla Villa

UBICACIÓN :
LOS LICENCIADOS - CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

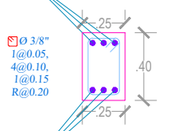
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-22

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

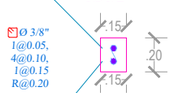
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

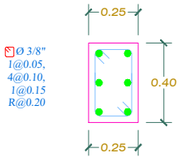
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

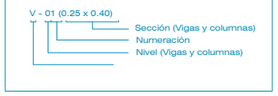
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

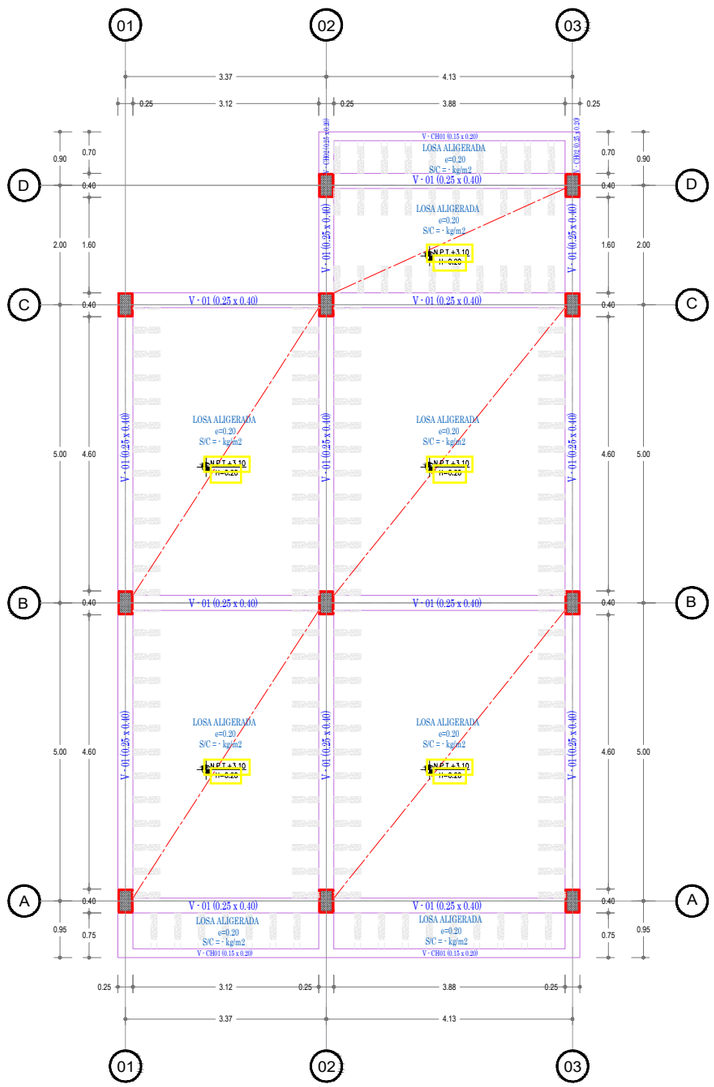


As= 6 Ø 5/8"

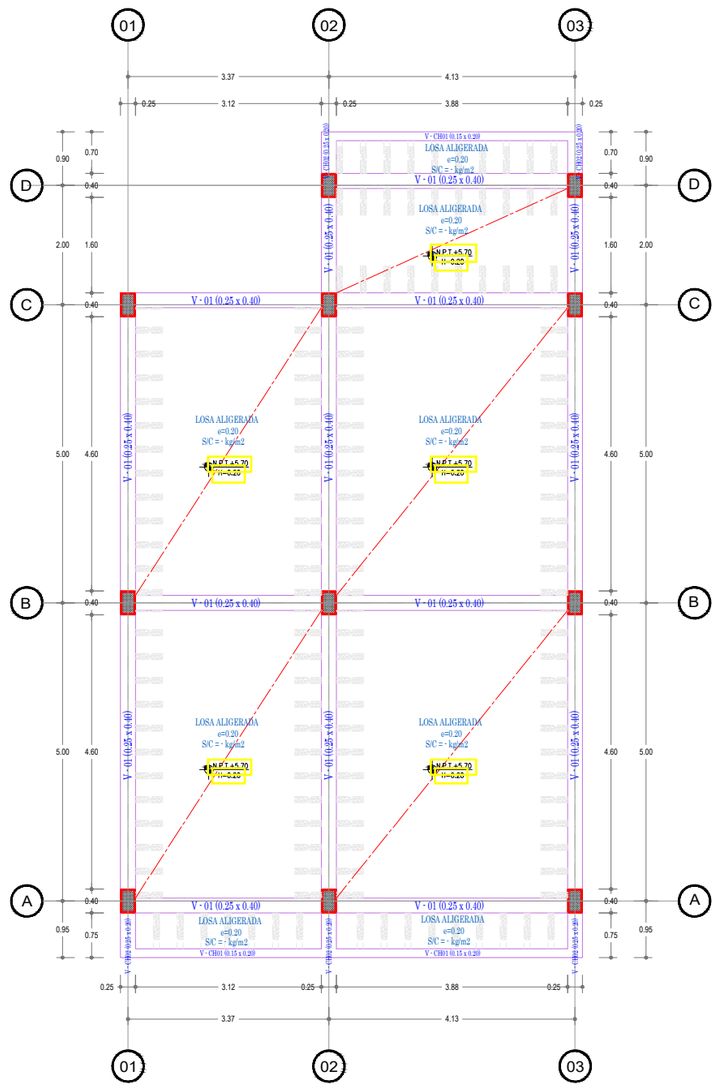
NOMENCLATURA TIPICA



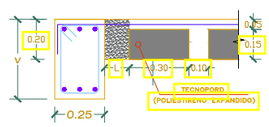
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



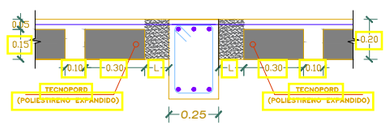
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCION DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Arturo Phuyo

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

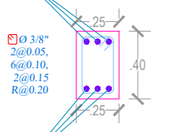
LAMINA : ES-23

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

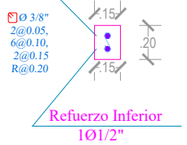
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

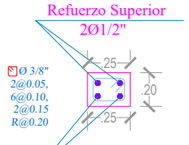
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

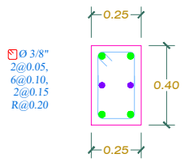
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

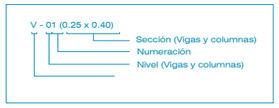
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

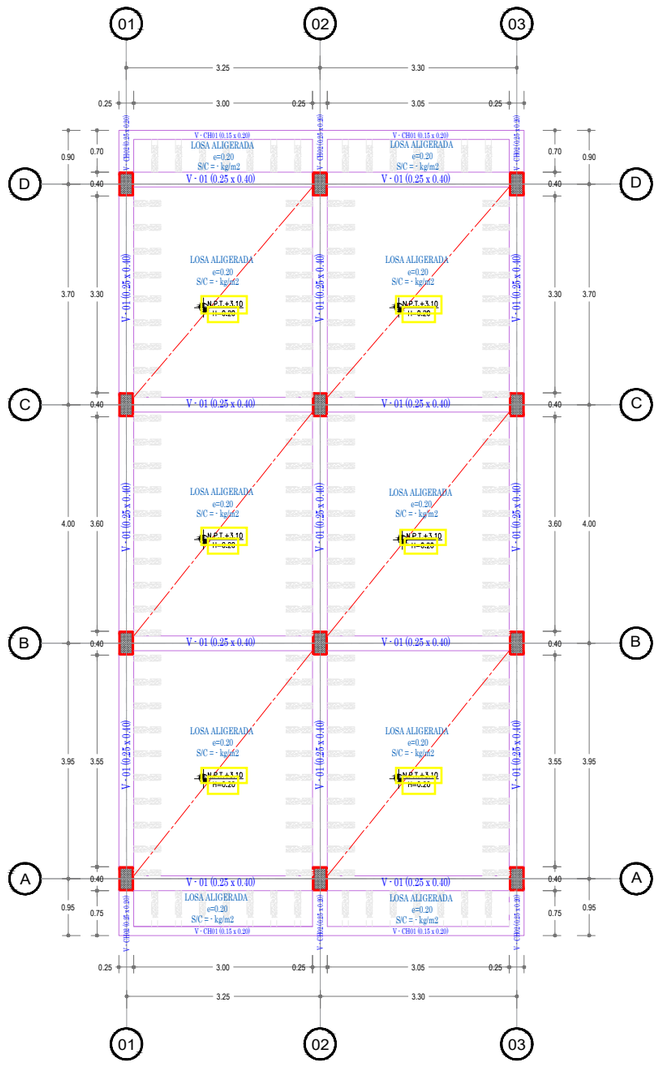


As= 4 Ø 5/8"+2 Ø 1/2"

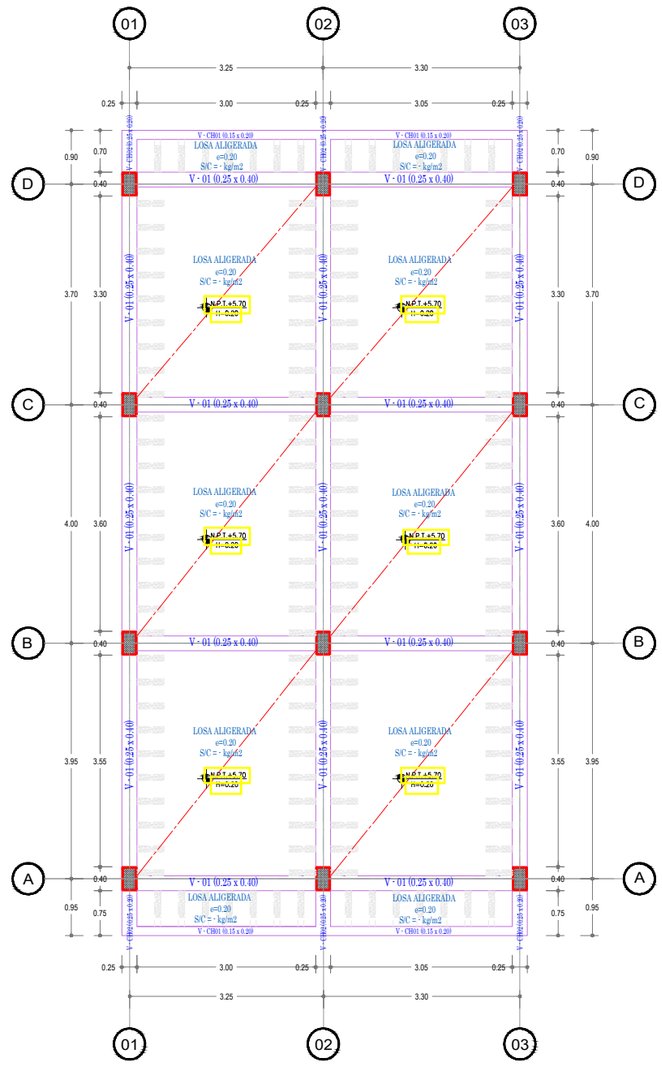
NOMENCLATURA TIPICA



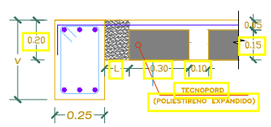
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



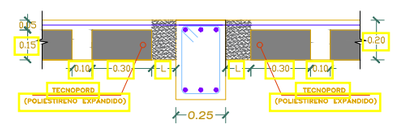
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Juana Huillca

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

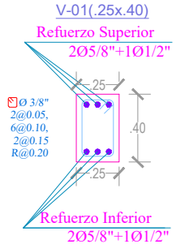
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

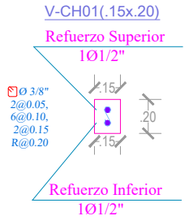
LAMINA : ES-24

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

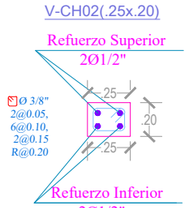
V-01(.25x.40)



V-CH01(.15x.20)

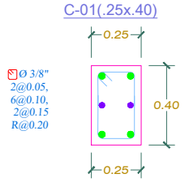


V-CH02(.25x.20)



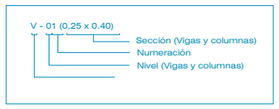
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

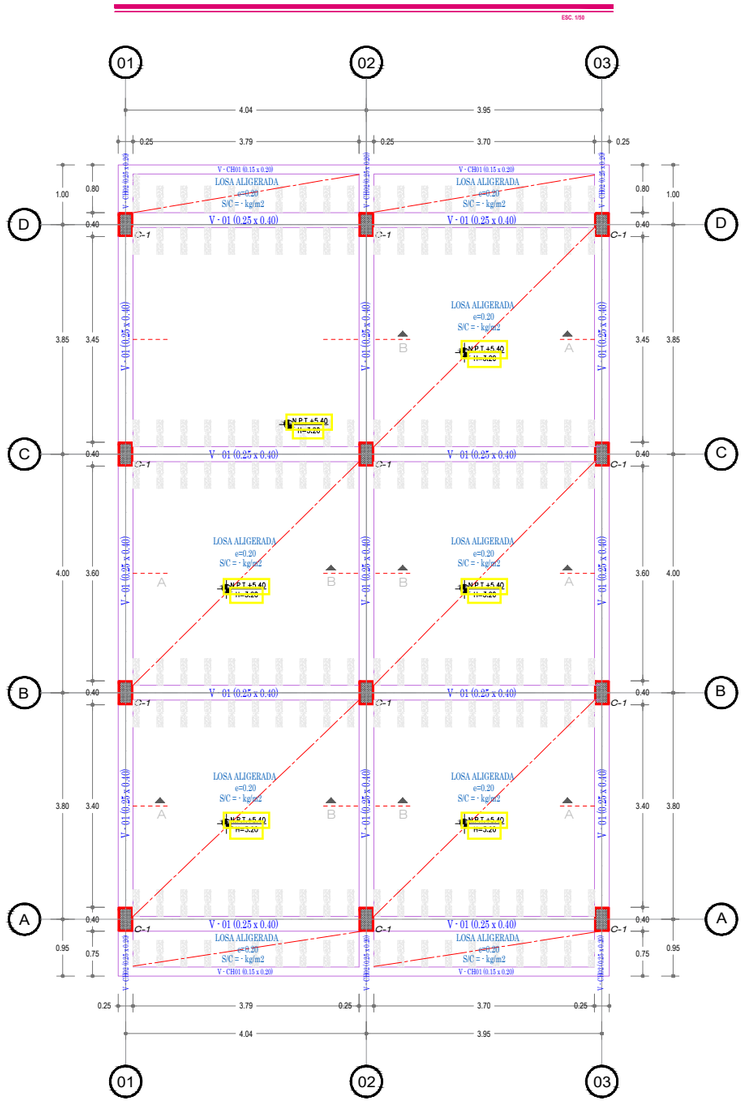


As= 4 Ø 5/8"+2 Ø 1/2"

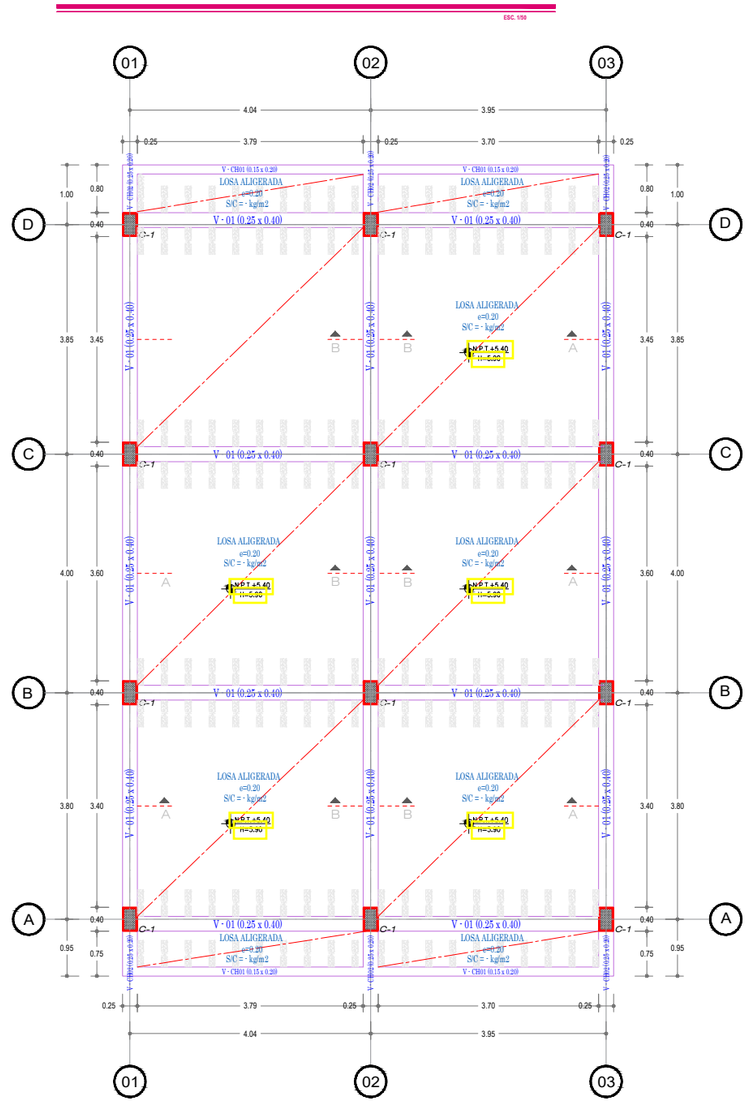
NOMENCLATURA TIPICA



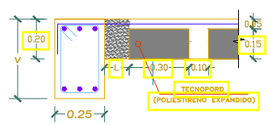
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL



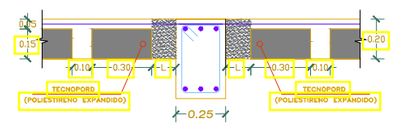
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Alicia Mantilla Villa

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

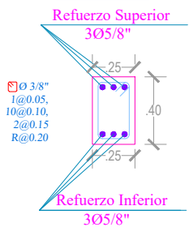
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

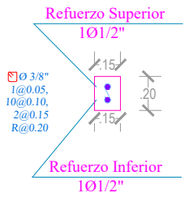
LAMINA : ES-25

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

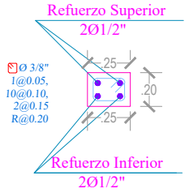
V-01(.25x.40)



V-CH01(.15x.20)

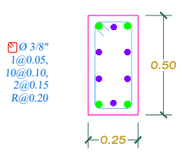


V-CH02(.25x.20)



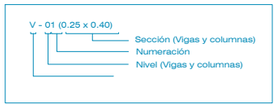
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.50)

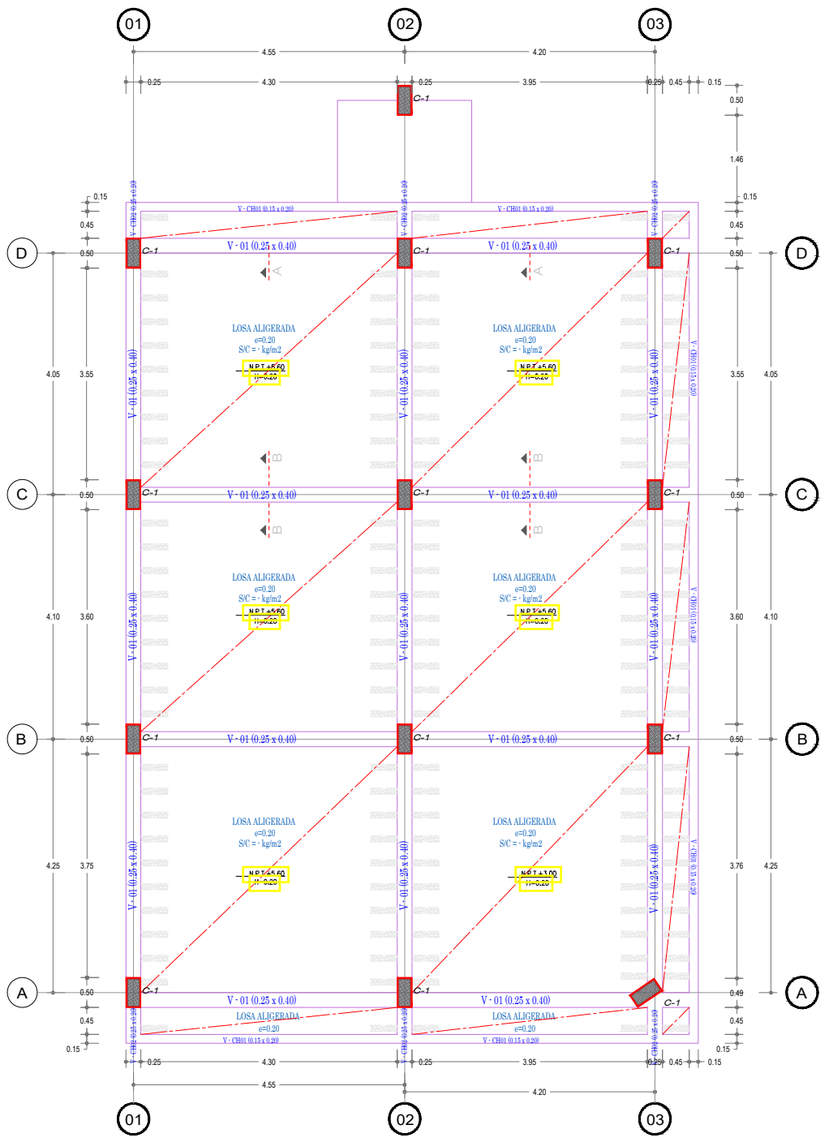


As= 4 Ø 5/8"+4 Ø 1/2"

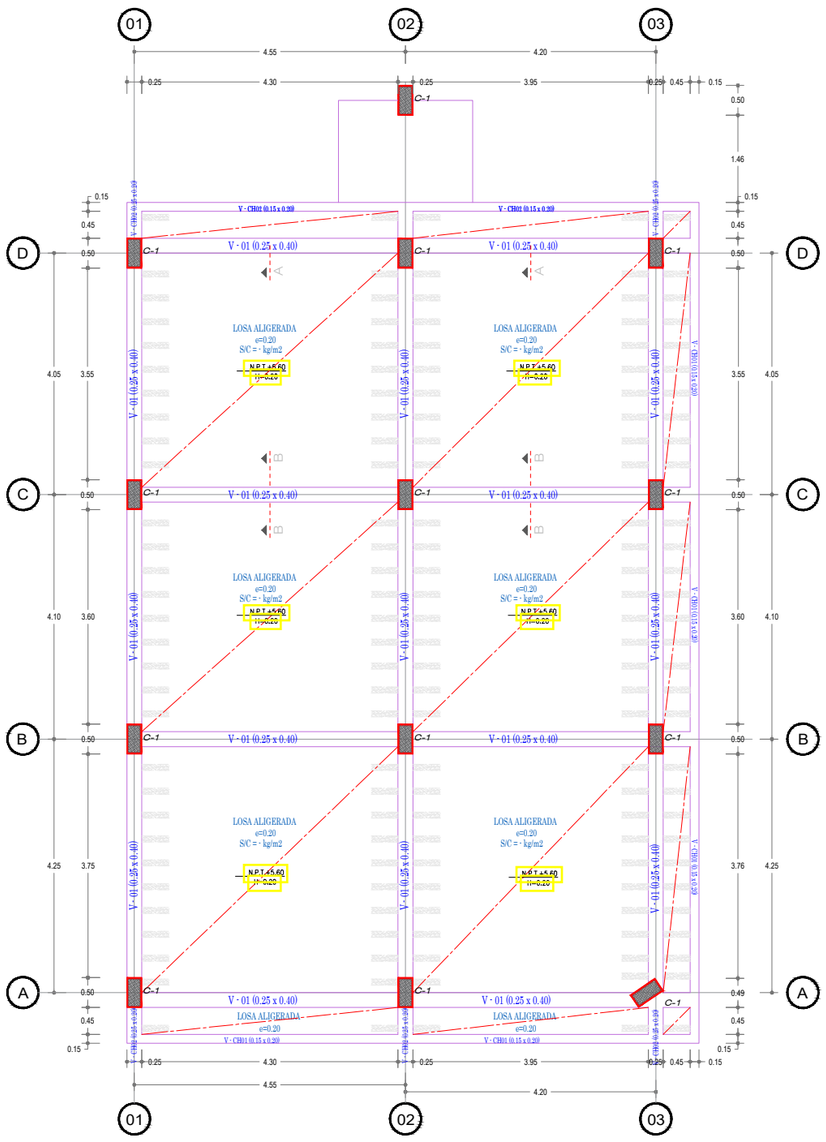
NOMENCLATURA TIPICA



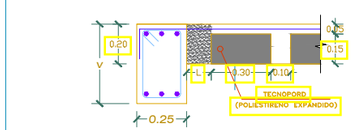
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



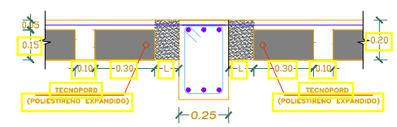
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Juan Francisco Hullca Cusi

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LAS FLORES
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

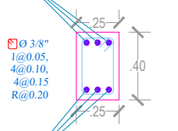
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-26

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

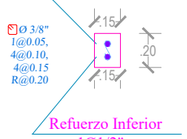
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

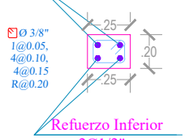
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

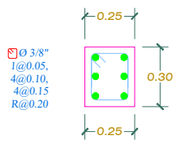
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

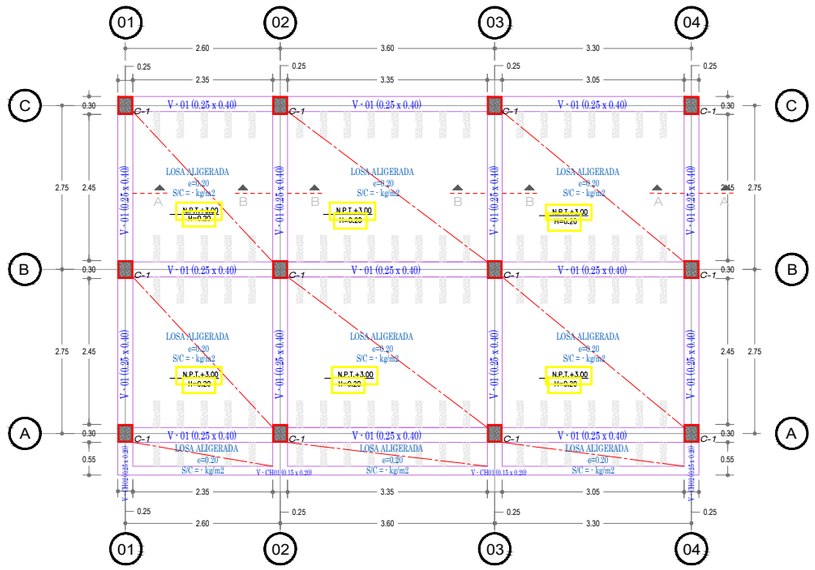


As= 6 Ø 1/2"

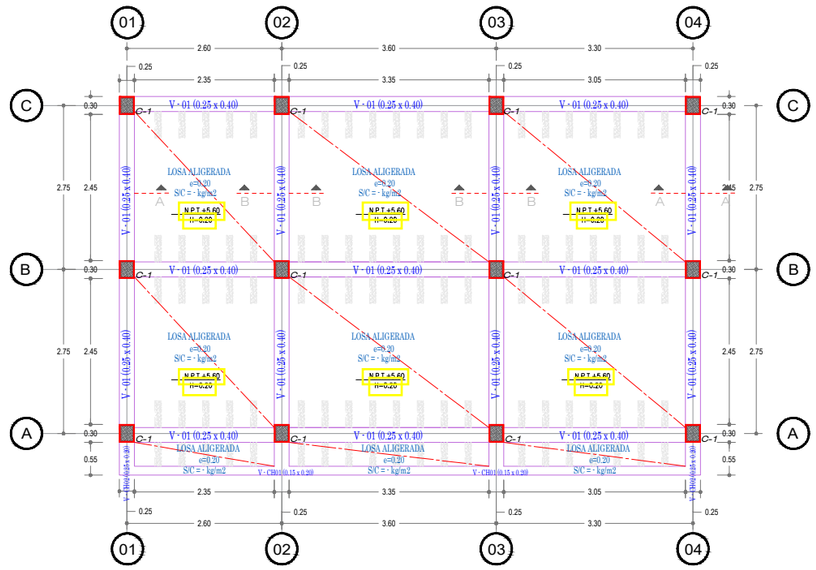
NOMENCLATURA TIPICA



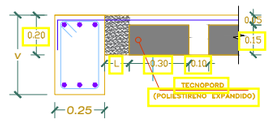
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



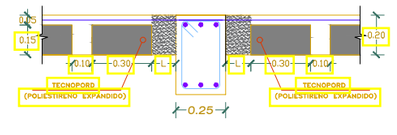
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Pepe Huallparimachi Huaman

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR HUACAMPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

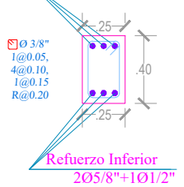
LAMINA : ES-27

FECHA : AGOSTO 2024

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

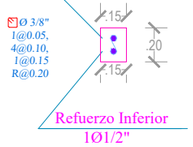
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

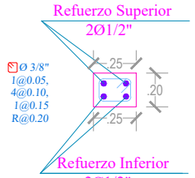
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

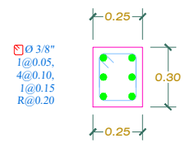
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

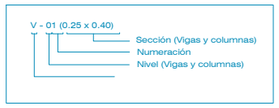
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)



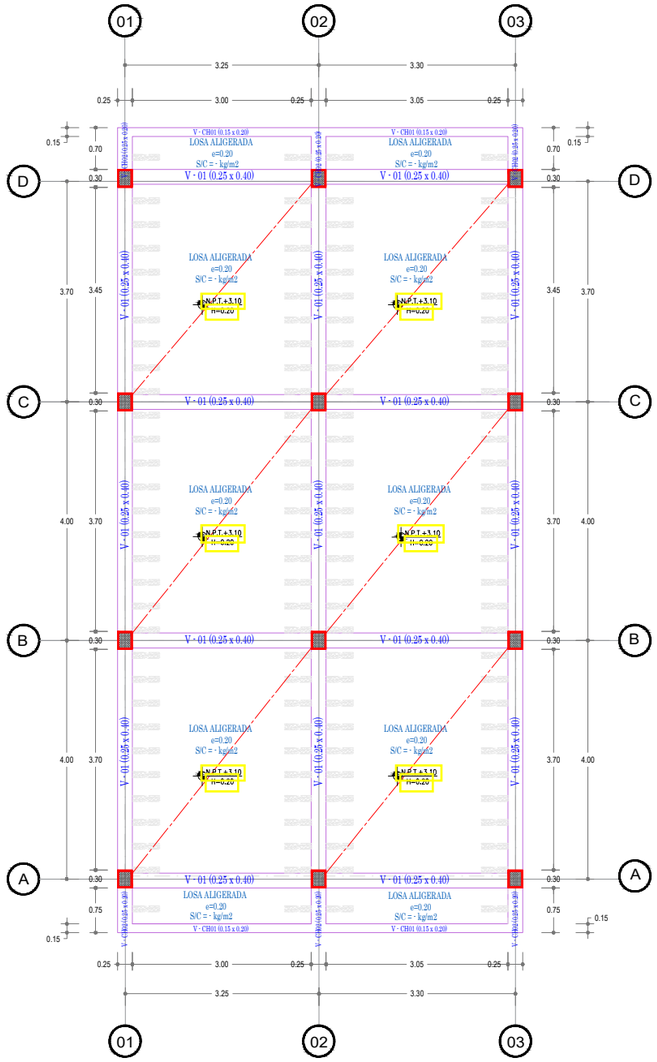
As= 6 Ø 1/2"

NOMENCLATURA TIPICA



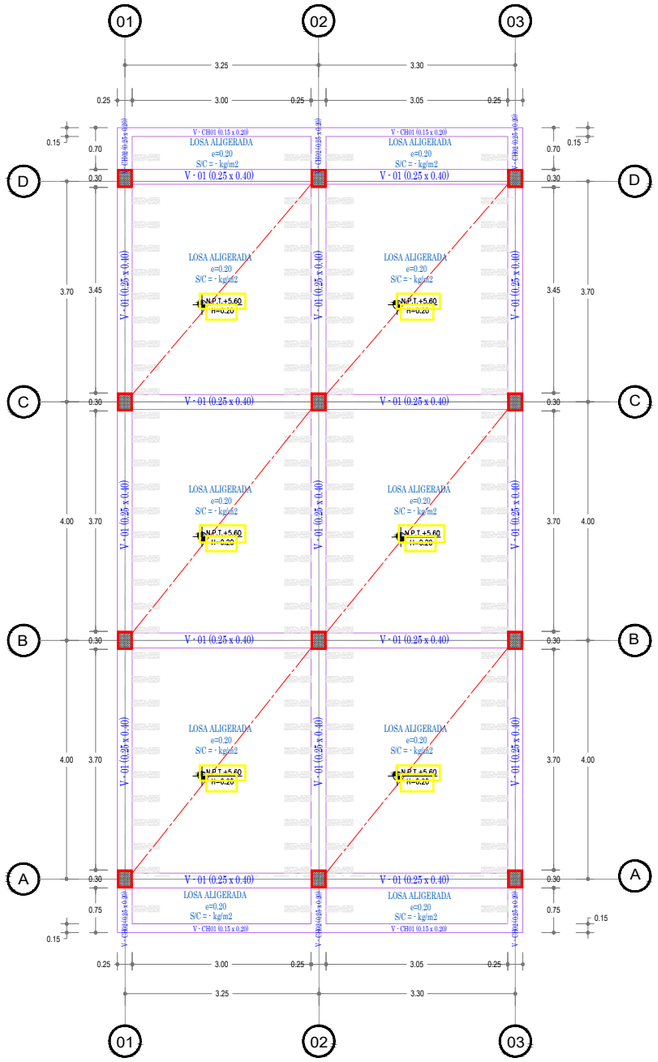
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL

S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)
ESC. 1/50

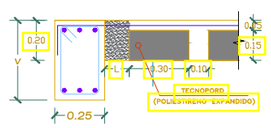


ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL

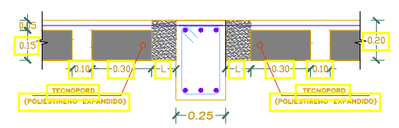
S/C.= 250 kg/m2 (Oficinas), 400 kg/m2 (Corredores y Escaleras)
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Walter Salas Colque

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR HUANCARPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

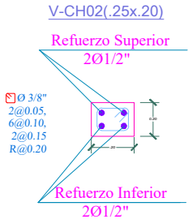
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

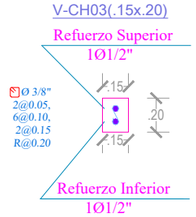
LAMINA : ES-28

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

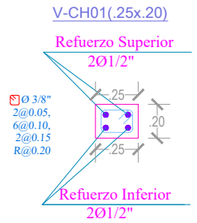
V-CH02(.25x.20)



V-CH03(.15x.20)

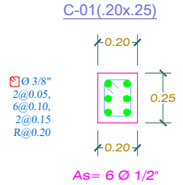


V-CH01(.25x.20)

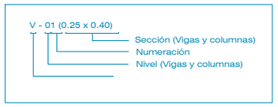


DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

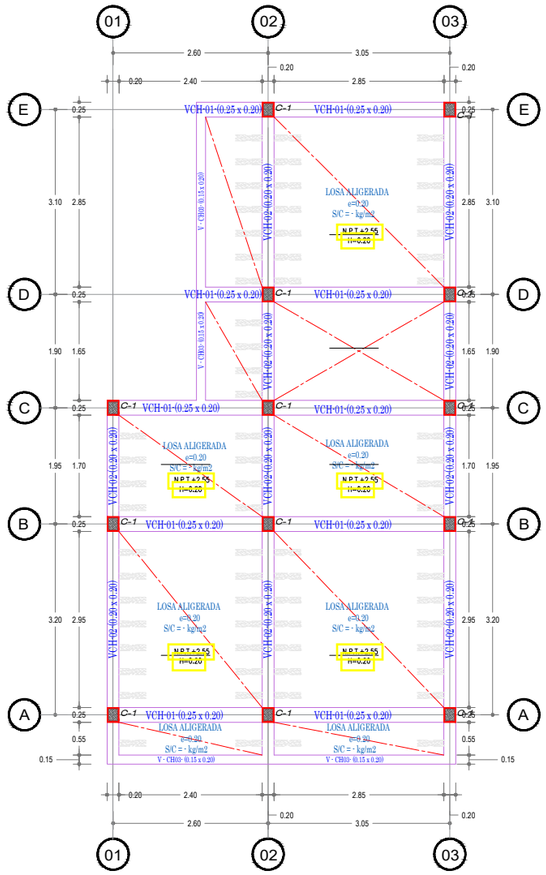
C-01(.20x.25)



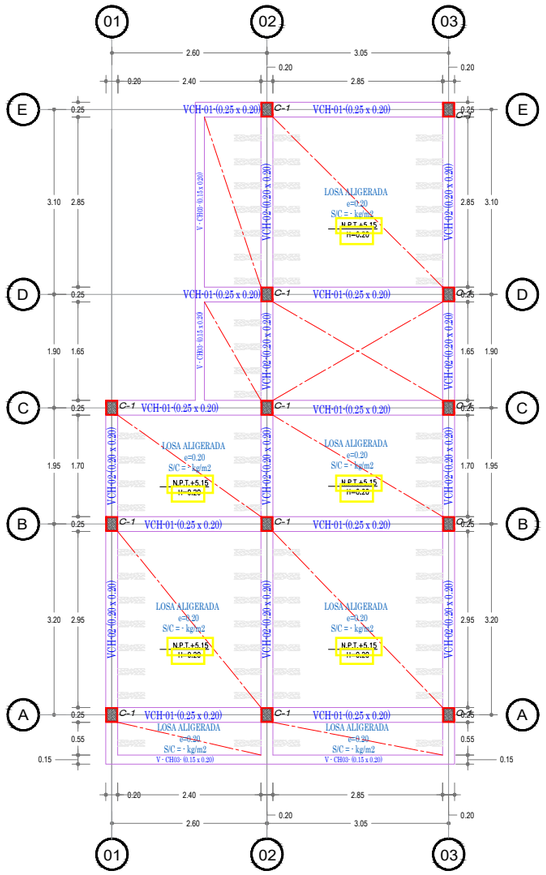
NOMENCLATURA TIPICA



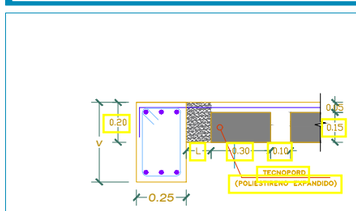
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



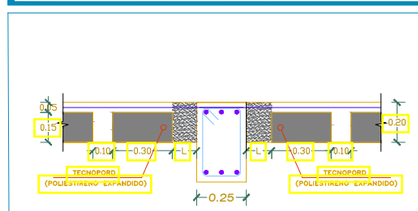
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO."

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Hugo Rayme Pro

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AV. CEMENTERIO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

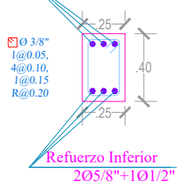
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-29

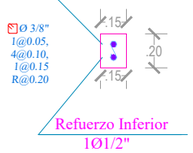
DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



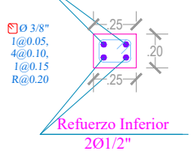
Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)
Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

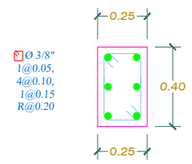
V-CH02(.25x.20)
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

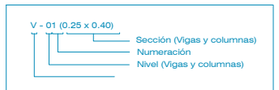
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

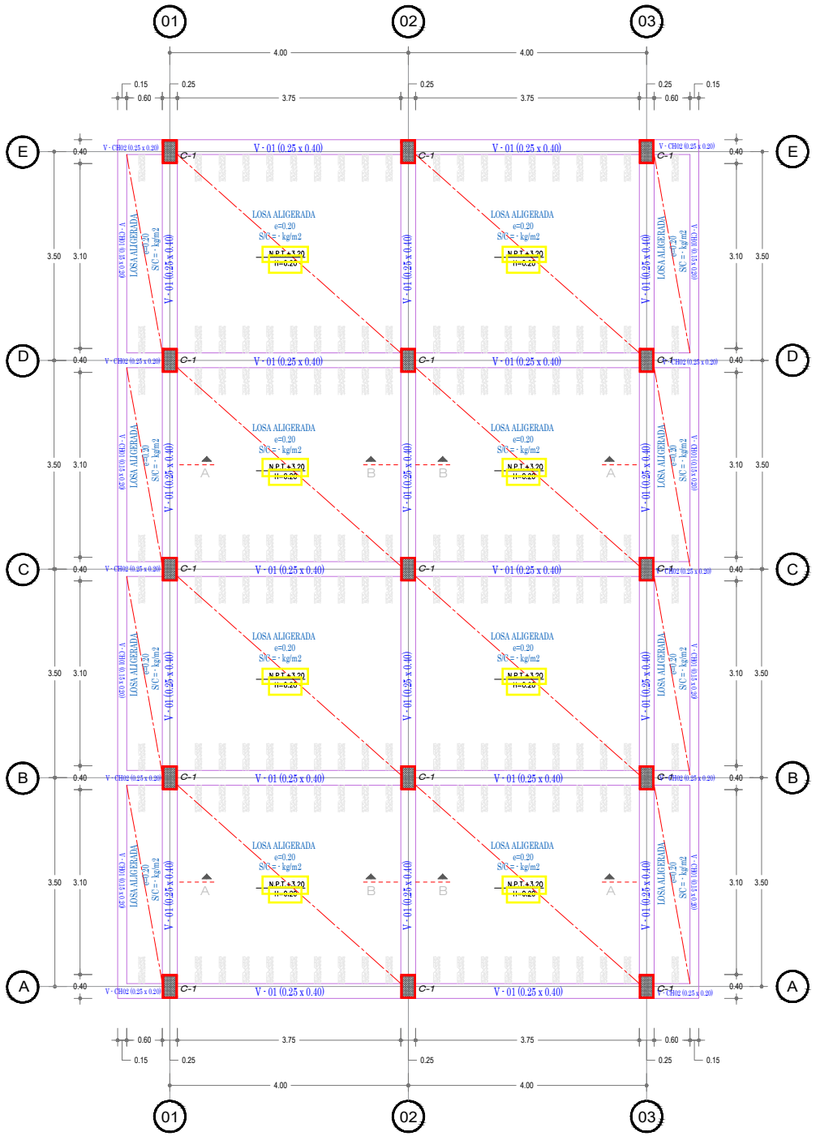


As= 6 Ø 5/8"

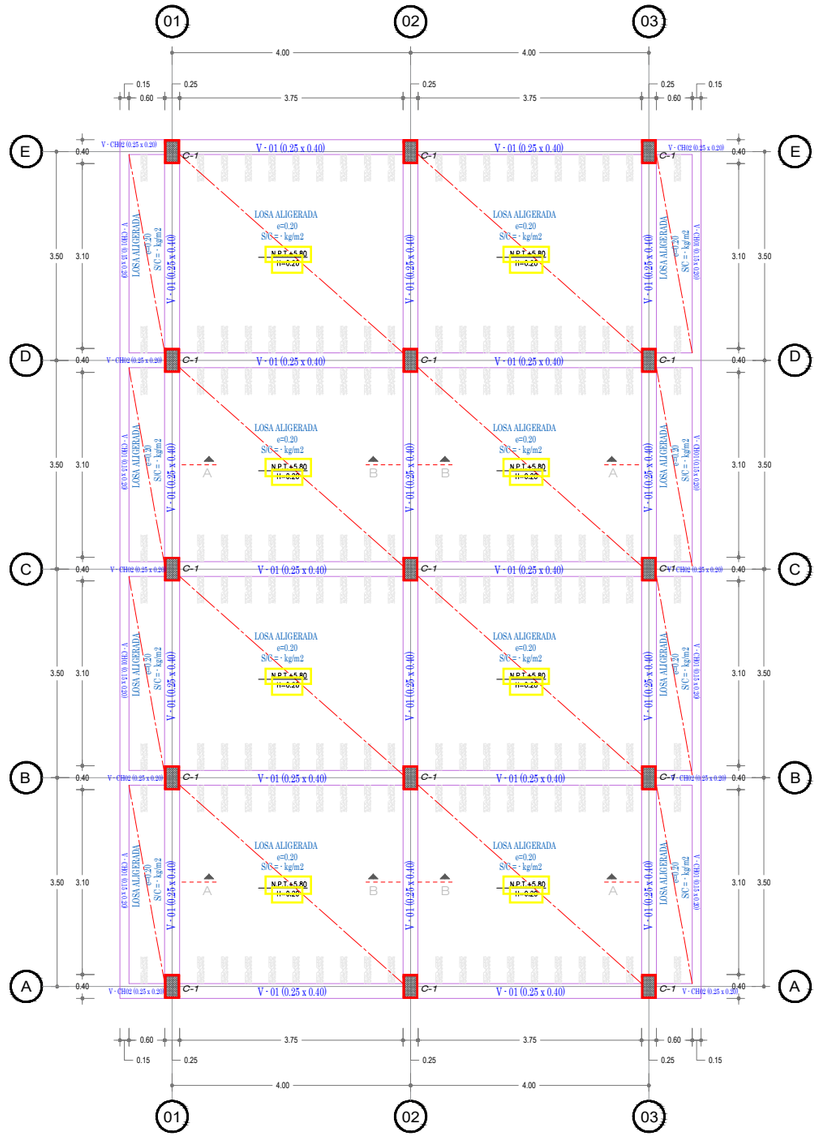
NOMENCLATURA TIPICA



ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sra. Mary Flor KCancha Manilla

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AV. CEMENTERIO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

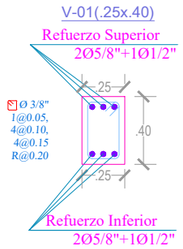
ESCALA : INDICADA

FECHA : AGOSTO 2024

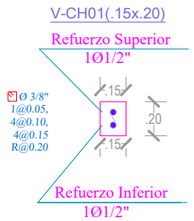
LAMINA : ES-30

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

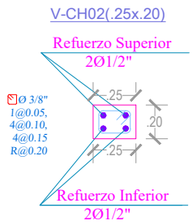
V-01(.25x.40)



V-CH01(.15x.20)

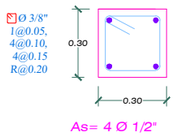


V-CH02(.25x.20)



DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.30)

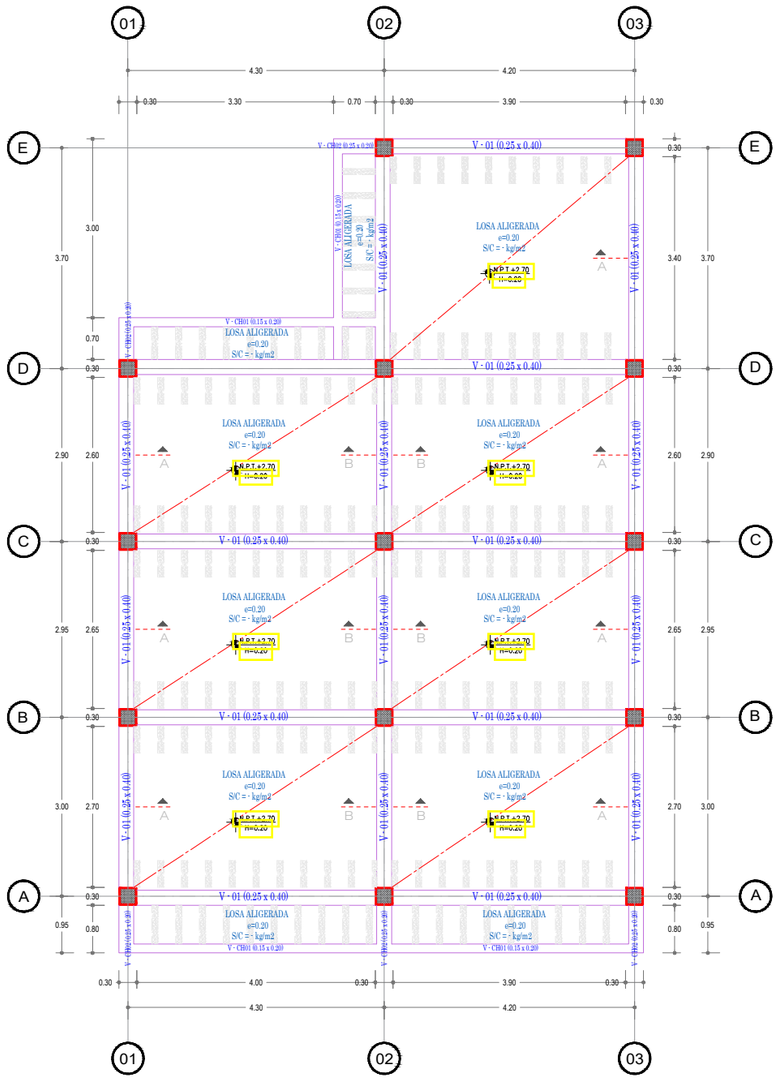


As= 4 Ø 1/2"

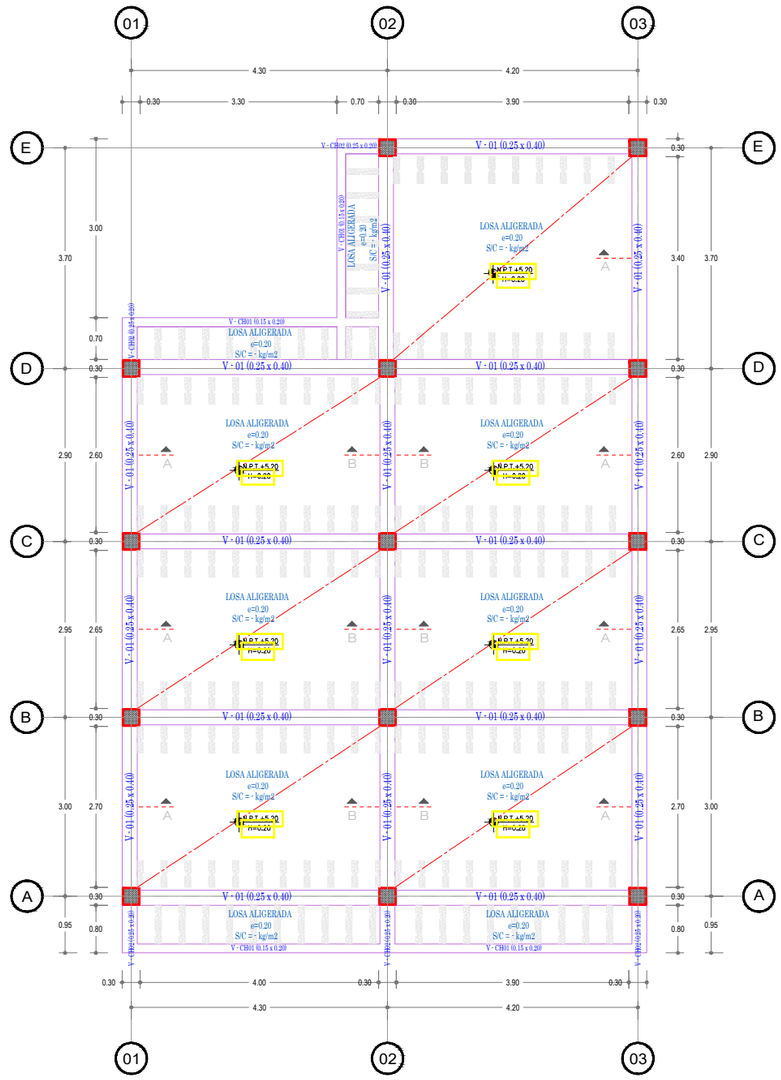
NOMENCLATURA TIPICA



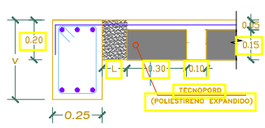
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



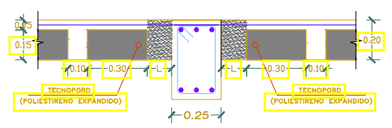
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50



DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Pedro Labra Huillca

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URBANIZACION LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

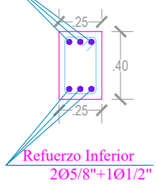
FECHA : AGOSTO 2024

LAMINA : ES-31

DETALLE DE VIGAS
ESC. 1/30

V-01(.25x.40)

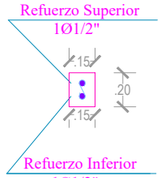
Refuerzo Superior
2Ø5/8"+1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø5/8"+1Ø1/2"

V-CH01(.15x.20)

Refuerzo Superior
1Ø1/2"



Refuerzo Inferior
1Ø1/2"

V-CH02(.25x.20)

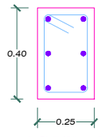
Refuerzo Superior
2Ø1/2"



Refuerzo Inferior
2Ø1/2"

DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/30

C-01(.25x.40)

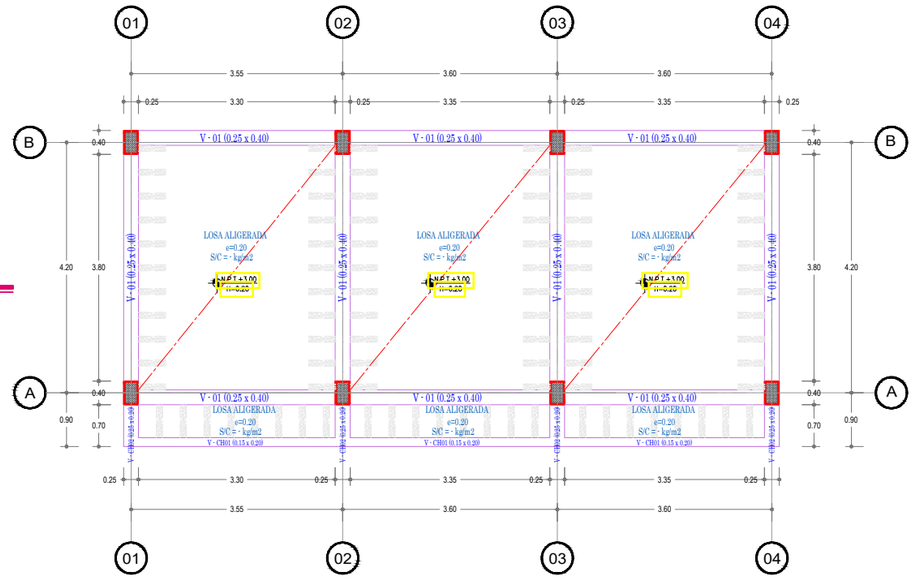


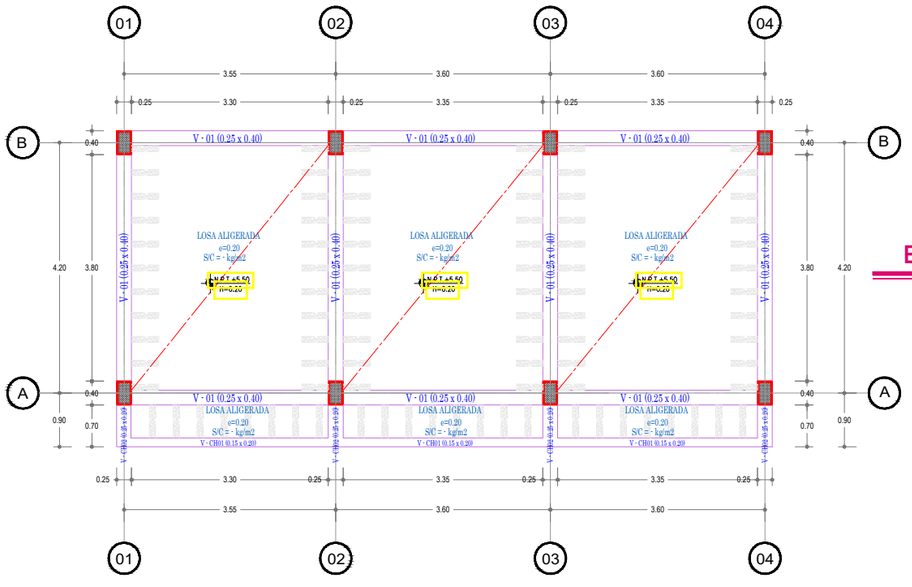
As= 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"

NOMENCLATURA TIPICA



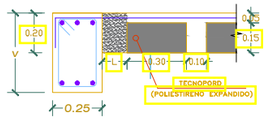
ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 1ER NIVEL
ESC. 1/50



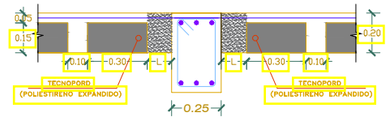


ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL
ESC. 1/50

DETALLE DE LOSA ALIGERADA SECCIÓN A-A
ESC. 1/15



DETALLE DE VIGA Y LOSA ALIGERADA SECCIÓN B-B
ESC. 1/15



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Javier Ojeda Maruri

UBICACIÓN :
SECTOR : URBANIZACION LASA
CENTRO POBLADO DE COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

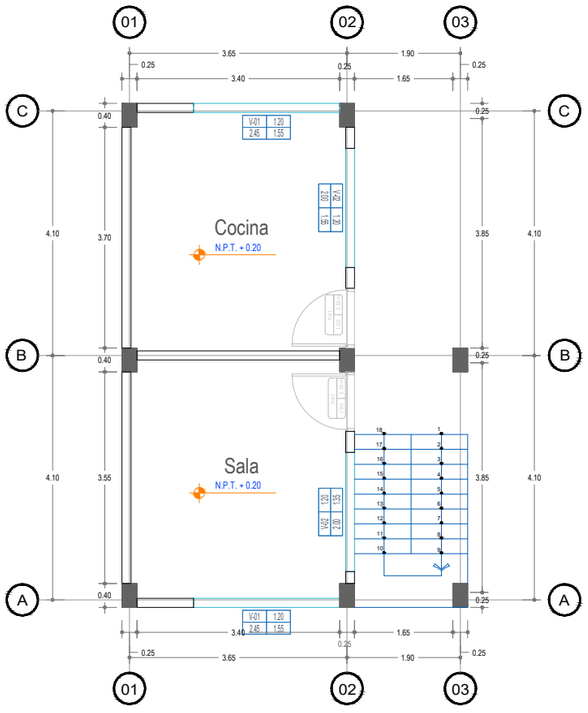
LAMINA : ES-32

FECHA : AGOSTO 2024

A R Q U I T E C T U R A

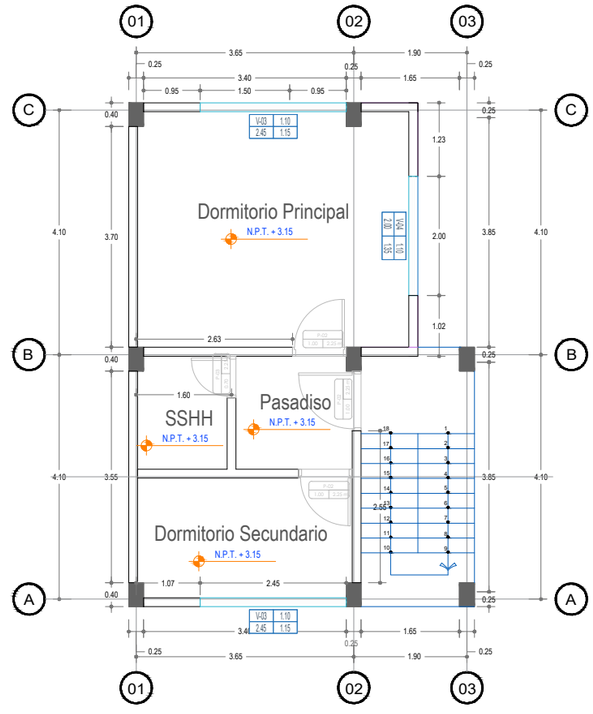
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDAS

PROPIETARIO :
Sra. Jocelin Meza Valdivieso

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDRO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

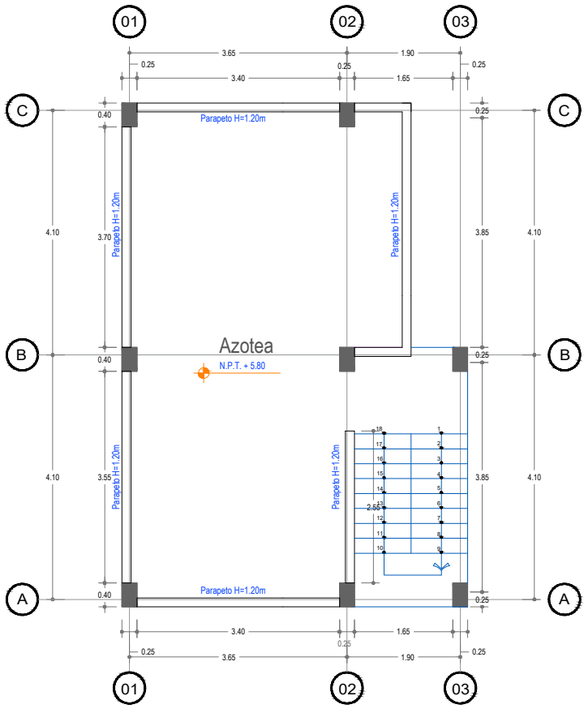
LAMINA : AR7-1

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

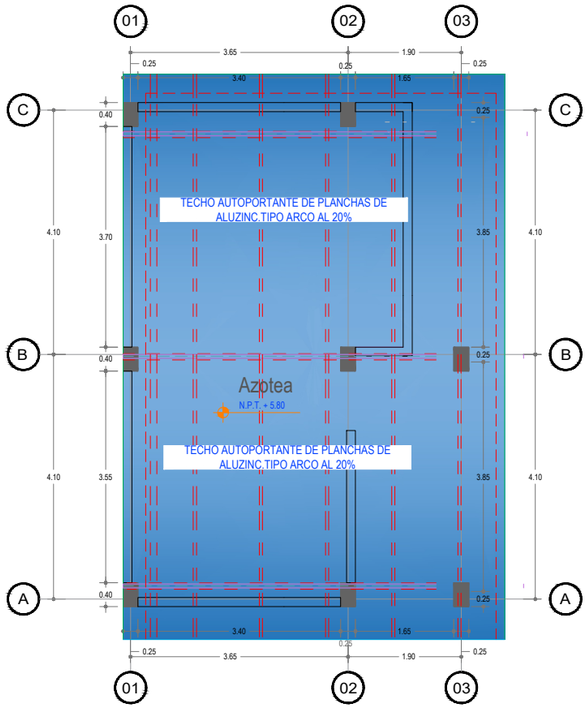
PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

TERCER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL COBERTURA

CUBIERTA ESC. 1/250



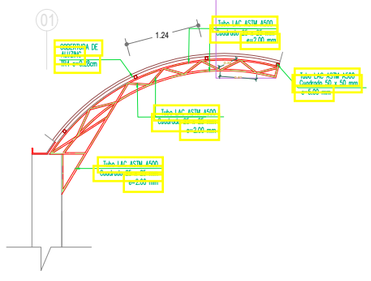
LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09	1.20
4.38	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO



DETALLE DE COBERTURA METALICA

AZOTEA ESC. 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDAS

PROPIETARIO :
Sra. Jocelin Meza Valdivieso

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDORO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

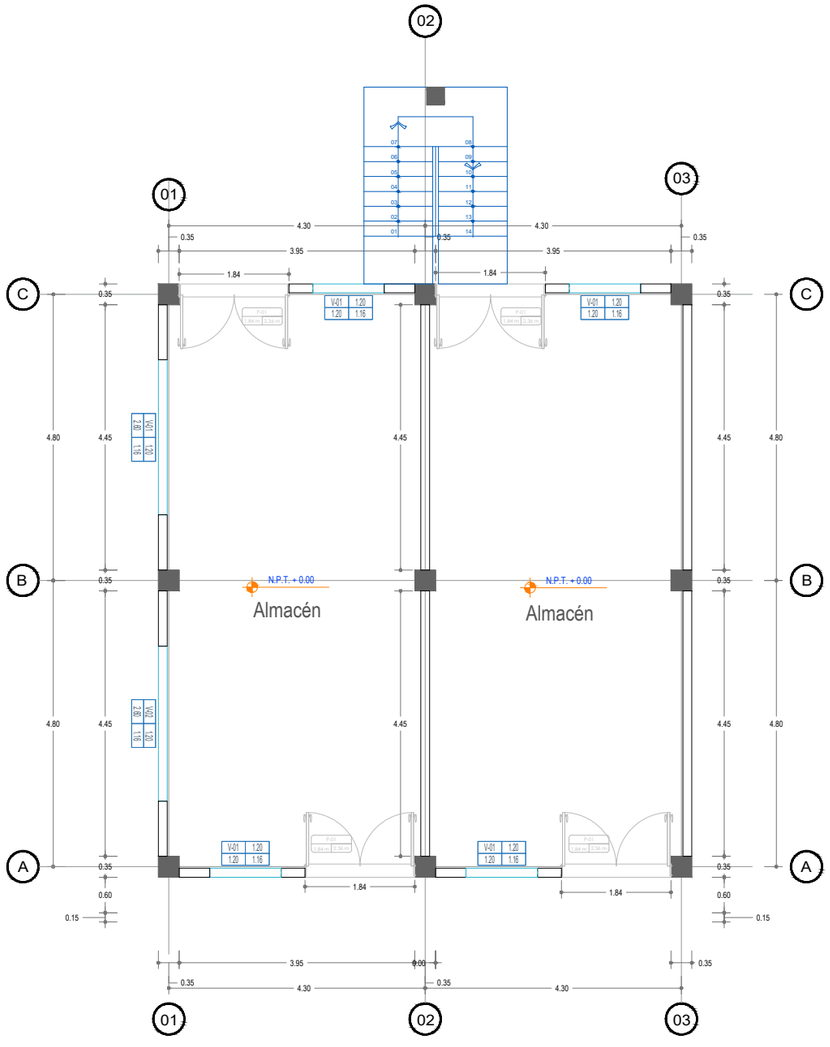
LAMINA : AR7-2

FECHA : OCTUBRE 2024

A
R
Q
U
I
T
E
C
T
U
R
A

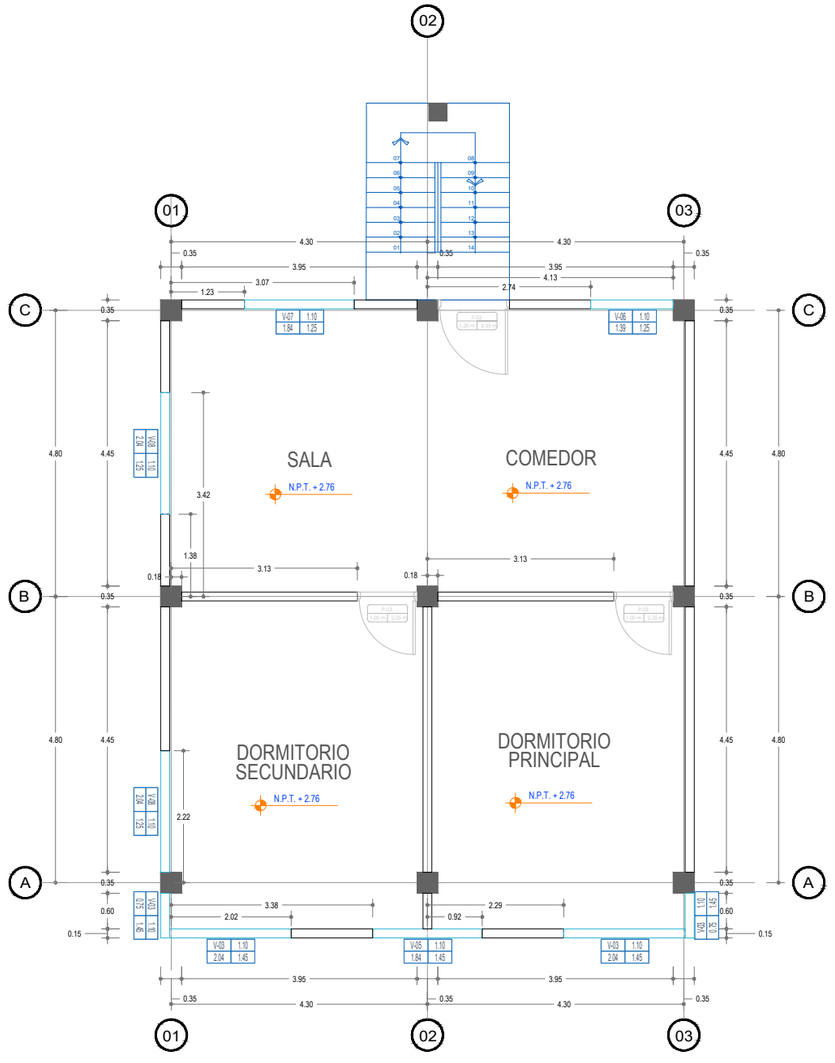
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
Sr. Hilario Contoy Vargas

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR LAS FLORES
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

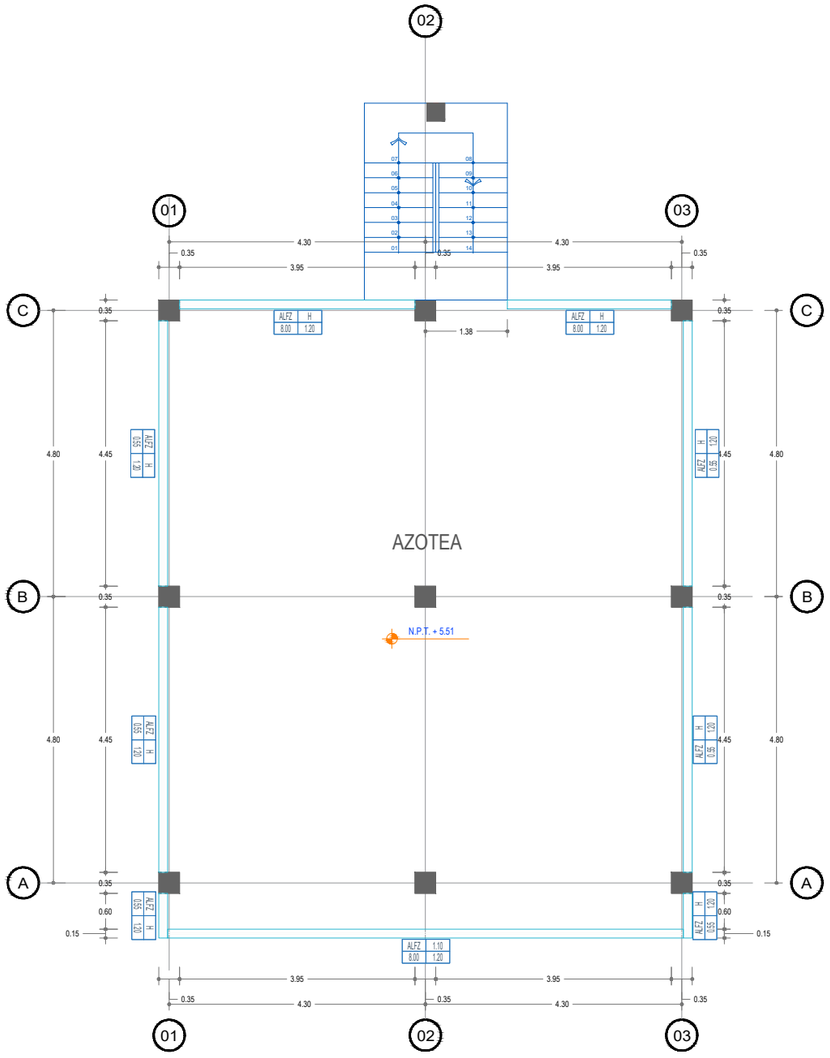
LAMINA : AR8-1

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

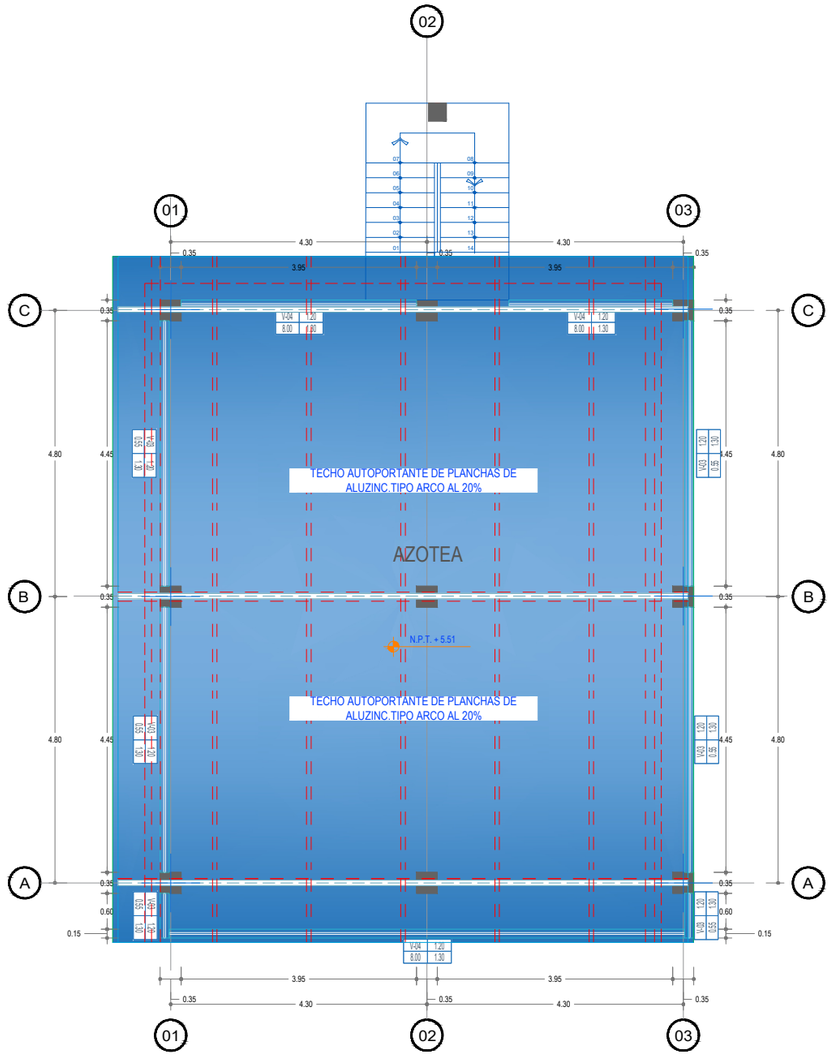
PLANIMETRIA GENERAL 3ER NIVEL

TERCER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



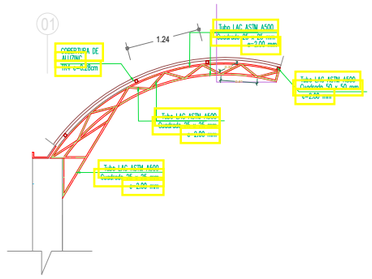
LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09 4.30 1.20 1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO



DETALLE DE COBERTURA METALICA

AZOTEA ESC. 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. HILARIO CONTOY VARGAS

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URB. LAS FLORES
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

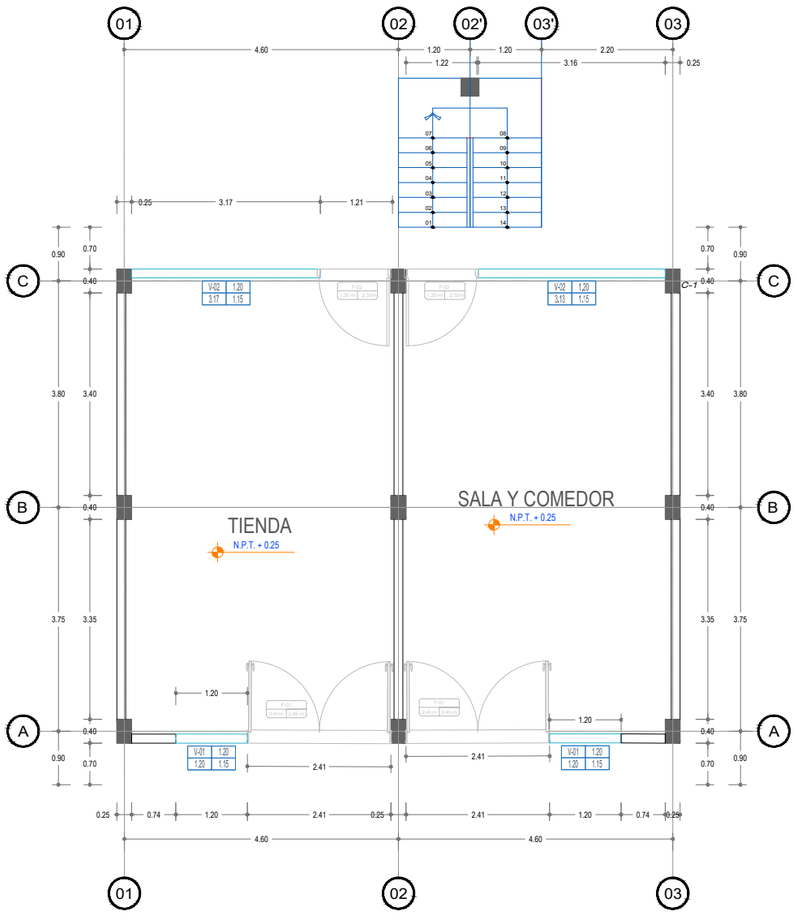
LAMINA : AR8-2

FECHA : OCTUBRE 2024

A
R
Q
U
I
T
E
C
T
U
R
A

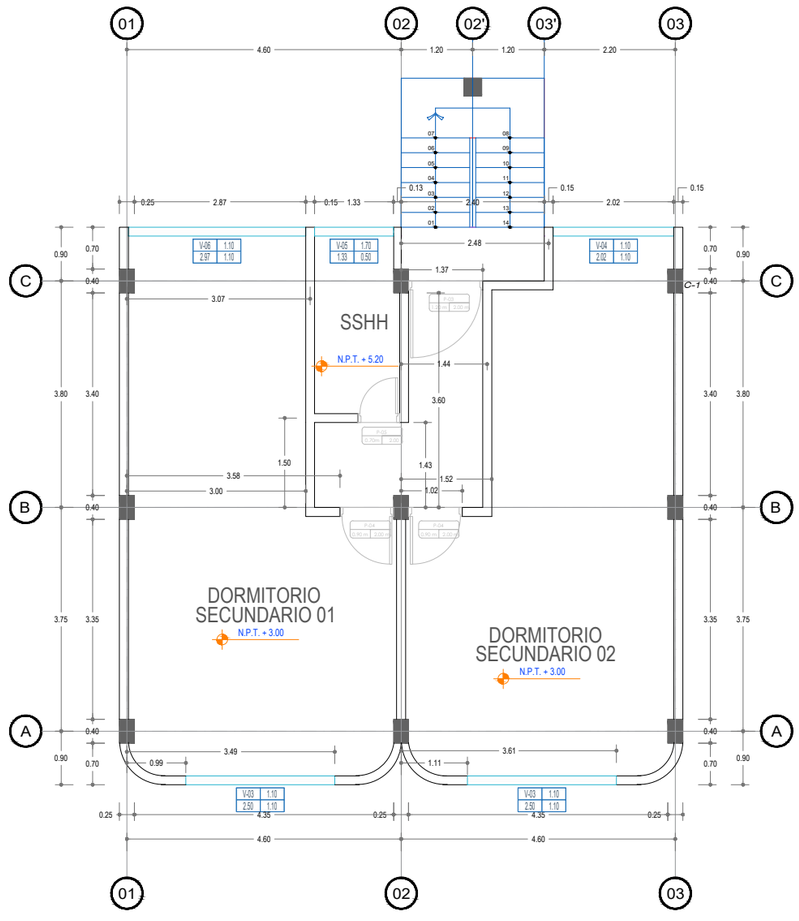
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
Sr. Franklin Quispe Ramírez

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR LAS LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

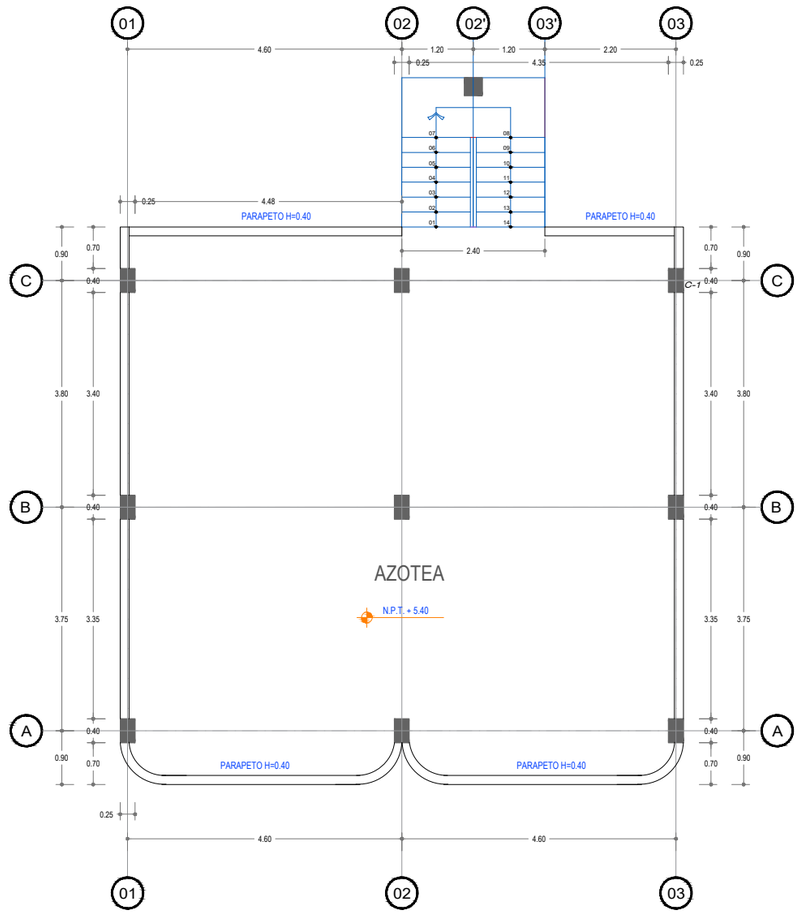
LAMINA : AR12-1

FECHA : OCTUBRE 2024

A R Q U I T E C T U R A

PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09	1.20
4.38	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
SR. PEDRO LABRA HUILLCA

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR LIRB, LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

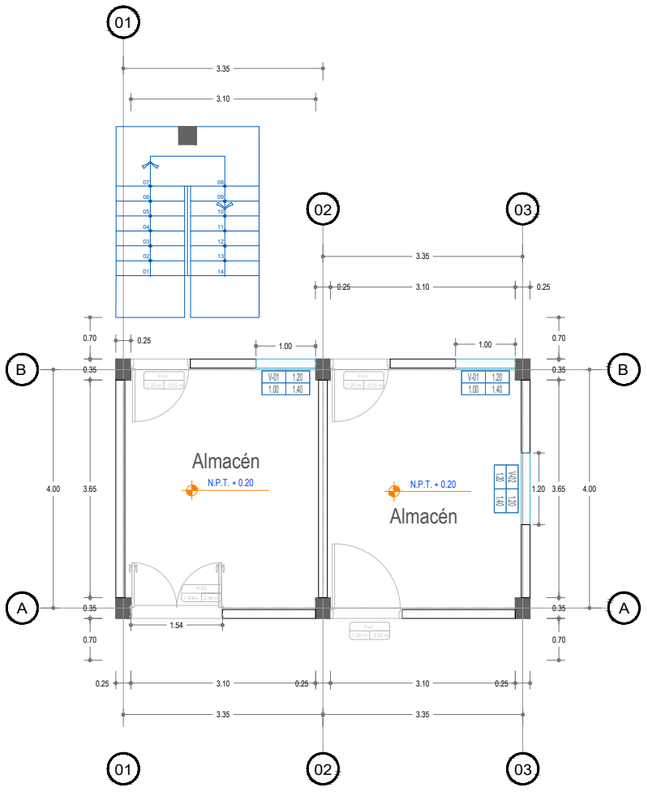
LAMINA : AR12-2

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

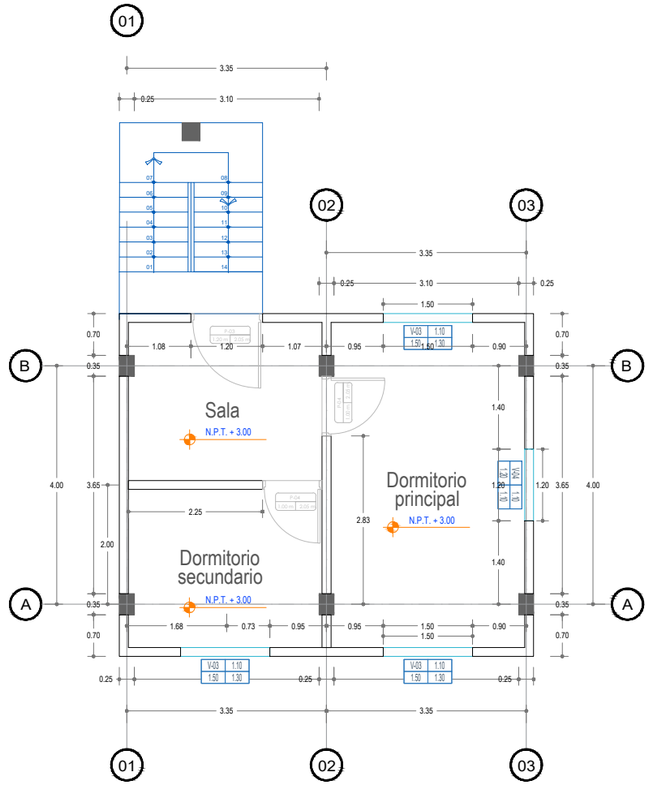
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09 1.20 4.35 1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
Sr. Hector Ojeda Maruri

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR ANEXO HUANCARPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

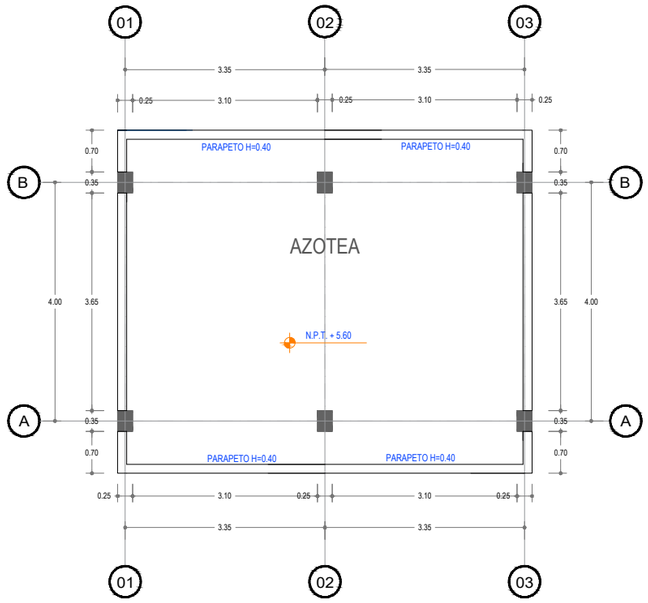
LAMINA : AR15-1

FECHA : OCTUBRE 2024

A
R
Q
U
I
T
E
C
T
U
R
A

PLANIMETRIA GENERAL 3ER NIVEL

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-08	1.20
4.35	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
Sr. Hector Ojeda Maruri

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR UNEMO HUANCARPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA :
INDICADA

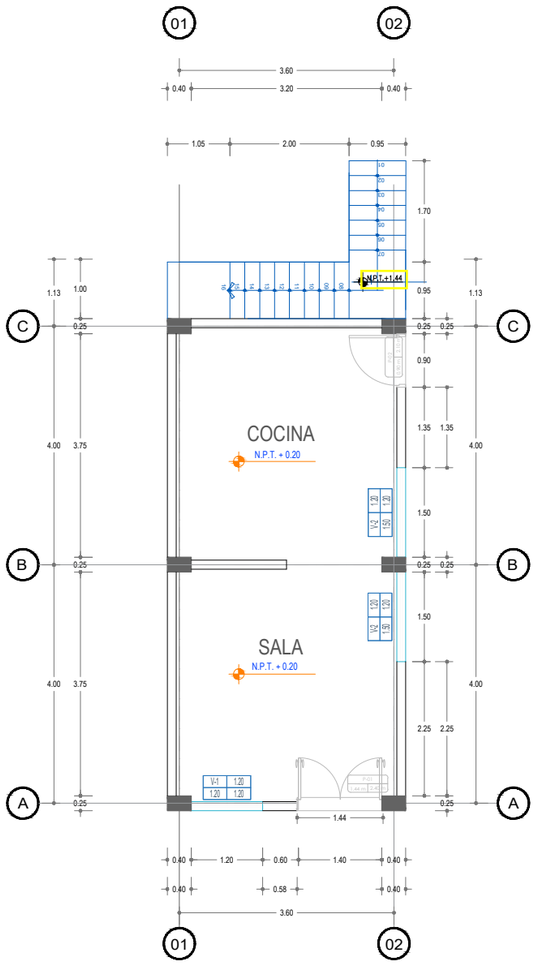
LAMINA :
AR15-2

FECHA :
OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

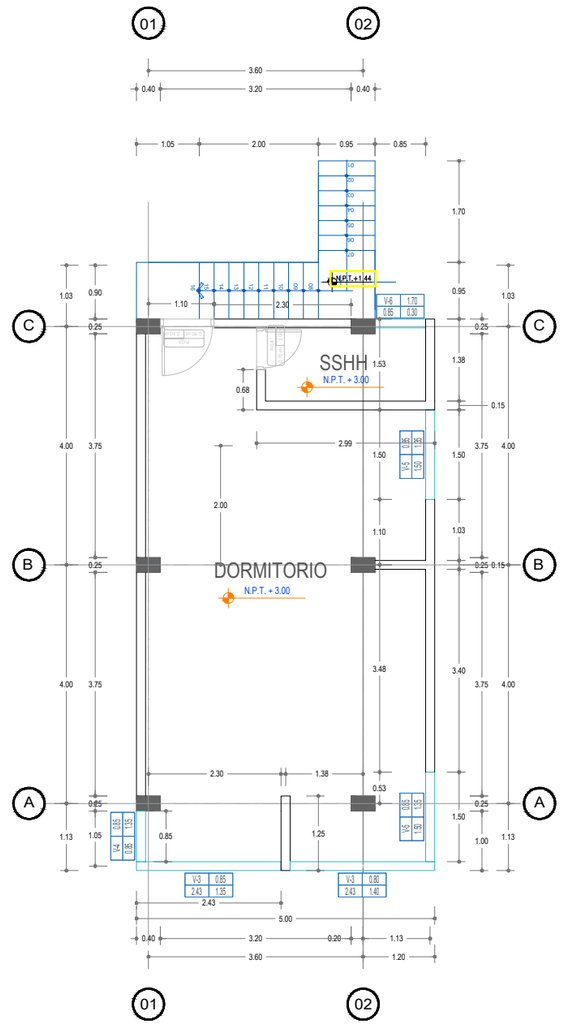
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
SRA. Edwin Messco

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

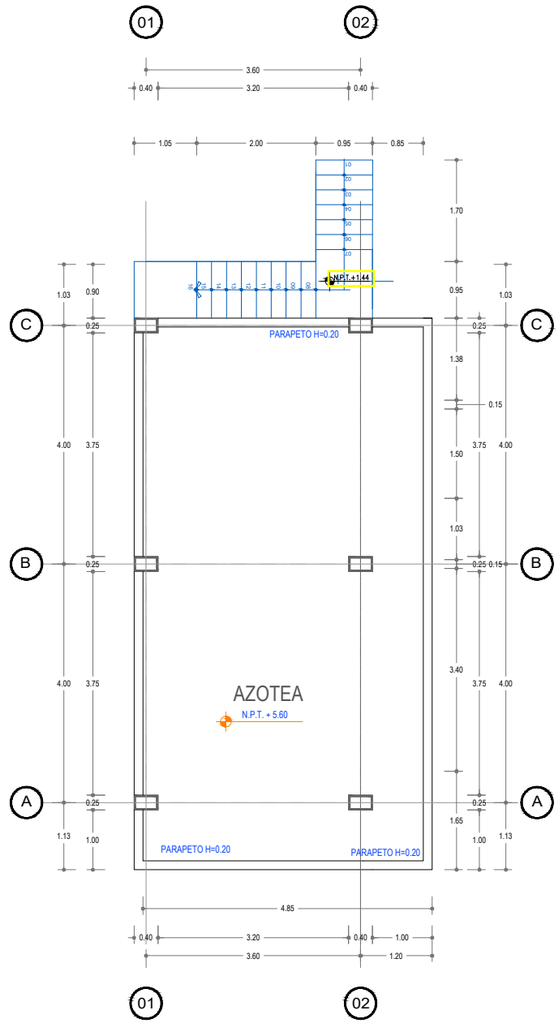
LAMINA : AR16-1

FECHA : OCTUBRE 2024

A R Q U I T E C T U R A

PLANIMETRIA GENERAL DE LA AZOTEA

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09 | 1.20
4.38 | 1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN : "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO : PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO : SRA. EDWIN MESCCO

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

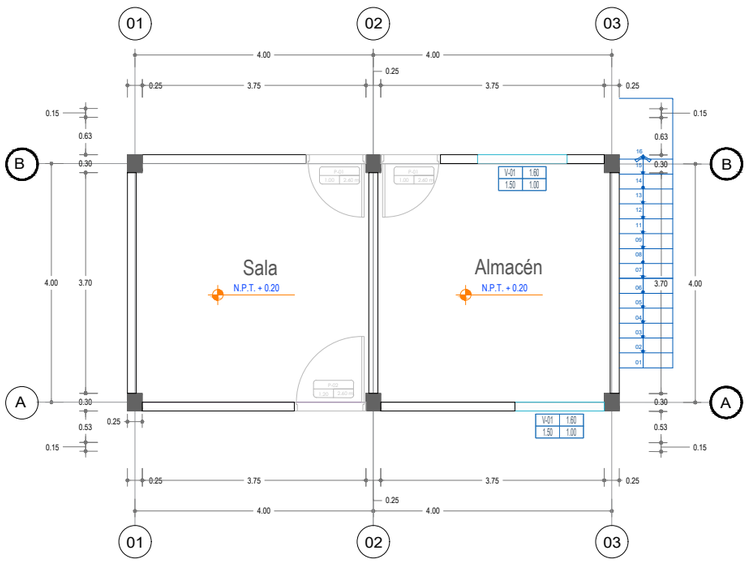
LAMINA : AR16-2

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

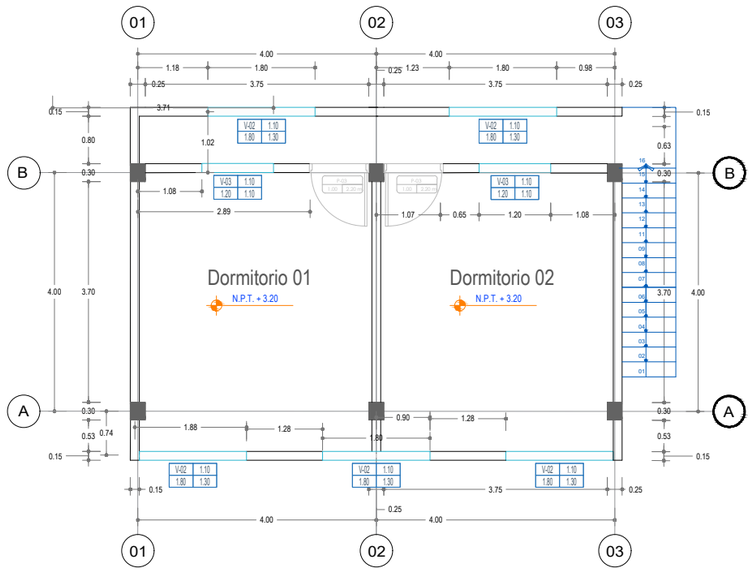
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09 1.20 4.38 1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDAS

PROPIETARIO :
Sra. Jocelin Meza Valdivieso

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDRO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

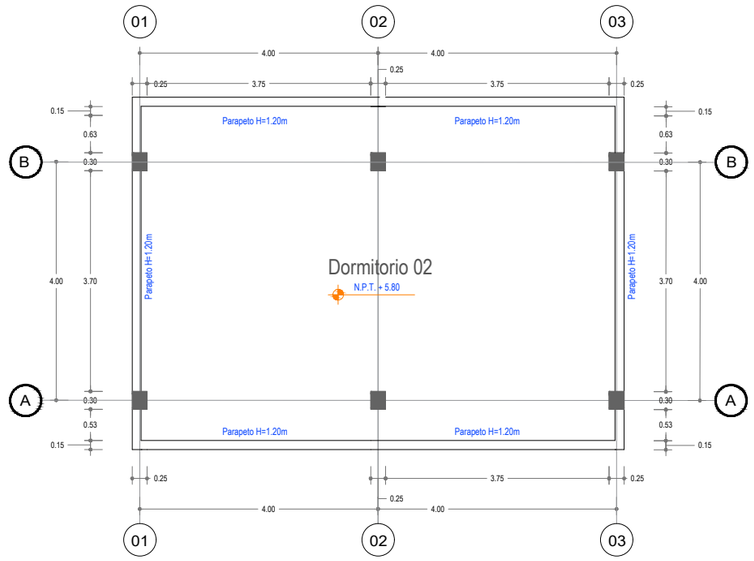
LAMINA : AR18-1

FECHA : OCTUBRE 2024

A R Q U I T E C T U R A

PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09	1.20
4.38	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDAS

PROPIETARIO :
Sra. Jocelin Meza Valdivieso

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR AYLLU SAN ISIDORO
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

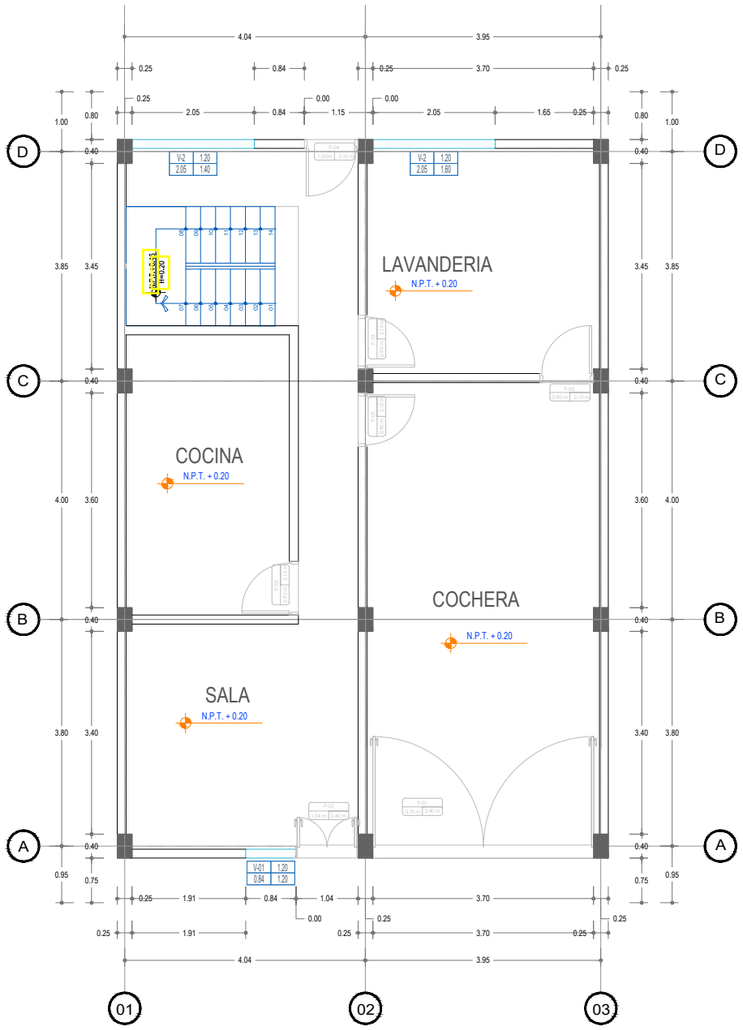
LAMINA : AR18-2

FECHA : OCTUBRE 2024

A R Q U I T E C T U R A

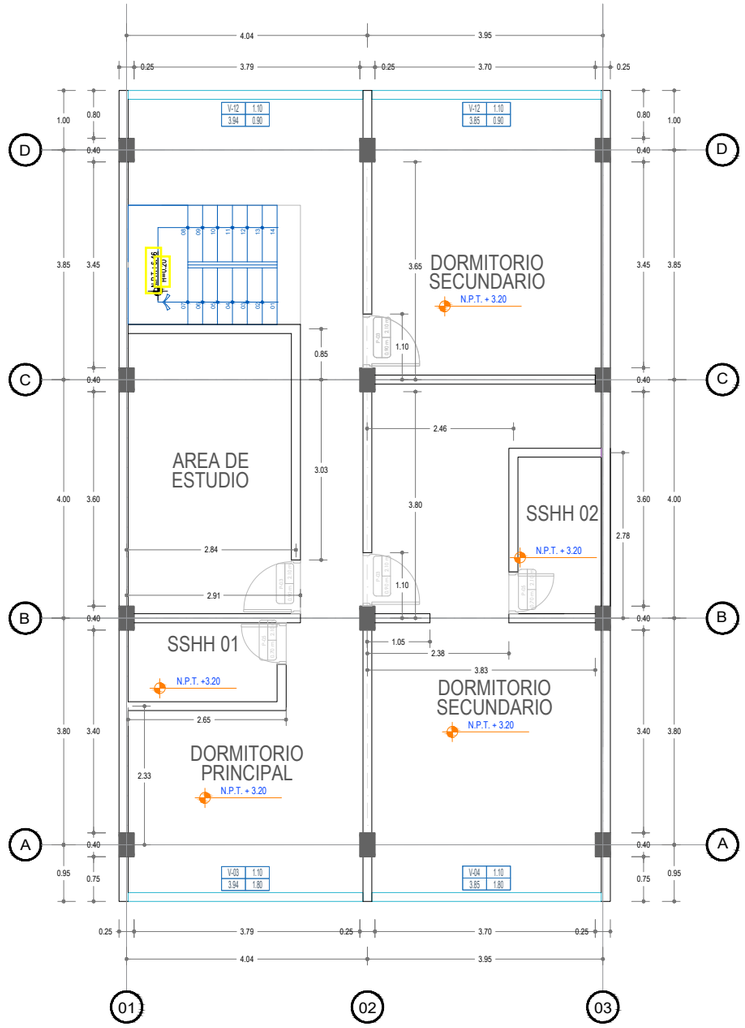
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN : "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO : PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO : SRA. Irma Isabel Mantilla Villa

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

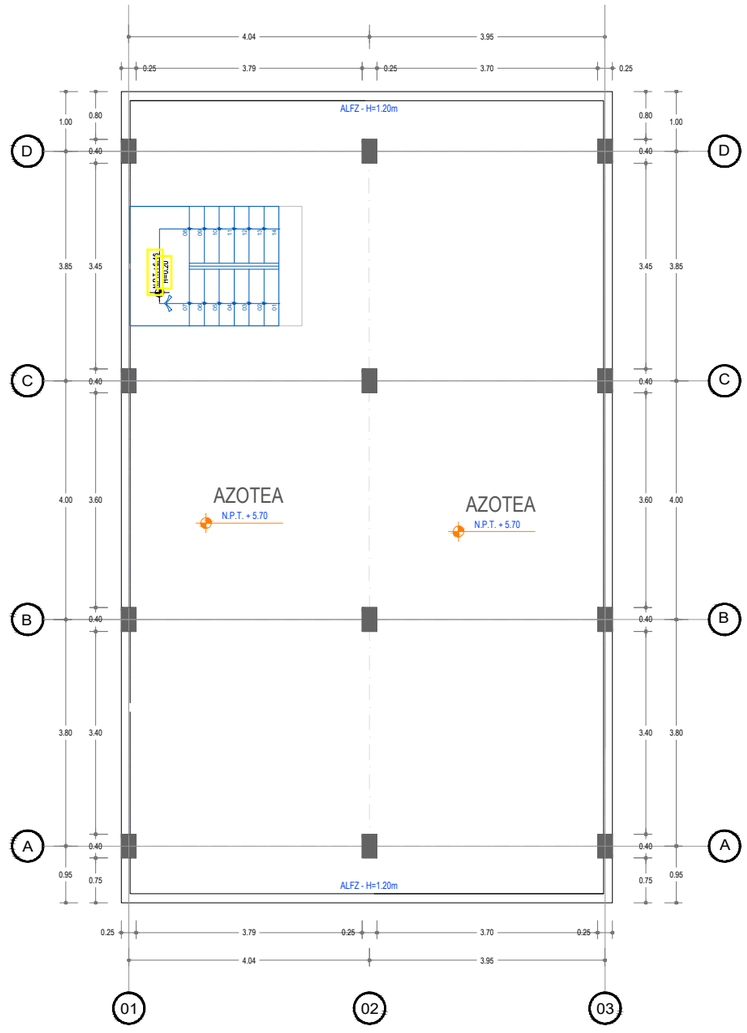
LAMINA : AR22-1

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-09	1.20
4.36	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
SRA. IRMA ISABEL MANTILLA VILLA

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

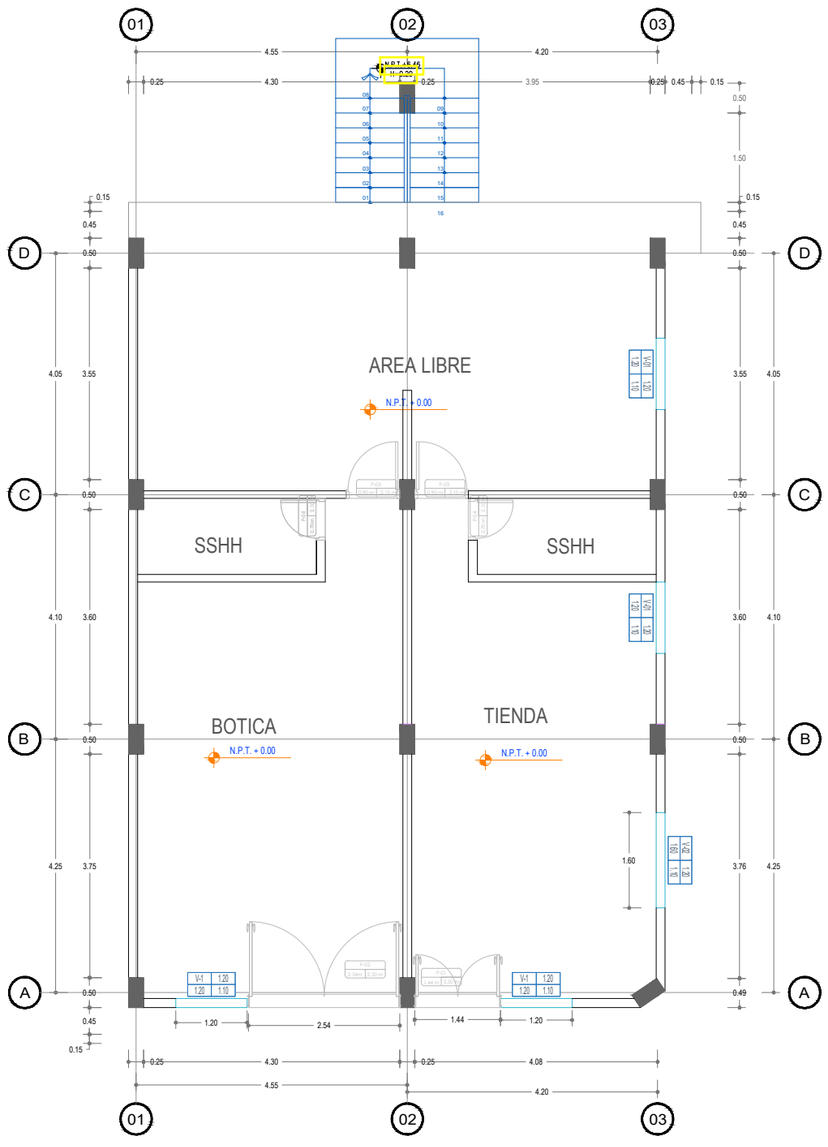
LAMINA : AR22-2

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

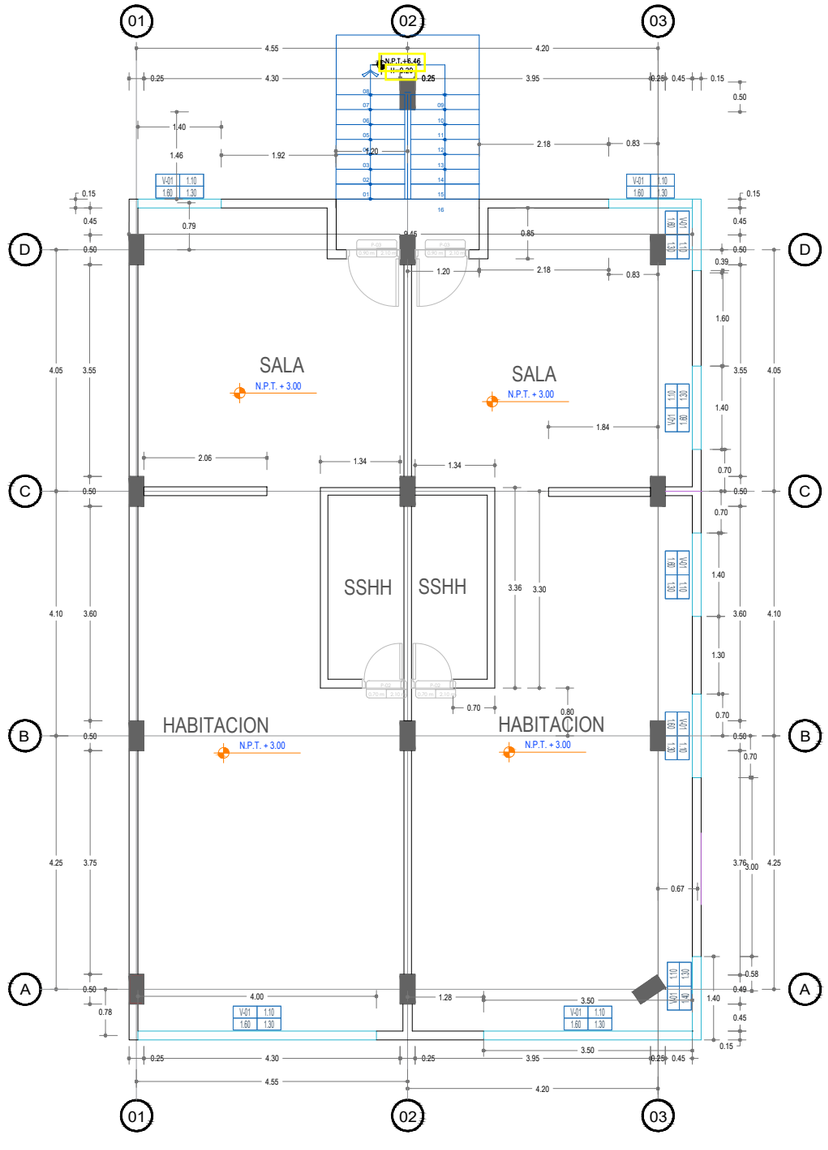
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	95 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
SR. Juan Francisco Huillca Cusi

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

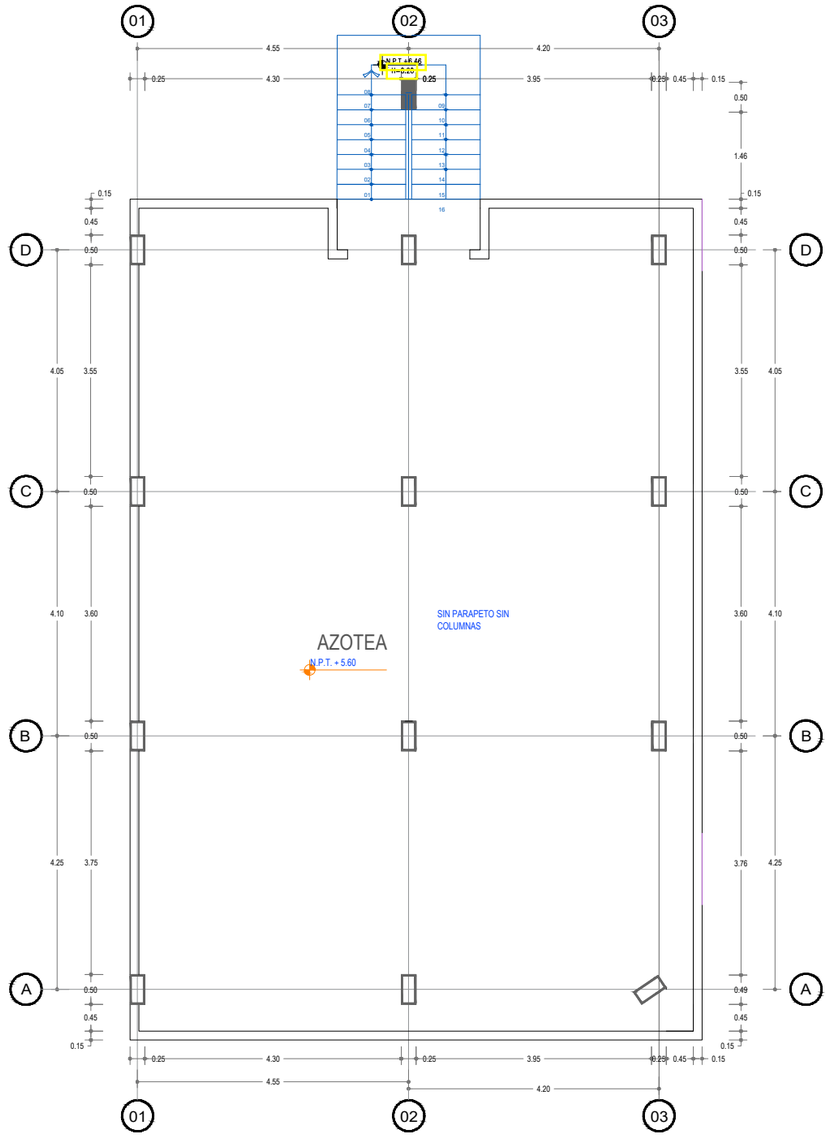
LAMINA : AR26-1

FECHA : OCTUBRE 2024

A R Q U I T E C T U R A

PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	95 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN : "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO

PLANO : PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO : SR. JUAN FRANCISCO HUILLCA CUSI

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

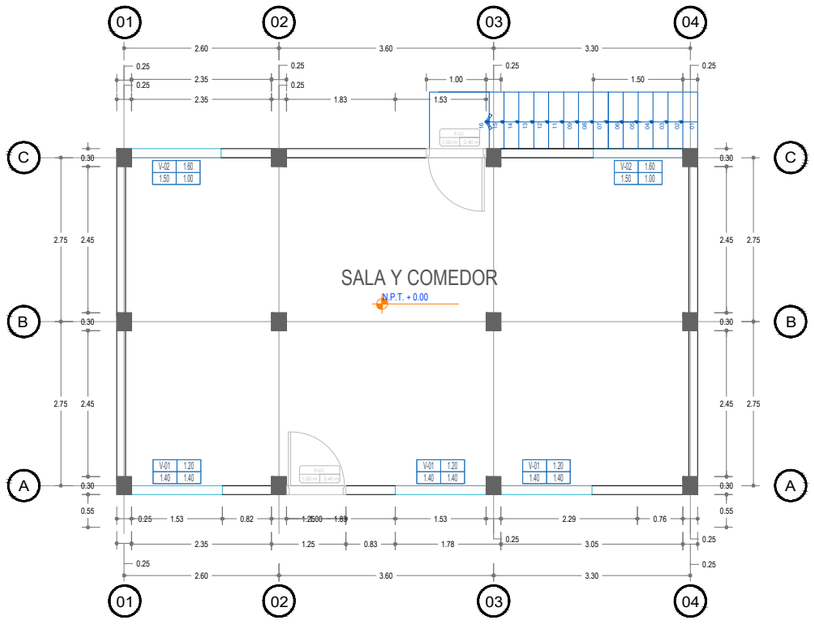
LAMINA : AR26-2

FECHA : OCTUBRE 2024

A
R
Q
U
I
T
E
C
T
U
R
A

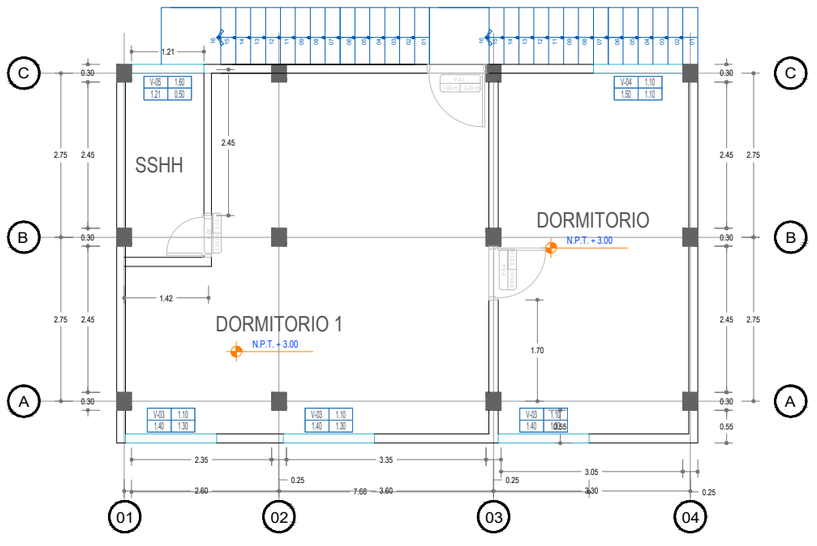
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
SR. PEPE HUALLPARIMACHI HUAMAN

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR HUANCAMPATA
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

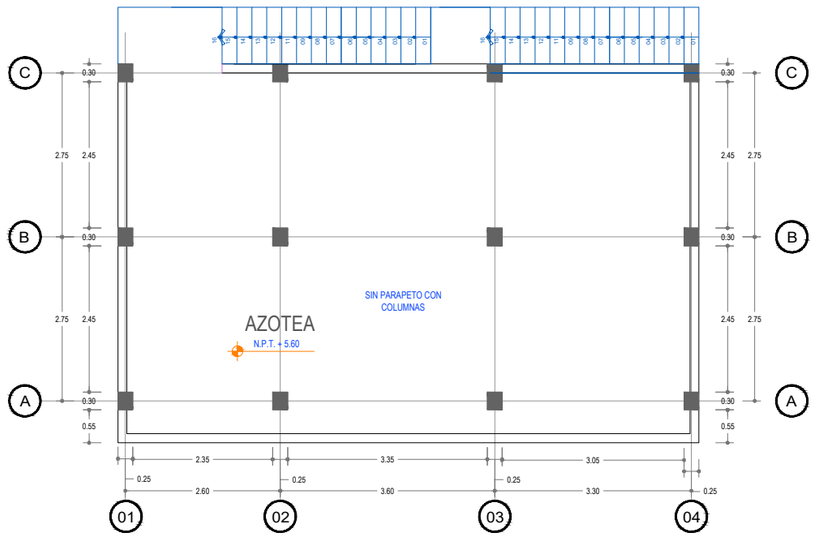
LAMINA : AR27-1

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

V-08	1.20
4.38	1.10

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCTONAS

PROPIETARIO :
SR. PEPE HUALLPARIMACHI HUAMAN

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR CENTRO COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

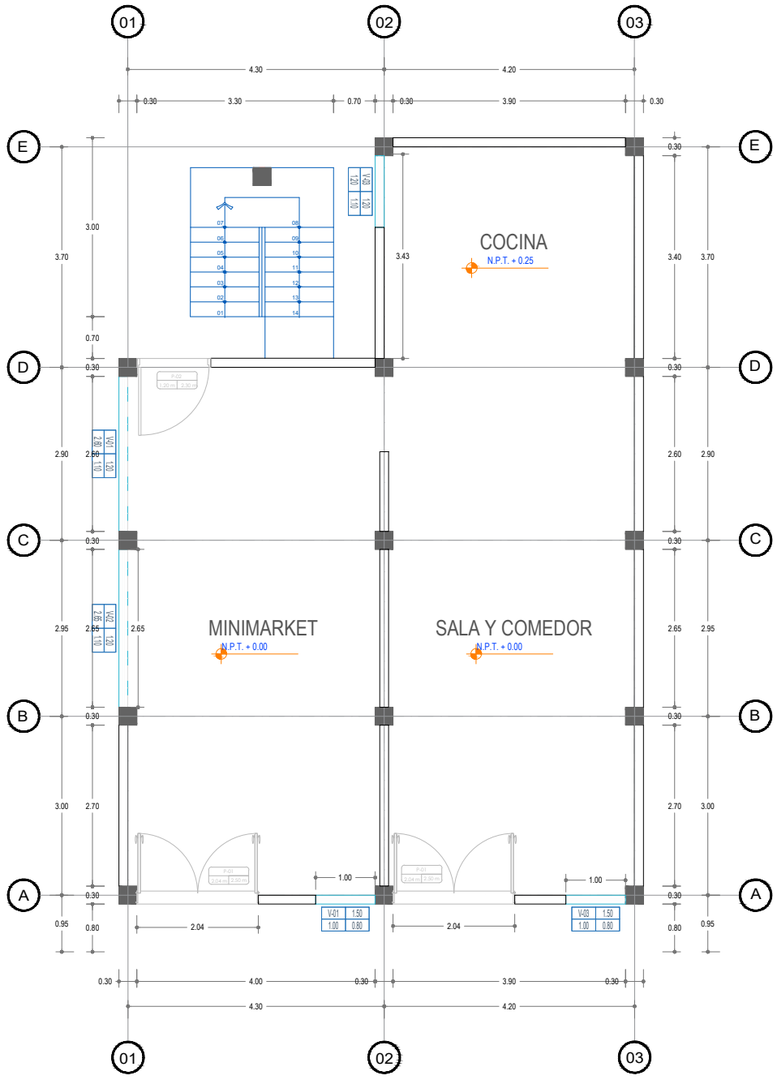
LAMINA : AR27-2

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

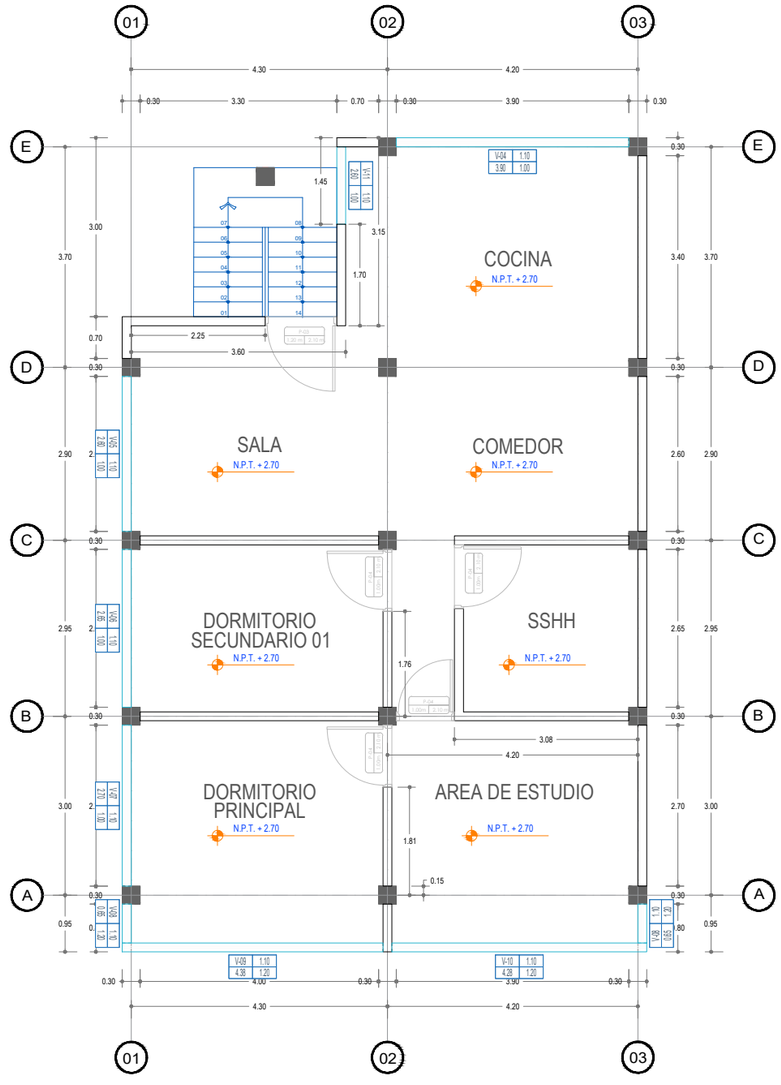
PLANIMETRIA GENERAL PRIMER NIVEL

PRIMER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL 2DO NIVEL

SEGUNDO NIVEL ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTÓCTONAS

PROPIETARIO :
SR. PEDRO LABRA HUILLCA

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR LIRIB, LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

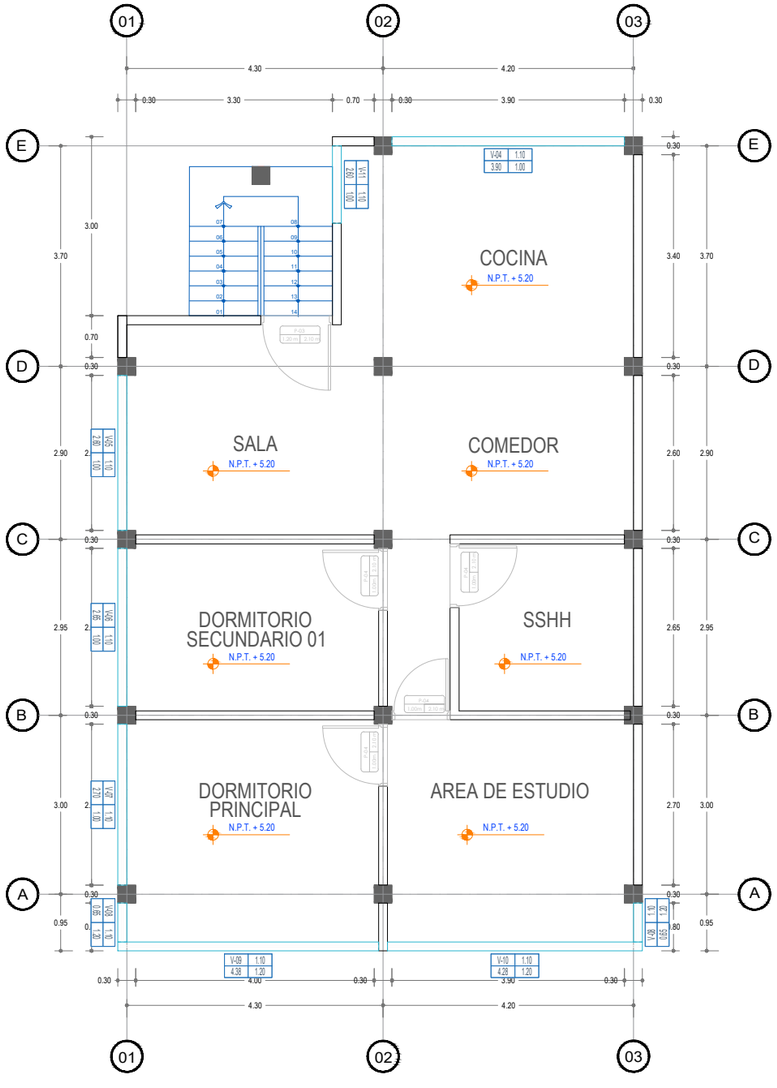
LAMINA : AR31-1

FECHA : OCTUBRE 2024

ARQUITECTURA

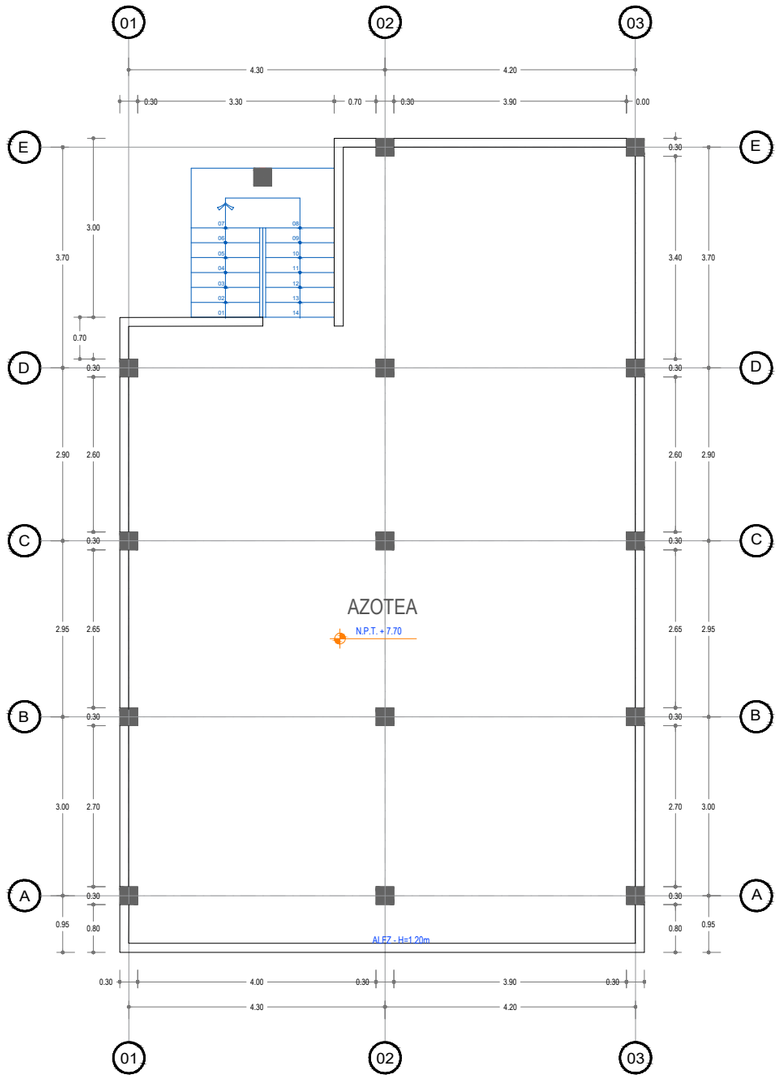
PLANIMETRIA GENERAL 3ER NIVEL

TERCER NIVEL ESC. 1/250



PLANIMETRIA GENERAL AZOTEA

AZOTEA ESC. 1/250



LEYENDA

MURO DE LADRILLO BLOQUER

MURO ALFEIZER DE LADRILLO BLOQUER

COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUROS DE LADRILLO BLOQUER

ESPESOR DE MURO :	e = 15cm incluye revestimiento con mortero
MEDIDAS DE LADRILLO BLOQUER :	12X18X28cm
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN :	43.08 kgf/cm2

UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :
"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"

PLANO :
PLANO DE ARQUITECTURA DE VIVIENDA DE CONCRETO ARMADO AUTOCONSTRUIDA

PROPIETARIO :
SR. PEDRO LABRA HUILLCA

UBICACIÓN :
CENTRO POBLADO DE COMPONE - SECTOR URB. LOS LICENCIADOS
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

ALUMNOS :
Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946
Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : INDICADA

LAMINA : AR31-2

FECHA : OCTUBRE 2024

Anexo IV: Ensayos

Anexo 95

Certificado de uso de laboratorio de mecánica de suelos y materiales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Av. de la cultura Nro. 733 – Escuela Profesional de Ingeniería Civil

CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

HACE CONSTAR:

Que los tesistas; conducentes a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil; Bach. **JOSSEP JHONATAN TACURI MESCCO** y Bach. **DICK FRANKY ZAMATA ROJAS**, hizo uso del laboratorio para ejecución de la tesis de investigación: **"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO"**

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

Nro	ENSAYO	NORMA	CANT.
01	Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría – Viga)	NTP 339.181	10
02	Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría – Columna)	NTP 339.181	10
03	Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría – Losa)	NTP 339.181	10
04	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería	NTP 339.605	03

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita por los interesados; con fines académicos para la tesis de investigación.

Cusco, 15 de abril del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Luz Marlene Nieto Palomino
Jefe de Laboratorio

Anexo 96

Certificado de uso de laboratorio de mecánica de suelos y materiales



METROLAB Y CALIDAD S.A.C.
Laboratorio de Metrología - Servicio con Tecnología y Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 654- LD -2024

Laboratorio de Dureza Página 1 de 2

Expediente	: 046-MYC-2024	
Solicitante	: Laboratorio de Mecanica de Suelos y Materiales G&C EIRL	
Direccion	: APV. Minka Mza. D, Lte. 1, San Sebastian - Cusco	
Instrumento de Medición	: ESCLEROMETRO - MARTILLO PARA CONCRETO	
Fabricante / Marca	: ARSOU GRUP	
Modelo	: 2C3-A	
Número de Serie	: SN 448	
Alcance de Indicacion	: 0 a 100 (adimencional)	
Resolucion	: 1 (adimencional)	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: S/N	
Lugar de calibración	: Laboratorio de Suelos G&C EIRL	
Fecha de Calibración	: 2024-01-23	

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Metodo de Calibracion

La calibracion se realizo por comparacion utilizando como referencia el metodo descrito en la norma ASTM C 805/805M-13a ENSAYO DE RESISTENCIA DE CONCRETO con Equipo no destructivo ESCLEROMETRO

Sello	Fecha de Emisión	Jefe de Laboratorio de Metrología
	2024-01-24	METROLAB Y CALIDAD S.A.C. Miguel Angel Ruiz Sulca JEFE LABORATORIO

METROLAB Y CALIDAD SAC - LABORATORIO DE METROLOGIA
Direccion: PASAJE SANTIAGO MZA. E, LOTE N° 2, SANTIAGO CUSCO - PERU Teléfono: (084) 206172 Cel: 976 648 580
www.metrolabycalidad.com • metrolab@metrolabycalidad.com • ventas@metrolabycalidad.com • metrolabycalidad@gmail.com

Anexo V: Estudio de Suelos

Anexo 97

Informe geotécnico de Estudio de Mecánica de Suelos

72
177

INGEOTECNIA
INGEOLAB
Geociencias Aplicadas

Estudio Geotécnico con fines de Cimentación :
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA I. E. I. N° 671 DEL CENTRO POBLADO DE COMPONE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE ANTA - CUSCO"

INFORME GEOTÉCNICO
VERIFICACION A NIVEL DE CIMENTACION



OBRA:

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL N° 671 DEL CENTRO POBLADO DE COMPONE DEL DISTRITO, PROVINCIA DE ANTA, REGION CUSCO

UBICACIÓN : ANTA- CUSCO

SOLICITA : CONSORCIO ANTA

MARZO - 2019

Urb. Ttio W – 26 Wanchaq Tel. 084 9737162-9949370 / 228803

Ing° Esp. Rosendo Y. Motta Zevallos
Especialista en Geociencias Aplicadas
Consultor C-4229

56
169

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos y al alcance del trabajo se concluye que:

a) La zona esta conformada por depósitos aluviales finos de origen cuaternario.

b) Se han realizado 04 puntos de verificación y se confirma que el suelo de fundación presenta condiciones y características homogéneas.

c) El suelo de fundación corresponde a un suelo grueso con finos identificado como una **ARENA ARCILLOSA LIMOSA SC-SM.**

d) El nivel de fundación deberá ser de -1,70m. considerando un enrocado ciclópeo de 0,80m. a 1.00m.

e) La capacidad de carga que presenta el suelo de fundación es de:

PISOS	Df	Qadm.	NF.
1	1,70m.	1,02	Si

f) Se ha evidenciado Nivel freático superficial a -0,50m. de profundidad y de acuerdo con el ensayo de sales y sulfatos la reacción del suelo al concreto es nula, por lo que deberá emplearse cemento Pórtland Tipo I. Por la presencia constante del nivel freático, se deberá enrocar el fondo de la cimentación.

Es mi informe

Ing. Rosendo Motta Zevallos
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 79776

Anexo VI: Panel Fotográfico

Figura 167

Encuesta a propietarios de las viviendas autoconstruidas seleccionadas



Figura 168

Encuesta a propietarios de las viviendas autoconstruidas seleccionadas



Figura 169

Levantamiento de medidas en campo de viviendas autoconstruidas



Figura 170

Encuesta a maestro de obra 01 ejecutor de las viviendas autoconstruidas



Figura 171

Encuesta a maestro de obra 02 ejecutor de las viviendas autoconstruidas



Figura 172

Encuesta a maestro de obra 03 ejecutor de las viviendas autoconstruidas



Figura 173

Encuesta a maestro de obra 04 ejecutor de las viviendas autoconstruidas



Figura 174

Inspección de viviendas autoconstruidas en ejecución



Figura 175

Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas tipificadas 01



Figura 176

Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas tipificadas 02



Figura 177

Obtención de agregado y ladrillo tipo bloquer de las ferreterías del C.P. Compone



Figura 178

Asentado de 03 prismas de albañilería



Figura 179

Refrentado de prismas de albañilería



Figura 180

Medición de prismas de albañilería



Figura 181

Ensayo a compresión axial de los 03 prismas de albañilería



Figura 182

Control de deformaciones de prismas de albañilería y tipo de falla





N

PLANO DE DELIMITACION DE LOS 6 SECTORES EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE

UNSAAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN :

"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE, ANTE LA ACCIÓN DE UN SISMO SEVERO Y MODERADO "

UBICACIÓN :

CENTRO POBLADO DE COMPONE
DISTRITO: ANTA
PROVINCIA: ANTA
DEPARTAMENTO: CUSCO

PLANO :

PLANO DE DELIMITACION DE LOS 6 SECTORES EN EL CENTRO POBLADO DE COMPONE

ALUMNOS :

Bach. Jossep Jhonatan Tacuri Mescco
Código. 171946

Bach. Dick Franky Zamata Rojas
Código. 154528

ESCALA : 1/10000

LAMINA : PL-01

FECHA : MAYO 2025

Anexo VIII: Matriz de Consistencia

Anexo 98

Matriz de Consistencia

	Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Var.	Indicadores	Dimensiones	Escala de Medición	Técnica/Instrumento de Medición
GENERAL	**PG:** ¿Cuál es el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone ante la acción de un sismo moderado, severo y muy raro?	**OG:** Evaluar el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el centro poblado de Compone ante la acción de un sismo moderado, severo y muy raro, de acuerdo con los criterios establecidos por el SEAOC VISIÓN 2000.	HG: Las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Centro Poblado de Compone cumplen con el objetivo básico de desempeño establecido por el SEAOC VISIÓN 2000 ante los tres niveles de intensidad sísmica: sismo moderado, sismo severo y sismo muy raro.	**Variable de estudio 01** Desempeño Sísmico	Clasificación del desempeño estructural frente a un sismo severo y moderado	Nivel de desempeño estructural	Completamente funcional Funcional Resguardo de Vida Cerca al Colapso Colapso	Evaluación de desempeño de acorde al SEAOC VISIÓN 2000
					Comparación entre el desempeño observado y el desempeño objetivo establecido	Aceptación de los niveles de desempeño esperados	Desempeño aceptable Desempeño inaceptable	Verificación de desempeño de acuerdo al SEAOC VISIÓN 2000
					Desplazamiento objetivo	Punto de desempeño	cm	Método de coeficientes del ASCE/SEI 41-17 / empleando la curva de capacidad
					Desplazamiento vs Fuerza Cortante Basal	Curva de Capacidad	m-tonf	Analisis Estático no Lineal (Pushover)según ASCE 41-17
					Porcentaje de desplazamiento relativo entre niveles	Deriva de entrepiso	%	Análisis dinámico modal espectral en software Etabs/Verificación con límites de derivas de acorde a la Norma E.030
ESPECÍFICOS	**PE.01:** ¿Las derivas laterales y las irregularidades estructurales de las viviendas autoconstruidas en el Centro Poblado de Compone cumplen con los límites establecidos por la Norma E.030?	**OE.01:** Determinar si las derivas laterales y las irregularidades estructurales presentes en las viviendas autoconstruidas de concreto armado en el Centro Poblado de Compone cumplen con los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana E.030.	**HE.01:** Las viviendas autoconstruidas de concreto armado no cumplen con los límites de derivas establecidos por la norma sismorresistente E.030 y presentan irregularidades en planta y elevación.	**Variable de estudio 02** Acción del Sismo	Nivel de demanda sísmica aplicado	Tipo de evento sísmico	Sismo moderado Sismo severo Sismo muy raro	Espectros de respuesta, Norma E.030, ATC-40 (1996), Hojas de Calculo
	PE.02: ¿Cuál es el comportamiento de la estructura de las viviendas autoconstruidas de concreto armado cuando sobrepase su capacidad elástica mediante el análisis estático no lineal Pushover?	**OE.02:** Determinar la curva de capacidad de la estructura mediante el análisis estático no lineal Pushover de las viviendas autoconstruidas de concreto armado.	**HE.02:** Las curvas de capacidad obtenidas mediante el análisis estático no lineal Pushover indican que las viviendas autoconstruidas de concreto armado presentan un comportamiento estructural similar en ambas direcciones principales de análisis.	**Variable de estudio 03** Tipología Estructural	Existencia de superVISIÓN técnica y calidad constructiva	Nivel de Autoconstrucción	Viviendas Autoconstruidas Viviendas construidas con superVISIÓN técnica	Entrevistas, encuestas, inspección visual
	PE.03: ¿Cuál es la ubicación del punto de desempeño en la curva de capacidad obtenida a través del análisis no lineal Pushover según la normativa ASCE 41-17 en las viviendas autoconstruidas de concreto armado?	**OE.03:** Determinar el punto de desempeño en la curva de capacidad del análisis no lineal utilizando el método de coeficientes según la normativa ASCE 41-17 en las viviendas autoconstruidas de concreto armado..	**HE.03:** Al determinar los puntos de desempeño en las curvas de capacidad de las viviendas autoconstruidas de concreto armado aplicando el método de los coeficientes según la normativa ASCE 41-17, se observa que dichos puntos se ubican en la zona elástica ante sismos ocasionales, y en la zona plástica frente a sismos raros y muy raros.		Resistencia característica a compresión del concreto en elementos estructurales (f'c).	Resistencia de Materiales	Kgf/cm²	Ensayos IN SITU
					Resistencia de fluencia del acero en elementos estructurales (f'y).		Kgf/cm²	Fichas técnicas
					Resistencia a compresión axial de albañilería (f'm).		Kgf/cm²	Ensayos en laboratorio
					Regularidad en planta y elevación	Configuración Estructural	Regular Irregular	Verificación de irregularidades según la Norma peruana E.030

Anexo IX: Procesamiento de Resultados del Análisis de las Viviendas Tipificadas Seleccionadas

1.1. Análisis de la Vivienda Tipificada N°07

1.1.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°07

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios, sala y comedor, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios y un servicio higiénico, el área techada total de la vivienda es de 45.12 m². La altura del primer nivel es de 3.10m, del segundo nivel 2.80 m y la altura de la azotea es de 2.50 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y un muro de albañilería, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.40 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m y un muro de albañilería de 12cm de espesor efectivo en el eje B-B en el primer nivel. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del eje 01-01 del primer y segundo nivel respectivamente. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.25 x 0.40 m, a su vez sobre estas columnas se encuentra apoyado la estructura de la cobertura metálica. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2, Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III, se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 1

Fachada exterior de la vivienda N°07

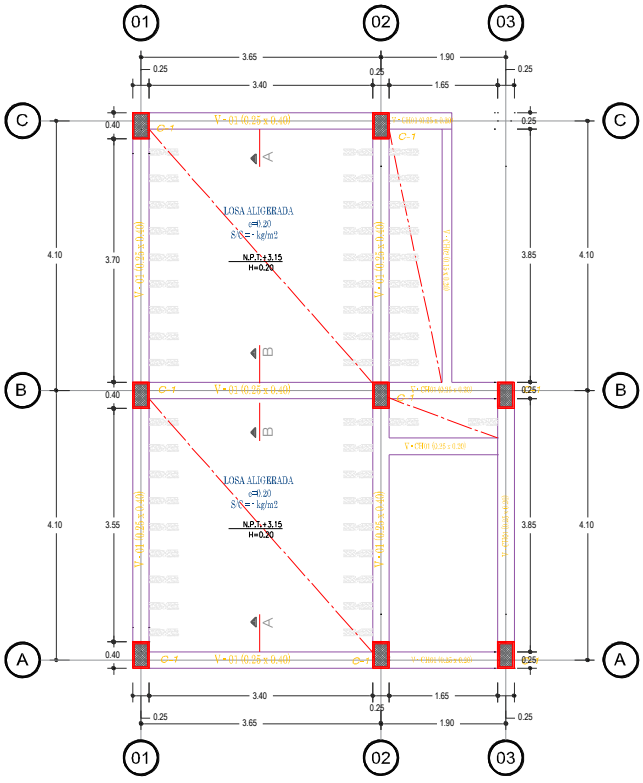


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°07.*

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 2

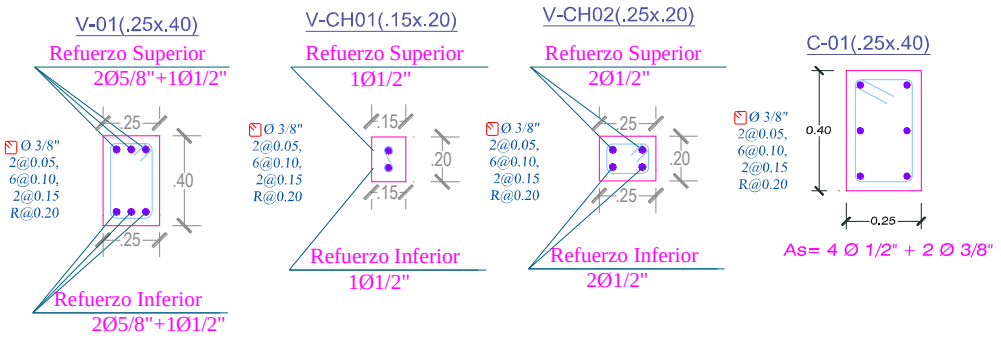
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N°07



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 3

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°07

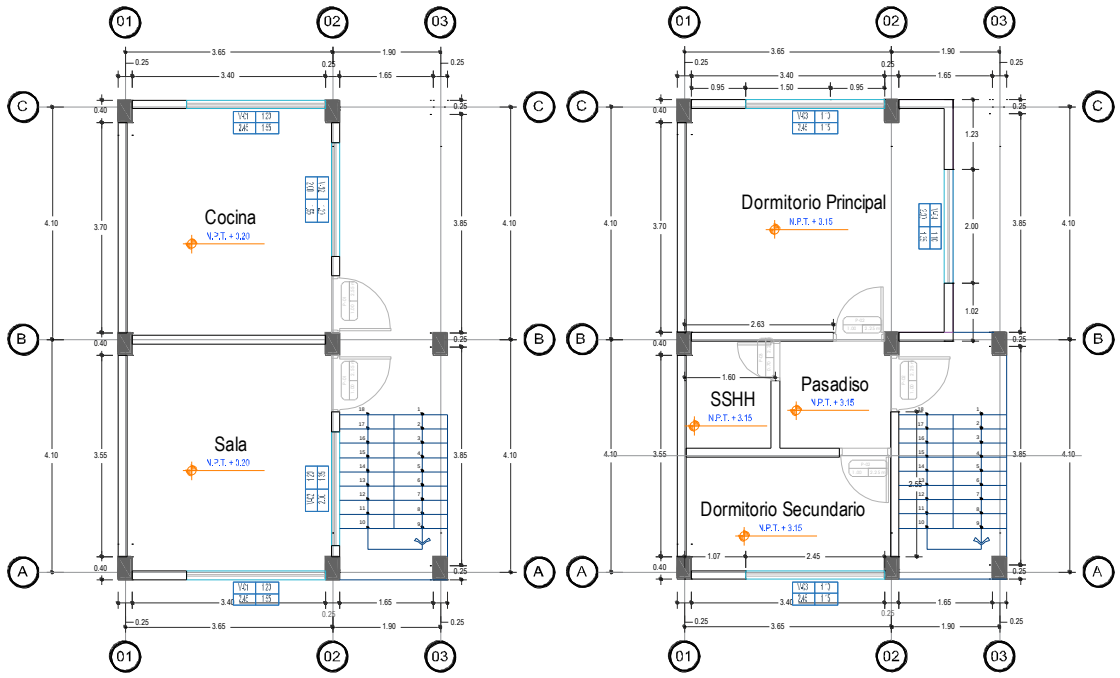


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 4

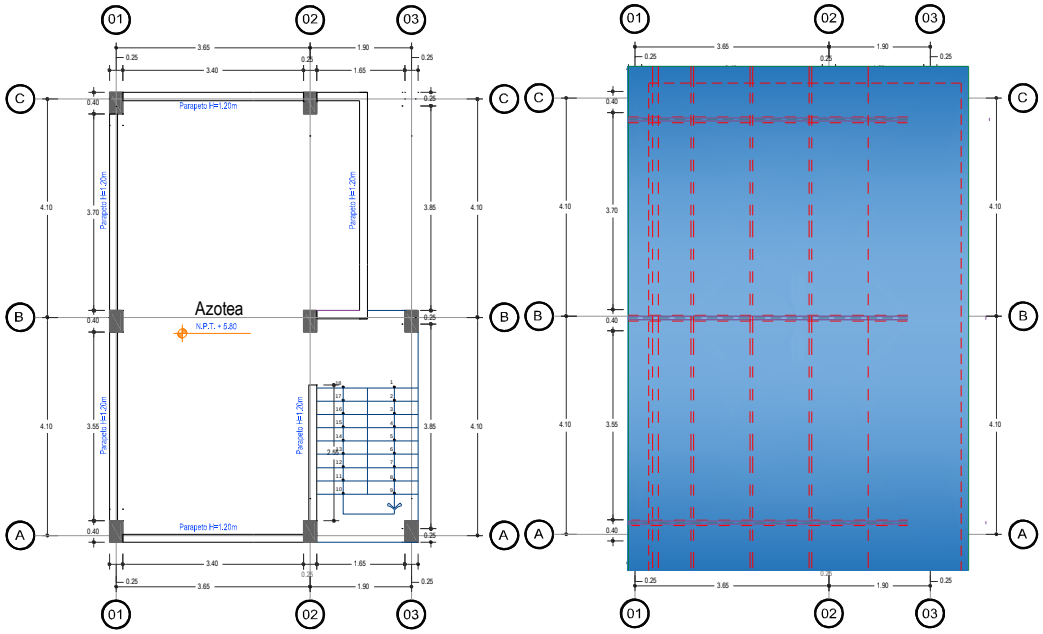
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°07



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 5

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N°07



Nota. En la imagen se evidencia que, en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado y una cobertura de techo autoportante de planchas de Aluzinc tipo arco apoyado sobre las columnas de concreto armado de la estructura.

1.1.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°07

Tabla 1

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°07

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 180 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad **E** = **15000** $* \sqrt{f'c}$ = 201246.12 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³

Yeso	▪	Peso unitario = 1000 kgf/m3

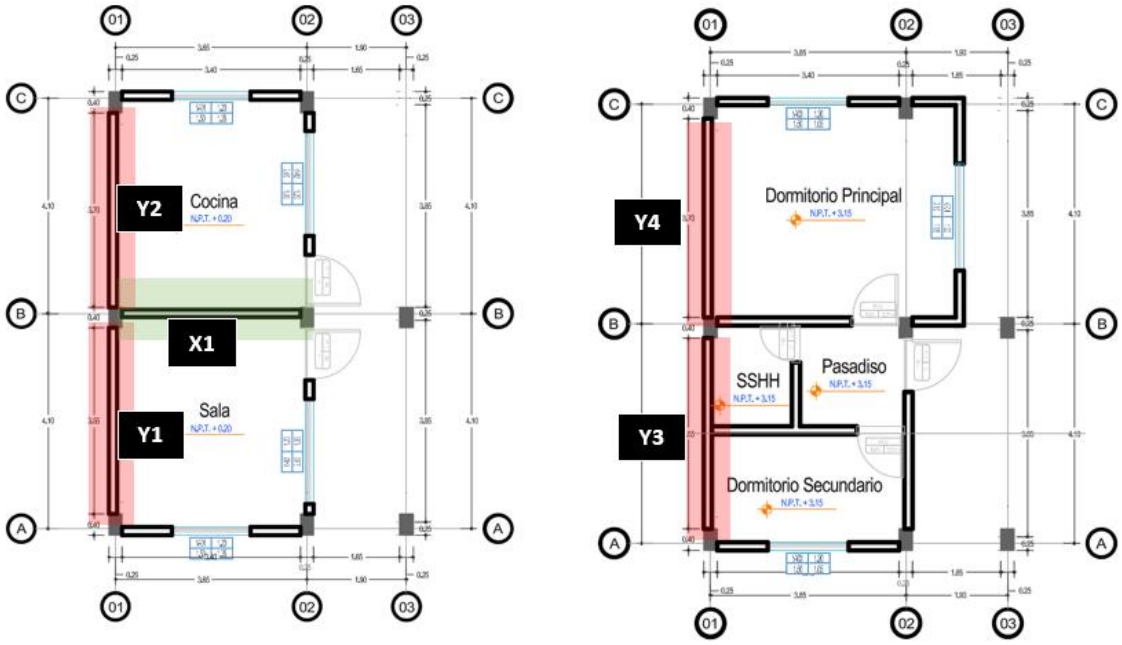
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.1.2.1. Propiedades lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°07

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 6

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°07



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 2

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N°07

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1	Muro Y2	Muro Y3	Muro Y4	Muro X1
Longitud de muro	L (cm)	355	370	355	370	340
Altura de muro	H (cm)	315	315	265	265	315
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	474.61	485.93	443.00	455.11	463.49
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.774	32.532	29.658	30.469	31.030
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	118.651	121.482	110.750	113.777	115.873
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.1.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°07

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 07 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 3

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°07

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 4

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°07

Descripción		Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 5

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°07

Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
	Cargas Distribuidas						
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Tot**	
Varios	Muro alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.45	1350	544	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.45	2000		

Varios		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.25	1350	500	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.25	2000		
Muro Y3T2		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.25	1350	275	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.25	2000		
L=	3.5	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.43	1.11	1350		
Muro Y4T2		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.25	1350	272	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.25	2000		
L=	3.7	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.55	1.14	1350		
		Cargas Puntuales						
Entre Eje A-B y 01-02		Muro en dirección de X-X de Dormitorio	0.12	2.70	2.45	1350	1469	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro de dormitorio	0.03	2.70	2.45	2000		
Entre Eje A-B y 01-02		Muro en dirección de Y-Y de SSHH	0.12	1.20	2.45	1350	653	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	1.20	2.45	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 6

Cargas muertas de muros de albañilería y cobertura metálica en azotea de la vivienda N°07

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Varios	Muro alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15		1.20	1350	243	Kg/m
	Cargas Puntuales sobre columnas de apoyo de cobertura metálica						

	Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
COL A - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	1.95	2.73		5.60	38	Kg
	Peso de Cercha metálica	1.95			4.10		
COL A - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	2.78	2.73		5.60	54	Kg
	Peso de Cercha metálica	2.78			4.10		
COL A - 03	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	1.67	2.73		5.60	32	Kg
	Peso de Cercha metálica	1.67			4.10		
COL B - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	1.95	4.03		5.60	52	Kg
	Peso de Cercha metálica	1.95			4.10		
COL B - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	2.78	4.03		5.60	74	Kg
	Peso de Cercha metálica	2.78			4.10		
COL B - 03	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	1.67	4.03		5.60	45	Kg
	Peso de Cercha metálica	1.67			4.10		
COL C - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	1.95	2.73		5.60	38	Kg
	Peso de Cercha metálica	1.95			4.10		
COL C - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	4.45	2.73		5.60	86	Kg
	Peso de Cercha metálica	4.45			4.10		

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.1.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°07

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 7

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°07

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
3	0.29	2.82
2	3.85	37.78
1	4.71	46.17
Total	**8.848**	**86.77**

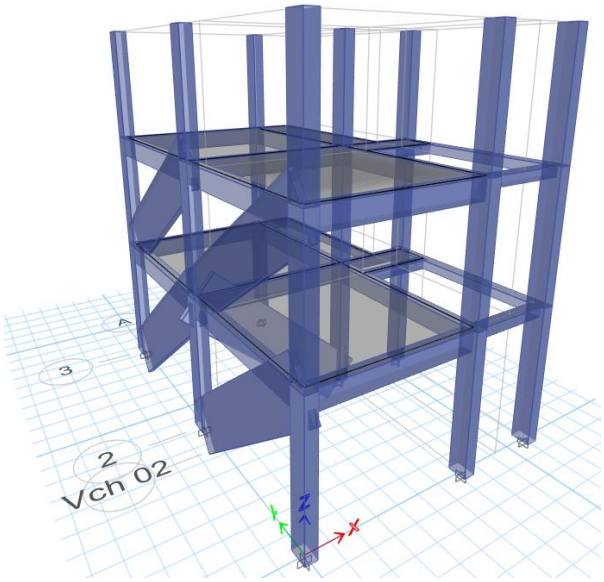
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.1.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°07

El modelo numérico lineal se desarrolló utilizando el software ETABS V21.0. Las vigas y columnas se modelaron como elementos tipo frame, los muros de albañilería se representaron mediante elementos tipo frame para representarlos mediante puntales diagonales equivalentes que a su vez se le asignaron restricciones para que trabajen solo a carga axial a compresión despreciando los momentos actuantes en las direcciones XX e YY. Para el modelado de la losa aligerada se utilizaron elementos tipo membrana, debido a que esta únicamente presenta acero de refuerzo no confinado en viguetas en una sola dirección. Este tipo de modelación permite descartar la rigidez frente a cargas perpendiculares al plano de la losa, considerándola únicamente como un elemento de distribución de cargas verticales hacia las vigas y columnas que la delimitan. Se asumió que los elementos verticales están empotrados en la base de la edificación. Además, se consideró un diafragma rígido por nivel, con tres grados de libertad: desplazamientos en las direcciones X y Y, y rotación en el eje Z.

Figura 7

Modelo tridimensional de la vivienda N°7



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.1.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°07 Mediante la Normativa E.030

1.1.6.1. Parámetros Sísmicos Para la Vivienda N°07

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 8

Parámetros sísmicos para la vivienda N°07

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	7.20
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	1.80

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

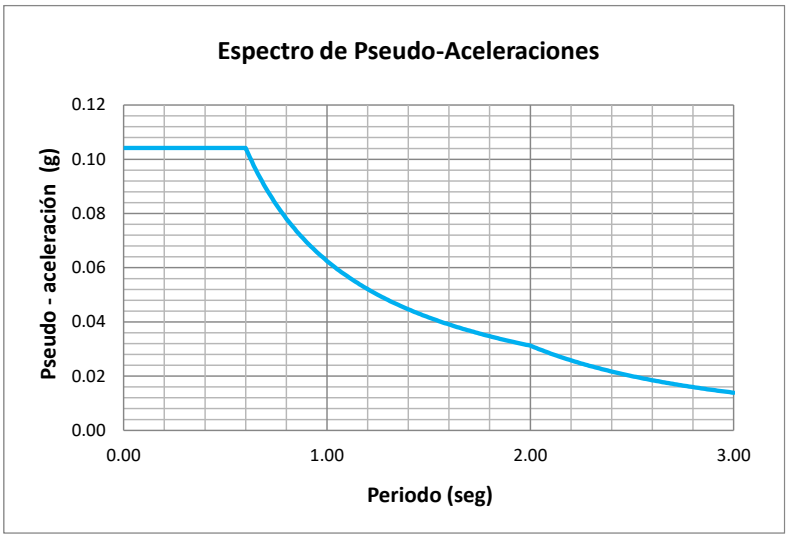
1.1.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones Para la Vivienda N°07

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°07. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 8

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°07



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 9

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°07

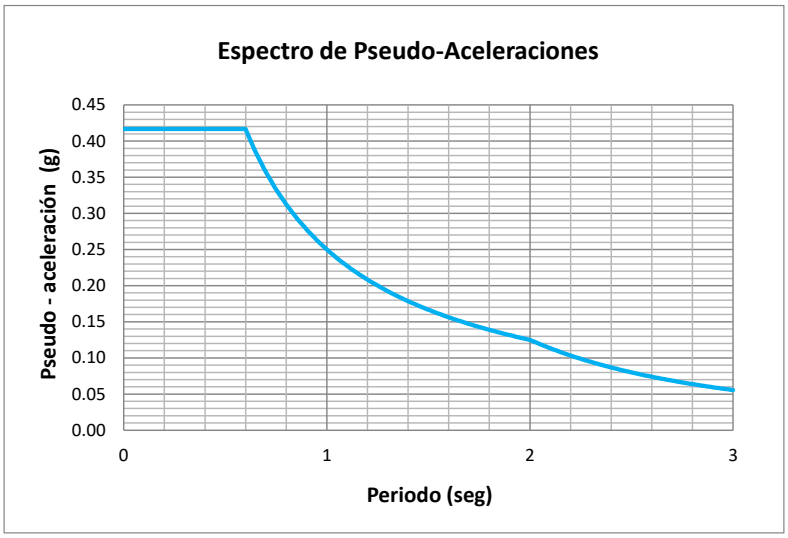
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.1042	0.41	0.1042	0.81	0.0772	1.21	0.0517	1.61	0.0388
0.04	0.1042	0.44	0.1042	0.84	0.0744	1.24	0.0504	1.64	0.0381
0.07	0.1042	0.47	0.1042	0.87	0.0718	1.27	0.0492	1.67	0.0374
0.10	0.1042	0.50	0.1042	0.90	0.0694	1.30	0.0481	1.70	0.0368
0.13	0.1042	0.53	0.1042	0.93	0.0672	1.33	0.0470	1.73	0.0361

0.16	0.1042	0.56	0.1042	0.96	0.0651	1.36	0.0460	1.76	0.0355
0.19	0.1042	0.59	0.1042	0.99	0.0631	1.39	0.0450	1.79	0.0349
0.22	0.1042	0.62	0.1008	1.02	0.0613	1.42	0.0440	1.82	0.0343
0.25	0.1042	0.65	0.0962	1.05	0.0595	1.45	0.0431	1.85	0.0338
0.28	0.1042	0.68	0.0919	1.08	0.0579	1.48	0.0422	1.88	0.0332
0.31	0.1042	0.71	0.0880	1.11	0.0563	1.51	0.0414	1.91	0.0327
0.34	0.1042	0.74	0.0845	1.14	0.0548	1.54	0.0406	1.94	0.0322
0.37	0.1042	0.77	0.0812	1.17	0.0534	1.57	0.0398	1.97	0.0317
0.40	0.1042	0.80	0.0781	1.20	0.0521	1.60	0.0391	2.00	0.0313

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 9

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°07



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 10

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°07

T (seg)	**Sa (g)**	**T (seg)**	**Sa (g)**	**T (seg)**	**Sa (g)**	**T (seg)**	**Sa (g)**	**T (seg)**	**Sa (g)**
0.01	0.4167	0.41	0.4167	0.81	0.3086	1.21	0.2066	1.61	0.1553
0.04	0.4167	0.44	0.4167	0.84	0.2976	1.24	0.2016	1.64	0.1524
0.07	0.4167	0.47	0.4167	0.87	0.2874	1.27	0.1969	1.67	0.1497
0.10	0.4167	0.50	0.4167	0.90	0.2778	1.30	0.1923	1.70	0.1471

0.13	0.4167	0.53	0.4167	0.93	0.2688	1.33	0.1880	1.73	0.1445
0.16	0.4167	0.56	0.4167	0.96	0.2604	1.36	0.1838	1.76	0.1420
0.19	0.4167	0.59	0.4167	0.99	0.2525	1.39	0.1799	1.79	0.1397
0.22	0.4167	0.62	0.4032	1.02	0.2451	1.42	0.1761	1.82	0.1374
0.25	0.4167	0.65	0.3846	1.05	0.2381	1.45	0.1724	1.85	0.1351
0.28	0.4167	0.68	0.3676	1.08	0.2315	1.48	0.1689	1.88	0.1330
0.31	0.4167	0.71	0.3521	1.11	0.2252	1.51	0.1656	1.91	0.1309
0.34	0.4167	0.74	0.3378	1.14	0.2193	1.54	0.1623	1.94	0.1289
0.37	0.4167	0.77	0.3247	1.17	0.2137	1.57	0.1592	1.97	0.1269
0.40	0.4167	0.80	0.3125	1.20	0.2083	1.60	0.1563	2.00	0.1250

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.1.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°07

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 11

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N°07

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir. X	Masa Participante Dir. Y	Masa Acumulada Dir. X	Masa Acumulada Dir. Y
1	0.354	0.024	0.226	0.024	0.226
2	0.319	0.753	0.010	0.777	0.237
3	0.156	0.000	0.655	0.777	0.891
4	0.124	0.212	0.004	0.989	0.895
5	0.112	0.004	0.042	0.992	0.937
6	0.086	0.008	0.000	1.000	0.937

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.319 seg y en la dirección YY es de 0.156 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.1.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°07

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.
- Es menor al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 12

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°07

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	0.56	0.0042	131.6	92.1	105.3	-	-
2	5.11	0.0031	1648.9	1154.2	712.2	REGULAR	REGULAR
1	7.20	0.0011	6828.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 13

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°07

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	1.50	0.0077	194.0	135.8	155.2	-	-
2	15.71	0.0049	3212.0	2248.4	1362.4	REGULAR	REGULAR
1	25.40	0.0024	10384.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 80% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 14

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°07

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.
- Es menor al 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 15

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°07

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel. (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	0.56	0.0042	131.6	78.9	92.1	-	-
2	5.11	0.0031	1648.9	989.3	623.2	REGULAR	REGULAR
1	7.20	0.0011	6828.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	1

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 16

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°07

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel. (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	1.50	0.0077	194.0	116.4	135.8	-	-
2	15.71	0.0049	3212.0	1927.2	1192.1	REGULAR	REGULAR
1	25.40	0.0024	10384.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 65% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 17

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°07

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Esta forma de irregularidad surge cuando el peso sísmico de un piso es mayor que 1.5 veces al piso sísmico del piso adyacente.

Tabla 18

Verificación de la irregu*laridad de masa o peso en la vivienda N°07*

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif. Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif. Piso Inferior
3	0.29	2.82	-	-	0.07	REGULAR
2	3.85	37.78	13.40	REGULAR	0.82	REGULAR
1	4.71	46.17	1.22	REGULAR	-	-
Total	**8.848**	**86.77**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Esta irregularidad se produce cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales de un entrepiso es mayor a 1.3 veces la dimensión correspondiente en un piso adyacente.

Tabla 19

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°07

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 10% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 20

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°07

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 25% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 21

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°07

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 22

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°07

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.1.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°07

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de Irregularidad Torsional

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Para determinar si la estructura de la vivienda presenta irregularidad torsional en planta, en cualquiera de las direcciones del análisis, se requiere verificar que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso sea mayor que el 50% del desplazamiento permisible para estructuras de concreto armado.

Tabla 23

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°07

	DIRECCION X		DIRECCION Y	
Piso	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx.**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx.**
3	0.0032	NO REQ VERIF	0.0020	NO REQ VERIF
2	0.0050	SI REQ VERIF	0.0030	SI REQ VERIF
1	0.0026	NO REQ VERIF	0.0028	SI REQ VERIF

Nota. La estructura se requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 24

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°07

Piso	**Despl. Max. (m)**	**Despl. Prom. (m)**	**Ratio**	**Verif Dir X (Factor 1.3)**
3	0.0049	0.0045	1.070	REGULAR
2	0.0036	0.0033	1.073	REGULAR
1	0.0013	0.0012	1.118	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 25

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°07

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
3	0.0142	0.0092	1.540	IRREGULAR
2	0.0110	0.0070	1.572	IRREGULAR
1	0.0056	0.0037	1.515	IRREGULAR
			Ipy	0.75

Nota. Si existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Tabla 26

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°07

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
3	1.070	1.540	REGULAR	IRREGULAR
2	1.073	1.572	REGULAR	IRREGULAR
1	1.118	1.515	REGULAR	IRREGULAR
		Ip	**1**	**0.6**

Nota. Si existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Esta irregularidad se presenta cuando existen esquinas entrantes en la configuración de la planta de la edificación, y las dimensiones de dichas esquinas entrantes, en ambas direcciones, exceden el 20% de la dimensión total de la planta en esas mismas direcciones.

Tabla 27

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°07

SI	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	0.9
SI	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	0.9

Nota. Si existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Esta irregularidad se presenta cuando los diafragmas presentan discontinuidades excesivas o presentan variaciones excesivas en rigidez, cuando existe aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta, cuando existe secciones transversales del diafragma menores al 25% de la sección total en ambas direcciones.

Tabla 28

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°07

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	**Ip**	**1**
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	**Ipx**	**1**
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	**Ipy**	**1**

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Esta irregularidad se presenta cuando se presentan inclinaciones de los ejes de los pórticos mayores a 30 grados en ambas direcciones.

Tabla 29

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°07

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 30

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°07

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	0.9

Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	0.6

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura irregular en las direcciones XX y YY, por presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 31

Factores de irregularidad de la vivienda N°07

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	0.9
	Ipy	0.6

Tabla 32

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°07

Clasificación de la estructura	Dirección X	IRREGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 33

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°07

ITEM		**Dirección X**		**Dirección Y**
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	0.90	Ipy	0.60
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	Rx	7.20	Ry	1.80

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción disminuyen debido a la existencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.1.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°07

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 34

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	7.2	0.85	6.12
Y	0.005	1.8	0.85	1.53

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras con irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.85.

Tabla 35

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 36

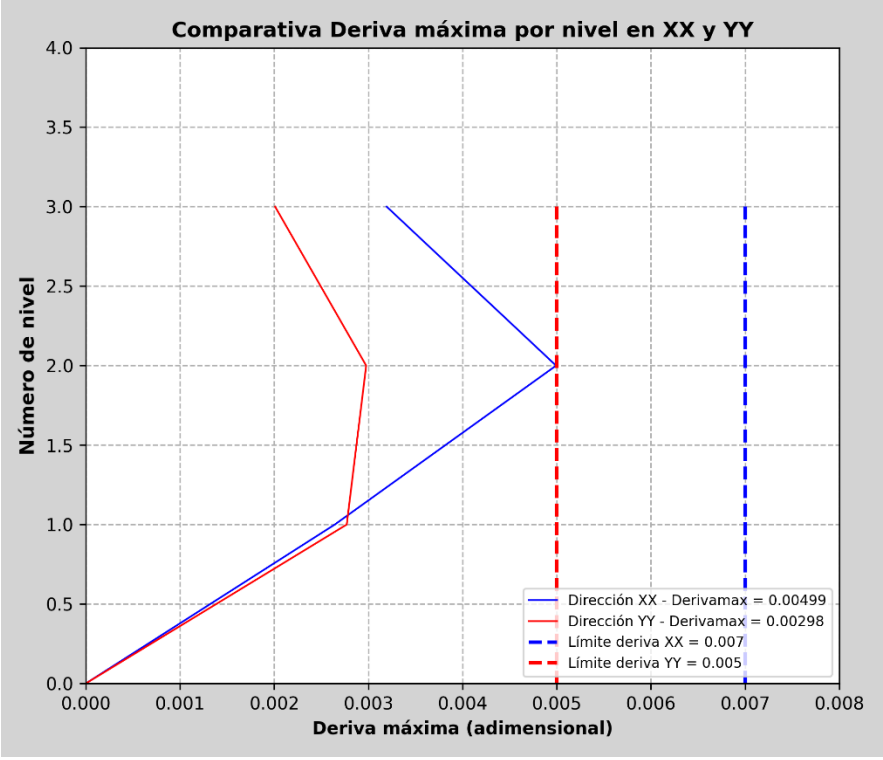
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.80	0.50	3.02	2.20
2	280	1.40	0.83	2.22	1.69
1	310	0.82	0.86	0.82	0.86
	Suma	**3.02**	**2.20**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 10

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°07



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 4.9% el cual no supera el límite establecido para

estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.7% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.1.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°07

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 90 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

El factor de reducción sísmica queda definido a partir de las siguientes condicionales.

Si $T < T_P$ $\quad C = 2.5$

Si $T_P < T < T_L$ $\quad C = 2.5 * (\frac{T_P}{T})$

Si $T > T_L$ $\quad C = 2.5 * (\frac{T_P - T_L}{T})$

Tabla 37

Fuerza cortante estática de la vivienda N°07

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	7.20
	Ry =	1.80
Periodo fundamental	Tx =	0.319 s
	Ty =	0.156 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	86.77 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	9.04 tonf
	Vy =	36.15 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X:	Cx/Rx =	0.35	BIEN
Dir. Y:	Cy/Ry =	1.39	BIEN

Tabla 38

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	9.04	90%	8.13	7.20	AMPLIFICAR	11.0845
Y	36.15	90%	32.54	25.40	AMPLIFICAR	12.5628

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 90 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de las fuerzas cortantes basales actuantes provenientes del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 39

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°07

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	9.04	90%	8.13	8.13	BIEN	11.08
Y	36.15	90%	32.54	32.54	BIEN	12.56

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.1.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°07

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique. En el presente estudio, se ha considerado como resistencia de rotura del tabique la resistencia a la tracción diagonal, ya que este tipo de falla es el modo de colapso más representativo en los muros de albañilería.

Tabla 40

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P / tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y3T2	DERIVA X-X	Max	0.6201	29.66	CUMPLE
Story2	D4	Y4T2	DERIVA X-X	Max	0.3541	30.47	CUMPLE
Story1	D3	Y1T1	DERIVA X-X	Max	0.4058	31.77	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	DERIVA X-X	Max	0.4577	32.53	CUMPLE
Story1	D5	X1T1	DERIVA X-X	Max	8.0192	31.03	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 41

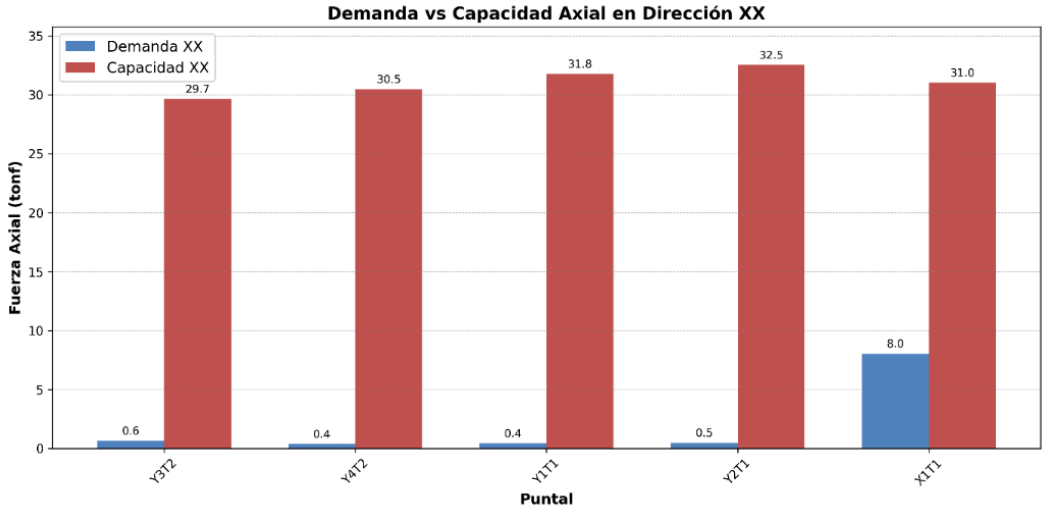
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y3T2	DERIVA Y-Y	Max	10.2902	29.66	CUMPLE
Story2	D4	Y4T2	DERIVA Y-Y	Max	9.9084	30.47	CUMPLE
Story1	D3	Y1T1	DERIVA Y-Y	Max	15.2851	31.77	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	DERIVA Y-Y	Max	16.0474	32.53	CUMPLE
Story1	D5	X1T1	DERIVA Y-Y	Max	4.5661	31.03	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 11

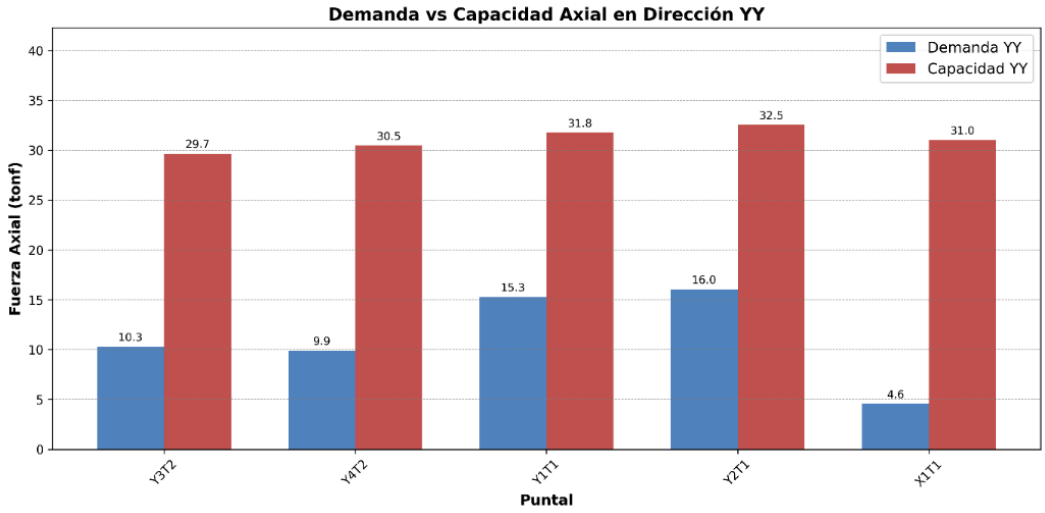
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 12

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.1.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°07

1.1.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

En un análisis no lineal estático, es fundamental considerar el aporte de las secciones de acero estructural de todos los elementos estructurales (vigas y columnas), los cuales están sometidos a diversos tipos de carga, incluyendo momentos flectores y esfuerzos de flexo-compresión. La determinación del área de acero en dichos elementos se realizará a partir de los planos estructurales de las viviendas tipificadas, elaborados con base en el levantamiento de información en campo y en las encuestas aplicadas a los maestros de obra.

1.1.7.1.1. Vigas Estructurales

La cantidad de acero asignada en las vigas de concreto armado se consideró a partir del acero longitudinal ubicado en la parte superior e inferior de la viga, tanto en los extremos iniciales como finales de cada tramo. El área de refuerzo fue determinada utilizando los valores

nominales proporcionados por la empresa Aceros Arequipa, marca identificada en los elementos estructurales de las viviendas tipificadas.

Tabla 42

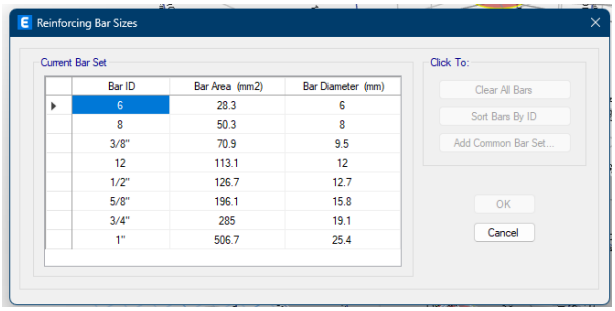
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 13

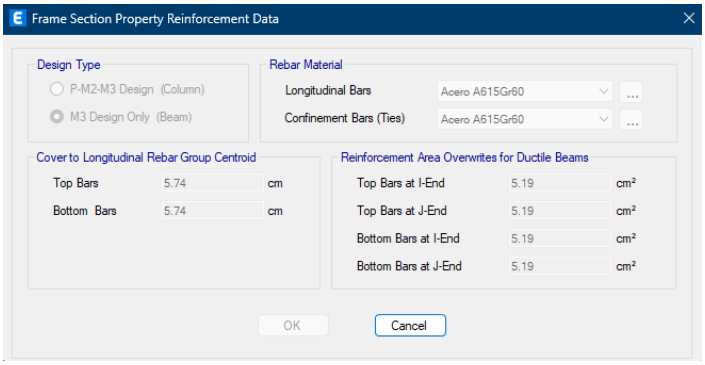
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 14

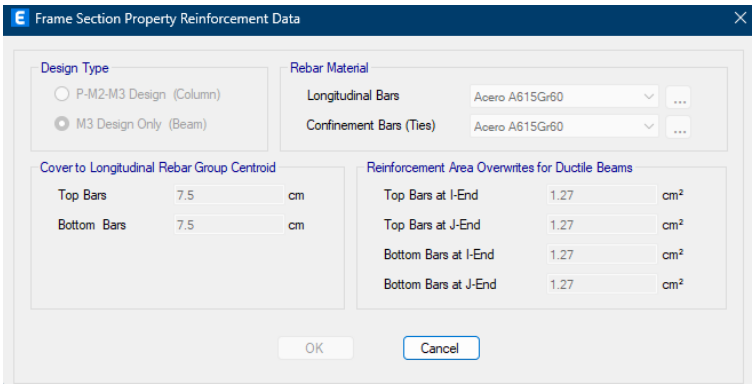
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°07



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 15

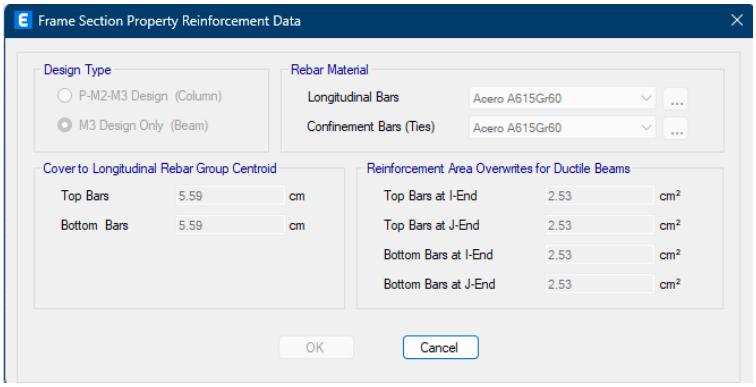
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°07



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 16

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°07



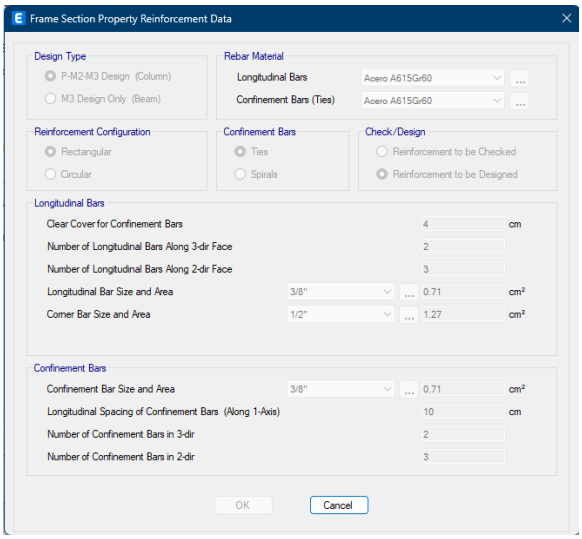
Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.1.7.1.2. Columnas Estructurales

La cantidad de acero estructural en las columnas fue definida a lo largo de toda su longitud, incluyendo el acero de confinamiento con su respectiva separación promedio. Las secciones y diámetros del acero considerados corresponden a la marca Aceros Arequipa, identificada previamente in situ durante el levantamiento de información.

Figura 17

Asignación de área de acero en Columna de 0.25x0.40 de Vivienda N°07



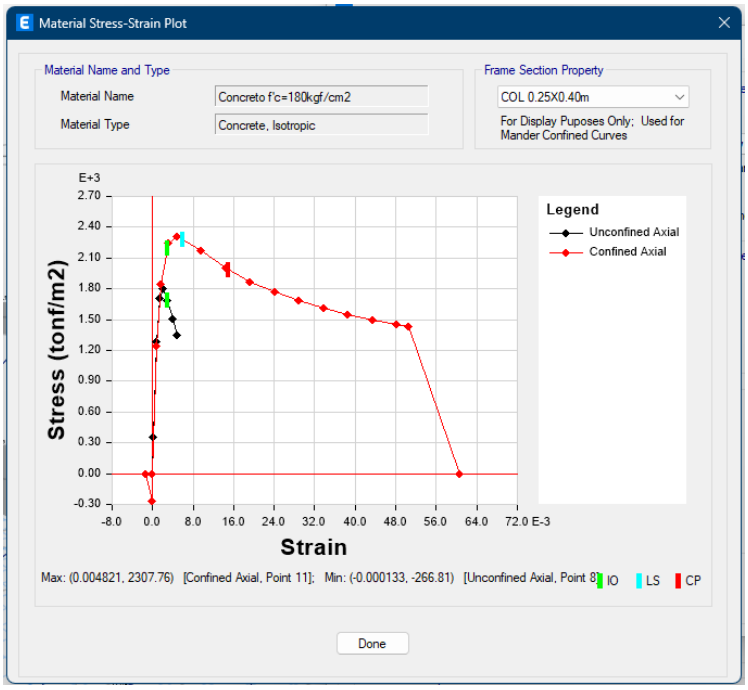
Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.1.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

La representación de la no linealidad en los elementos de concreto armado se llevó a cabo mediante el uso de elementos con plasticidad tipo fibra, controlados por deformaciones y capaces de trabajar bajo carga axial y momentos flectores en las direcciones X-X e Y-Y. Se asignó una longitud de fibra equivalente al 10 % de la longitud total del elemento estructural, ubicada en los extremos de vigas y columnas, donde se concentran los mayores esfuerzos. En estos elementos tipo fibra se definieron las propiedades mecánicas de los materiales, tales como la resistencia característica a la compresión y el módulo de elasticidad. Cabe resaltar que, en el modelo numérico desarrollado en el software ETABS v21.0, se seleccionó el modelo de Mander para la representación del comportamiento no lineal del concreto.

Figura 18

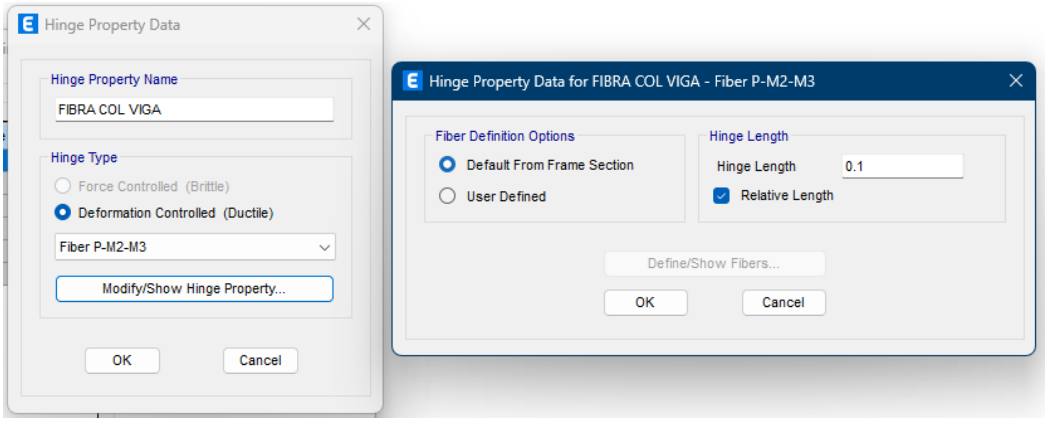
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 19

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°07



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.1.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales

Para la modelación del comportamiento no lineal de los elementos de albañilería que conforman la estructura, se asignaron rótulas axiales en la mitad de la longitud de los puntales.

Estas rótulas fueron definidas en función de la carga axial de compresión actuante y de la deformación axial desarrollada a lo largo del eje del puntal.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 43

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°07

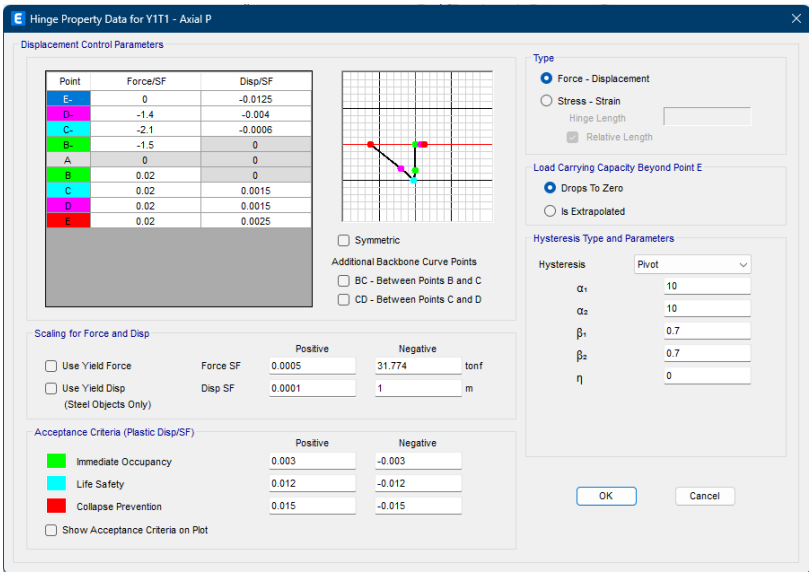
Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro Y1**	**Muro Y2**	**Muro Y3**	**Muro Y4**	**Muro X1**
Longitud de muro	L (cm)	355	370	355	370	340
Altura de muro	H (cm)	315	315	265	265	315
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	474.61	485.93	443.00	455.11	463.49
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.774	32.532	29.658	30.469	31.030
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	118.651	121.482	110.750	113.777	115.873
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 20

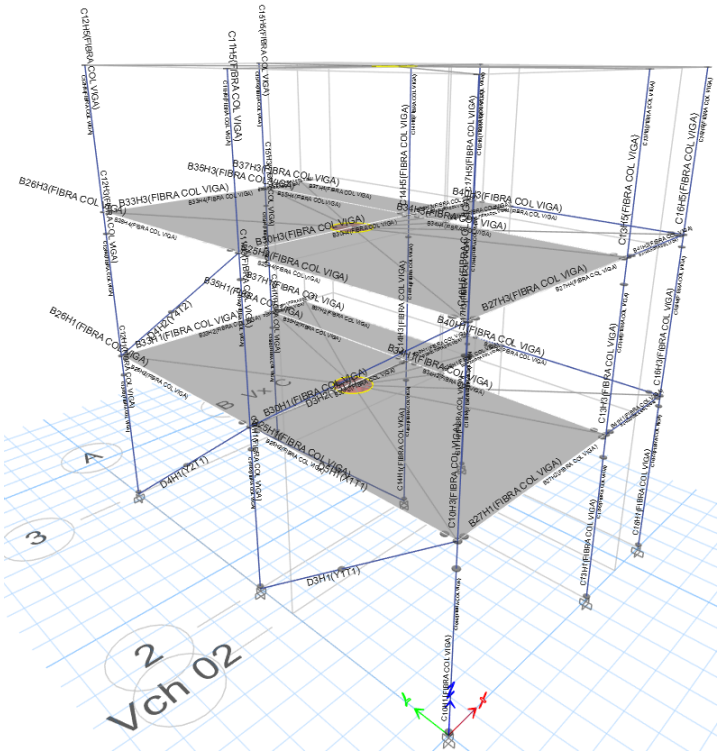
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°07



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 21

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°07



Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.1.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

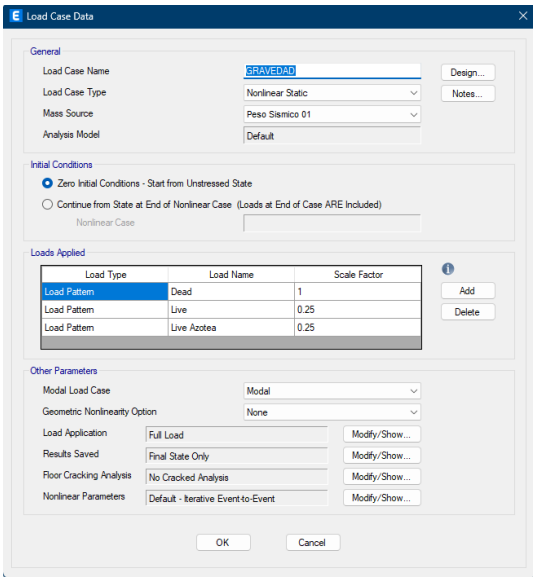
Según el (ASCE/SEI 41-17, 2017) en el Capítulo 07 se establece que, para el procedimiento no lineal estático, la primera condición de carga a considerar es el peso propio efectivo de la estructura. Posteriormente, se deben aplicar cargas laterales monotónicas en el último nivel, en un nudo representativo donde se concentre la fuerza de inercia dinámica (próximo al centro de masas), en las direcciones X e Y del análisis sísmico, hasta alcanzar el desplazamiento máximo asociado al colapso.

Para la definición de la carga gravitacional en el análisis no lineal estático se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipo de carga: No lineal estático
- La carga se aplica desde una configuración inicial sin deformaciones (estructura sin deformar)
- El patrón de carga aplicado corresponde a 100% de la carga muerta (CM) + 25% de la carga viva (CV) + 25% de la carga viva de azotea.

Figura 22

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°07



Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

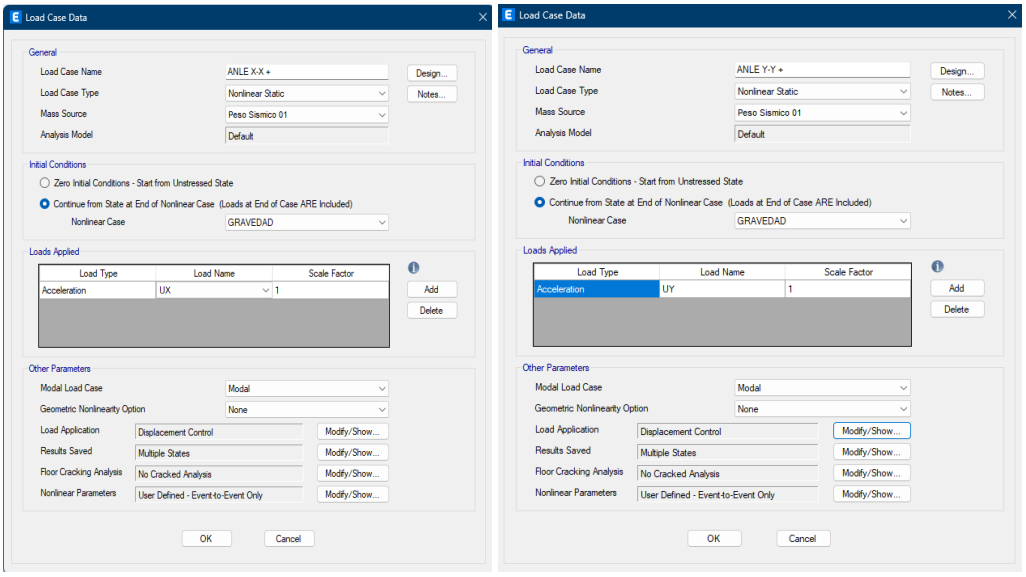
Para la definición de la carga monotónica no lineal se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de carga: No lineal estático.
- La condición inicial de la estructura corresponde al estado en el que ya se ha aplicado la carga gravitacional.
- La distribución de la carga lateral se da en función de una aceleración constante.

En el caso de la vivienda N.º 07, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.08 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.052 m, valor menor debido a la mayor rigidez estructural identificada en esa dirección, proporcionada por los puntales de albañilería. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “20”.

Figura 23

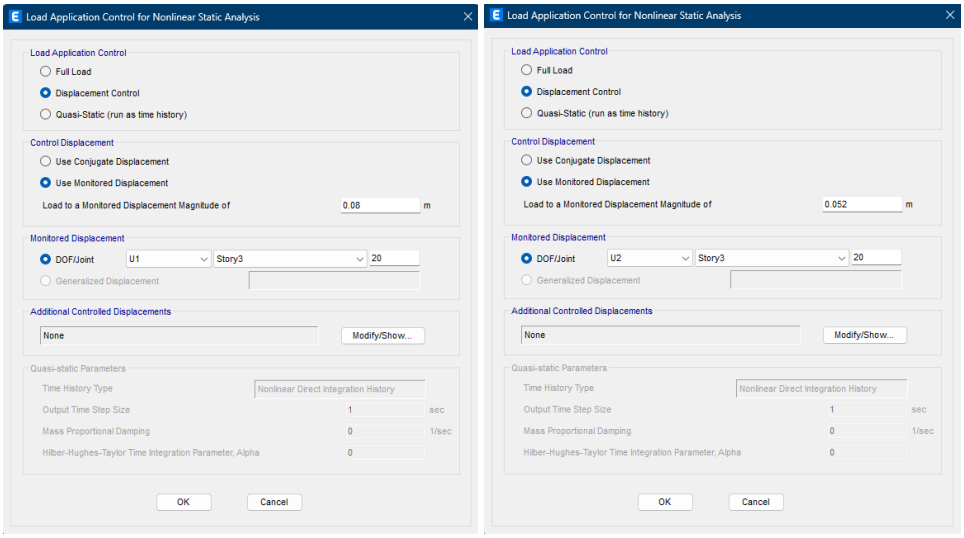
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°07



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 24

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N°07



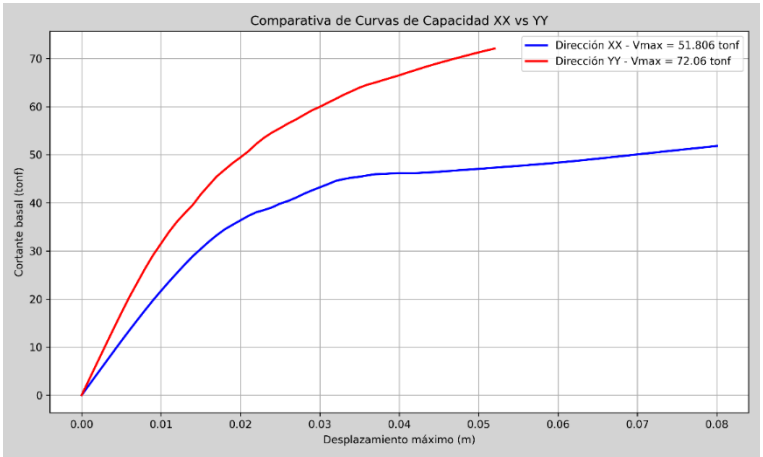
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.1.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 25

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°07



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 51.80 tonf y 72.06 tonf respectivamente para cada dirección.

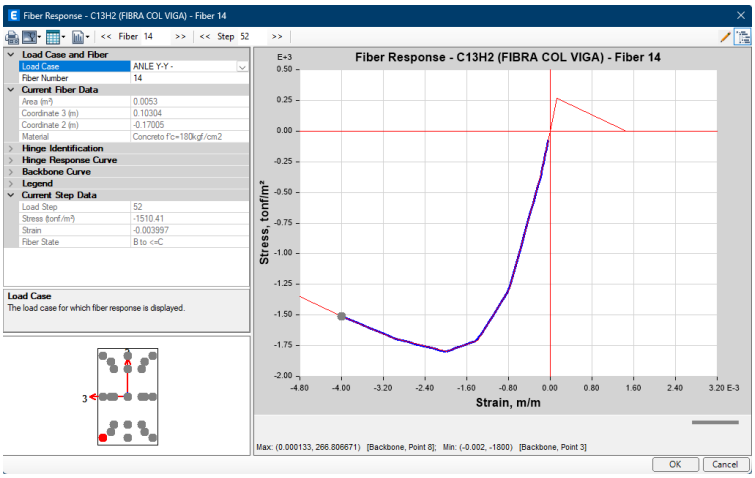
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 72.06 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo

de 21.809 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (5.2 cm) en comparación con la dirección X-X (8.0 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 26

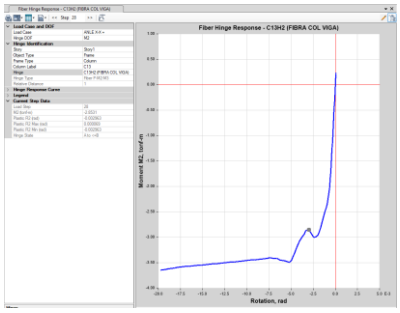
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°07



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 5.2 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 27

Gráfico momento – rotación de la primera columna que falla en ANLE-XX de la vivienda N°07



Nota. Se observó que, para un desplazamiento de 3.0 cm, la columna presentó una disminución en la rotación correspondiente a un momento de 3.00 tonf·m, lo cual indica que el concreto alcanzó su capacidad máxima de resistencia, iniciándose así el proceso de degradación del material.

1.1.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°07

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}}$$

Tabla 44

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.156	te(seg)	0.323
ke(tonf/m)	2199.672	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	2259.769	Vy (tonf)	32.921
ti(seg)	0.319	W(tonf)	86.768
c2	1.026	cm	1.000
delta(cm)	3.467	ustrg	2.471

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 3.467 cm.

Tabla 45

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.125	te(seg)	0.322
ke(tonf/m)	2214.606	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	2259.769	Vy (tonf)	30.071
ti(seg)	0.319	W(tonf)	86.768
c2	1.016	cm	1.000
delta(cm)	2.654	ustrg	2.164

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 2.654 cm.

Tabla 46

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.112	te(seg)	0.319
ke(tonf/m)	2259.850	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	2259.769	Vy (tonf)	16.076
ti(seg)	0.319	W(tonf)	86.768
c2	1.013	cm	1.000
delta(cm)	1.281	ustrg	2.024

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.281 cm.

Tabla 47

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.937	te(seg)	0.156
ke(tonf/m)	3444.439	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	3442.629	Vy (tonf)	26.668
ti(seg)	0.156	W(tonf)	86.768

c2	1.216	cm	1.000
delta(cm)	1.601	ustrg	3.050

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 1.601 cm.

Tabla 48

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.838	te(seg)	0.156
ke(tonf/m)	3444.439	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	3442.629	Vy (tonf)	22.956
ti(seg)	0.156	W(tonf)	86.768
c2	1.173	cm	1.000
delta(cm)	1.173	ustrg	2.835

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 1.173 cm.

Tabla 49

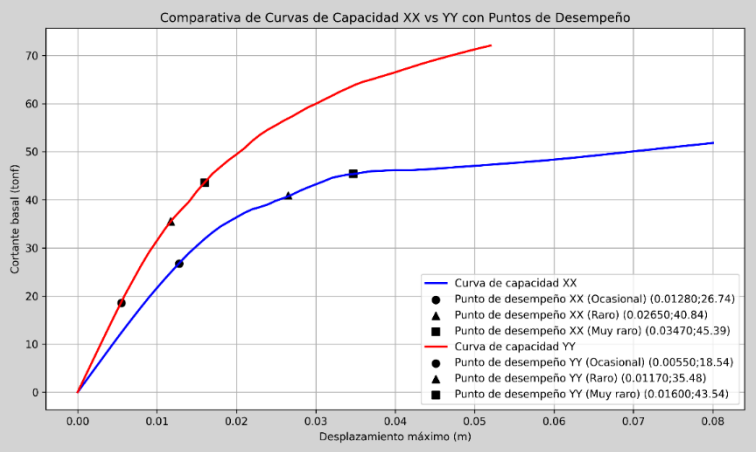
Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N°07

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.757	te(seg)	0.156
ke(tonf/m)	3444.439	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	3442.629	Vy (tonf)	12.249
ti(seg)	0.156	W(tonf)	86.768
c2	1.141	cm	1.000
delta(cm)	0.545	ustrg	2.656

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 0.545 cm.

Figura 28

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°07



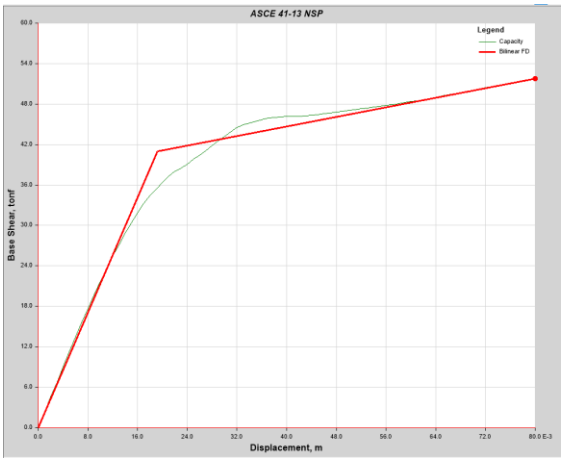
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.1.7.7. Determinación del nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°07

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 29

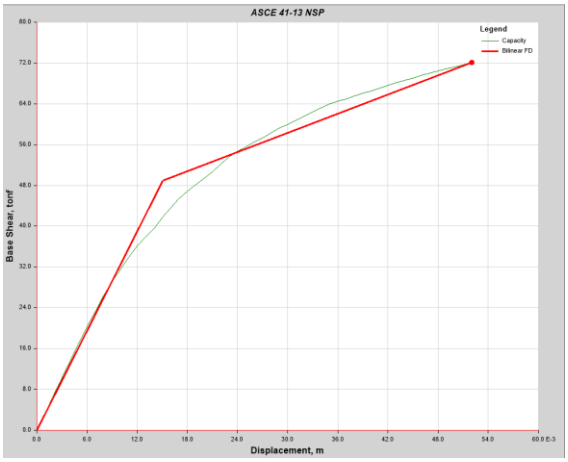
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°07



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.92cm.

Figura 30

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°07



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.50cm.

Tabla 50

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°07

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.92
Funcional	IO	3.744
Resguardo de vida	LS	5.568
Cerca al colapso	CP	6.784
Colapso	COLAPSO	8

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 51

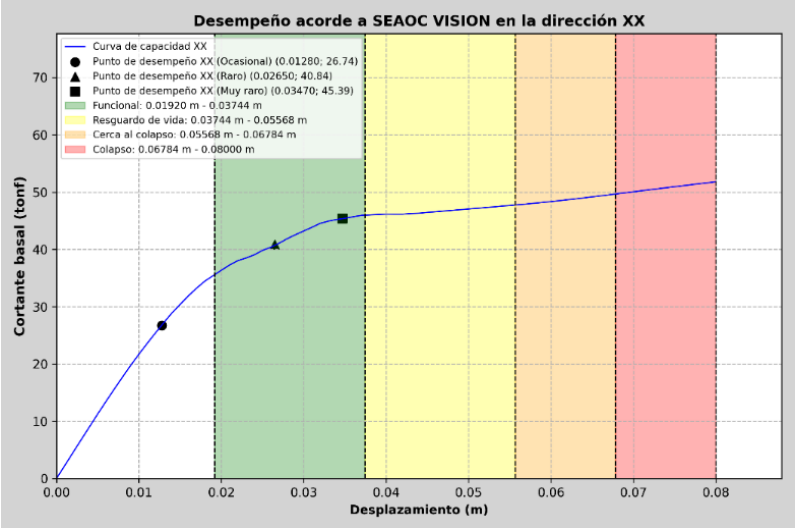
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N°07

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.5
Funcional	IO	2.61
Resguardo de vida	LS	3.72
Cerca al colapso	CP	4.46
Colapso	COLAPSO	5.2

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 31

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°07

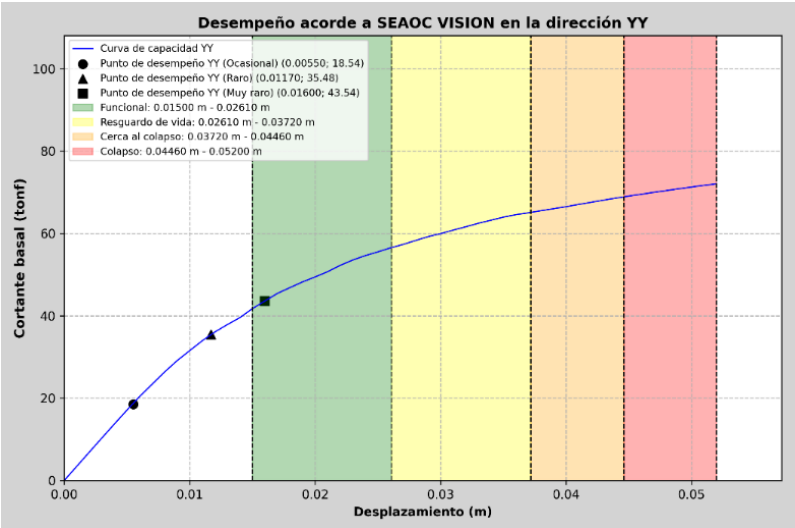


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

Figura 32

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°07



Nota. Elaboración Propia.

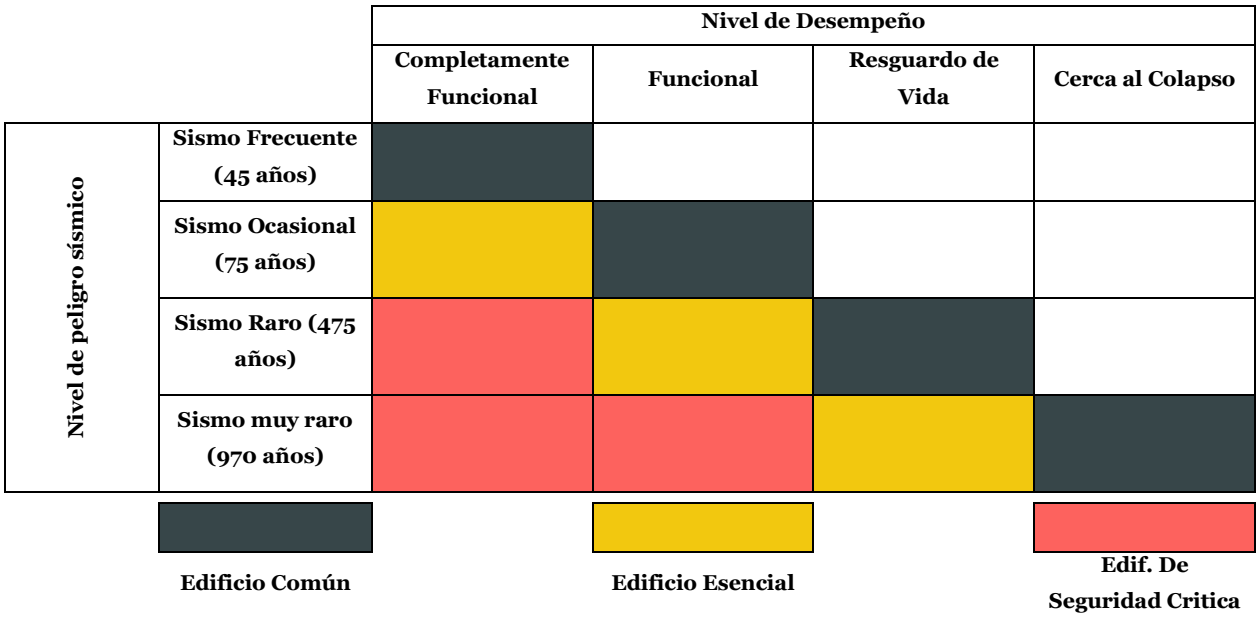
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.1.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°07

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°07 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 52

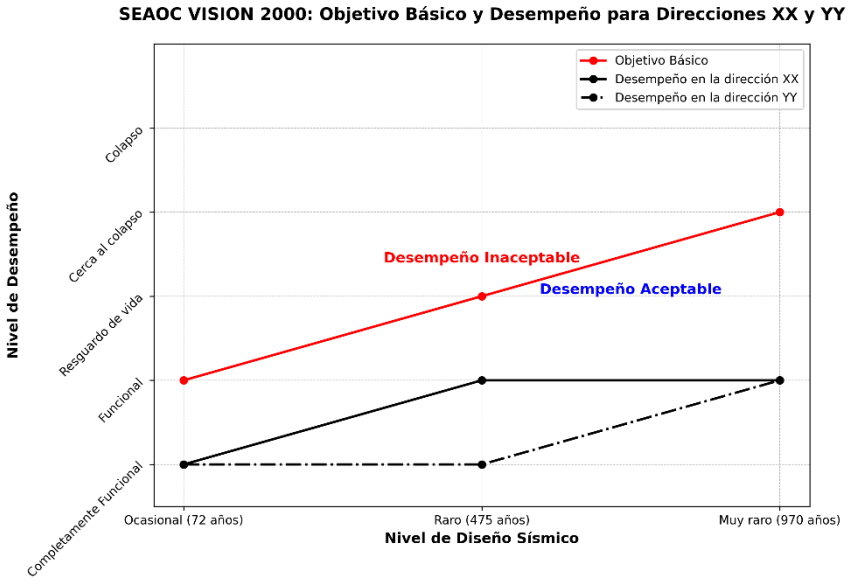
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°07



Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 33

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°07



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en ambas direcciones (X-X y Y-Y) se mantiene dentro de los límites establecidos por los criterios de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.° 07 presenta un desempeño aceptable, cumpliendo con los niveles de desempeño sísmico esperados en ambas direcciones del análisis.

1.2. Análisis de la Vivienda Tipificada N°08

1.2.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°08

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios de almacén, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios, una sala y un comedor, el área techada total de la vivienda es de 95.77 m². La altura del primer nivel es de 2.75 m, del segundo nivel 2.75 m y la altura de la azotea es de 2.50 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.35 x 0.35 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del, eje 03-03 del primer y segundo nivel respectivamente, en el eje 02 – 02 del primer nivel y en el eje 02 – 02 contenido en el tramo A - B. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.35 x 0.35 m, a su vez sobre estas columnas se encuentra apoyado la estructura de la cobertura metálica. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III del presente trabajo de investigación se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 34

Fachada exterior de la vivienda N°08

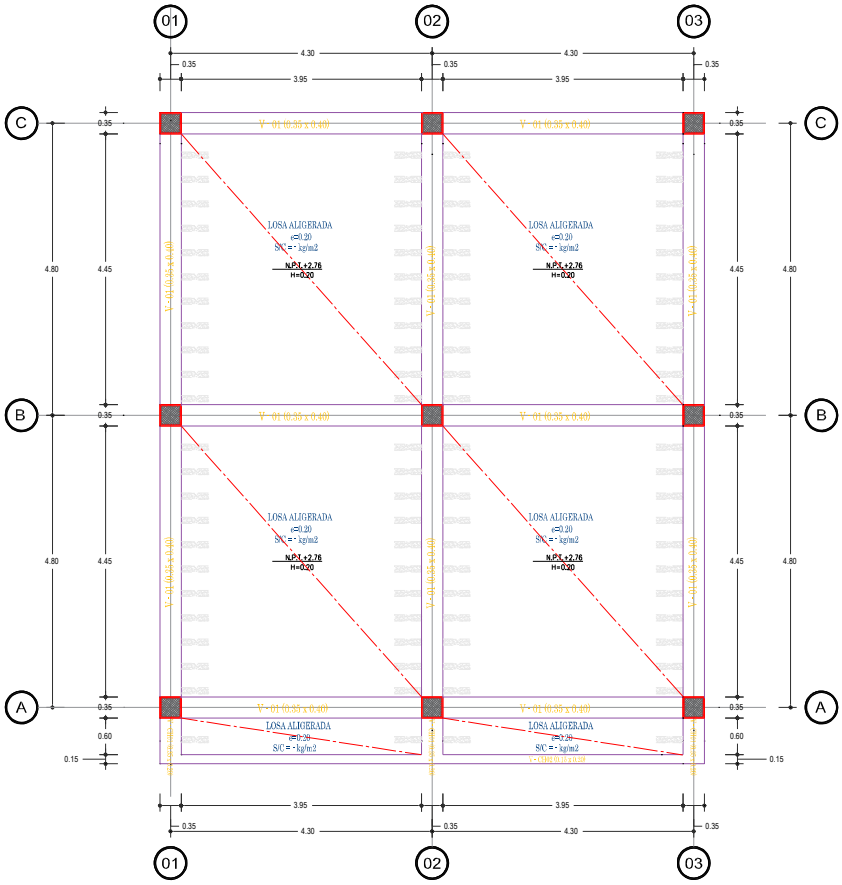


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°08*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado típico de la losa aligera del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 35

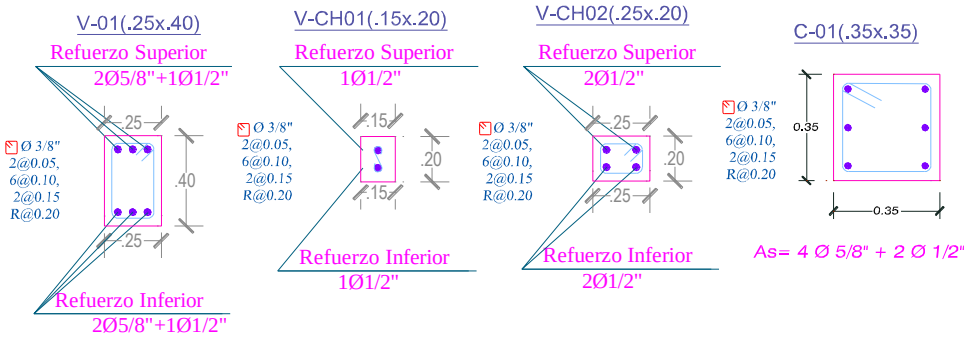
Encofrado típico de losa aligerada del primer y segundo nivel de la vivienda N°08



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 36

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°08

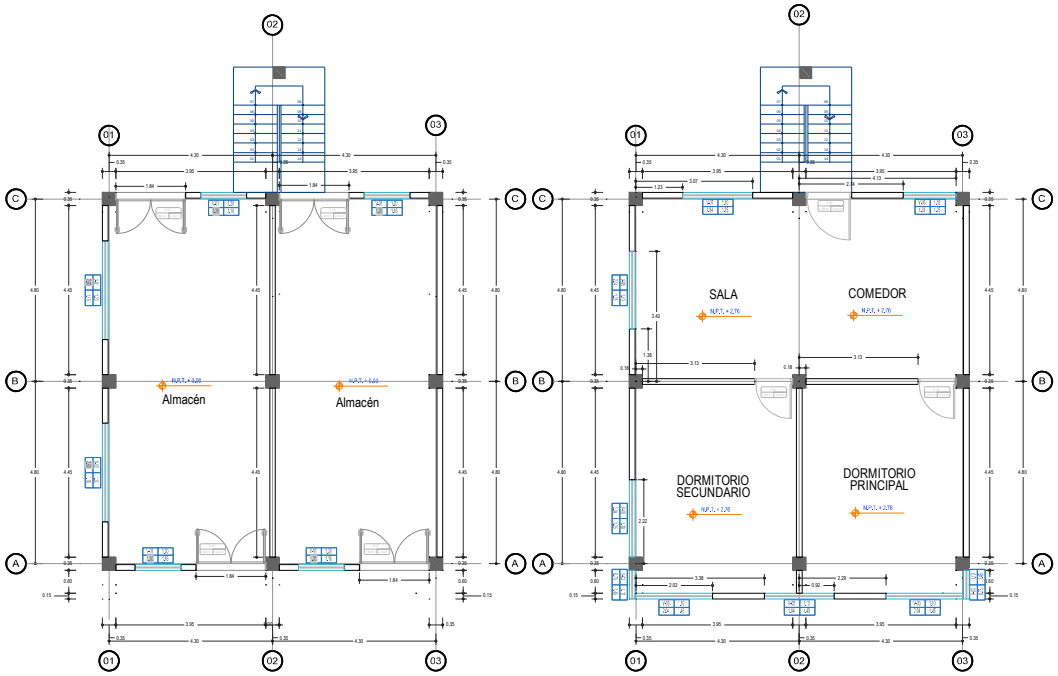


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 37

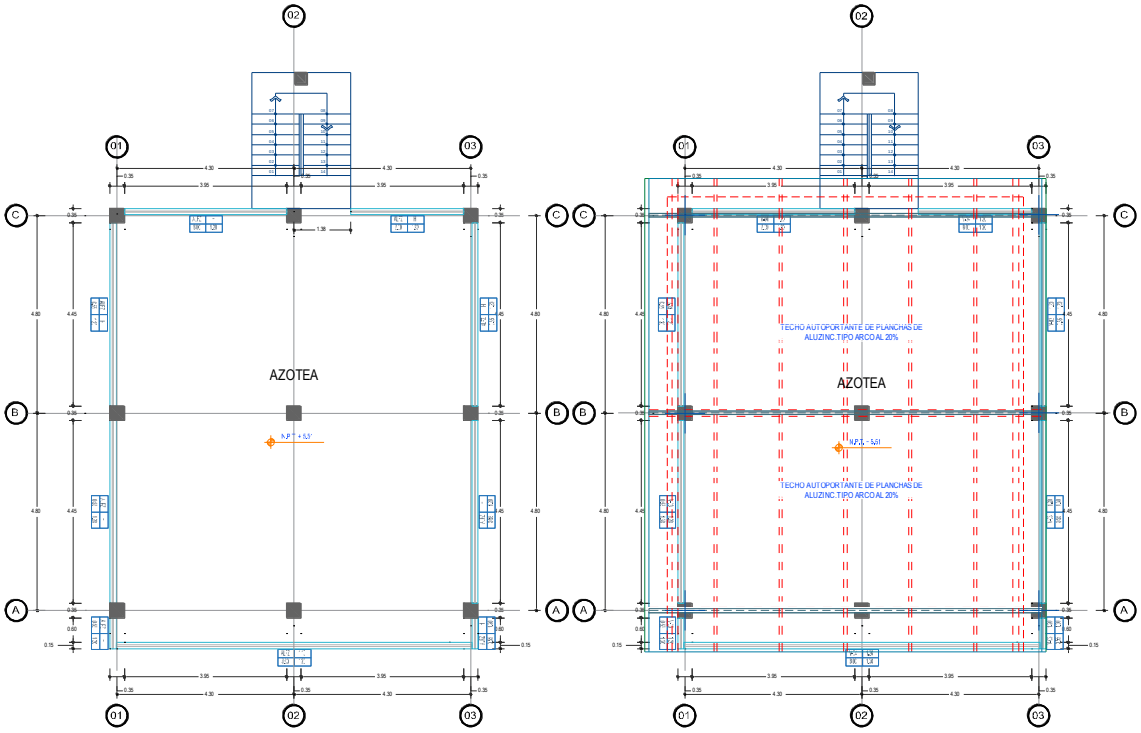
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°08



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en la dirección Y-Y y un sistema estructural de pórticos en la dirección X-X.

Figura 38

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N°08



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado y una cobertura de techo autoportante de planchas de Aluzinc tipo arco apoyado sobre las columnas de concreto armado de la estructura.

1.2.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°08

Tabla 53

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°08

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 180 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E = 15000 * \sqrt{f'c}}$ = 201246.12 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²

Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m³

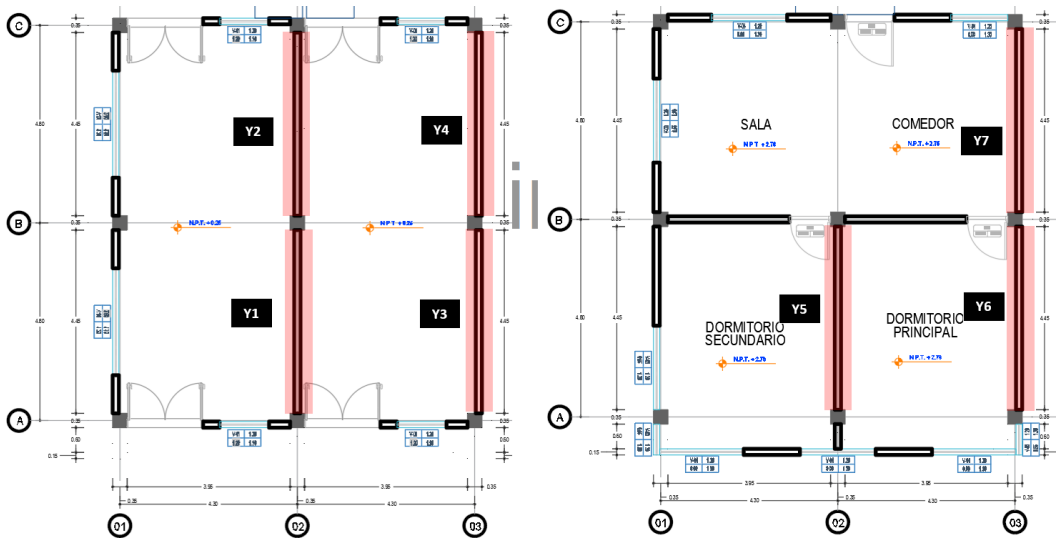
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.2.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°08.

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 39

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°08



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 54

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N°08

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3Y4 1er Nivel	Muro Y5Y6Y7 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	445	445
Altura de muro	H (cm)	276	275
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	523.64	523.12
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	35.057	35.022
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	130.911	130.779
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.2.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°08

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 08 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 55

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°08

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Sala y Comedor	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 56

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°08

	Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 57

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°08

Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Tot.	
Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.55	1350	566	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.55	2000		

Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.35	1350	522	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.35	2000		
Muro Y5Y6Y7T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.35	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.35	2000	272	Kg/m
L= 4.45	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	5.23	1.31	1350		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 58

Cargas muertas de muros de albañilería y cobertura metálica en azotea de la vivienda N°08

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Tot.**	
Varios	Muro Alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15		1.20	1350	243	Kg/m
	Cargas Puntuales sobre columnas de cobertura metálica						
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Tot.**	
COL A - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	3.12	3.4		5.60	72	Kg
	Peso de Cercha metálica	3.12			4.10		
COL A - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	4.3	3.4		5.60	100	Kg
	Peso de Cercha metálica	4.30			4.10		
COL A - 03	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	2.33	3.4		5.60	54	Kg
	Peso de Cercha metálica	2.33			4.10		
COL B - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	3.12	4.8		5.60	97	Kg
	Peso de Cercha metálica	3.12			4.10		

COL B - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	4.3	4.8	5.60	133	Kg
	Peso de Cercha metálica	4.30		4.10		
COL B - 03	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	2.33	4.8	5.60	72	Kg
	Peso de Cercha metálica	2.33		4.10		
COL C - 01	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	3.12	3.3	5.60	70	Kg
	Peso de Cercha metálica	3.12		4.10		
COL C - 02	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	4.3	3.3	5.60	97	Kg
	Peso de Cercha metálica	4.30		4.10		
COL C - 03	Peso de Cobertura metálica de planchas de Aluzinc	2.33	3.3	5.60	53	Kg
	Peso de Cercha metálica	2.33		4.10		

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.2.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°08

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 59

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°08

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
3	0.41	4.06
2	7.87	77.20
1	9.09	89.10
Total	17.371	170.35

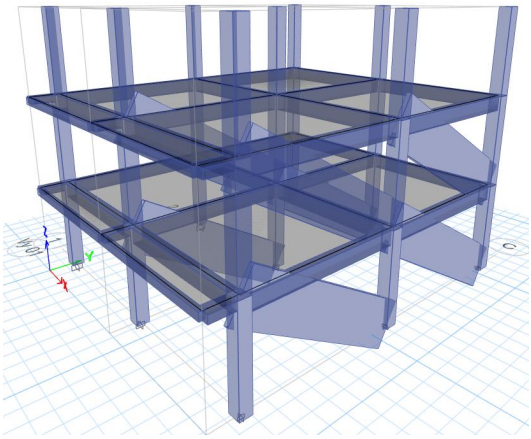
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.2.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°08

El modelo numérico lineal fue desarrollado utilizando el software ETABS V21.0, siguiendo los mismos lineamientos aplicados en el modelado de los elementos estructurales de la vivienda N.º 08.

Figura 40

Modelo tridimensional de la vivienda N°08



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.2.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°08 Mediante la Normativa E.030

1.2.6.1. Parámetros Sísmicos Para la Vivienda N°08

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 60

Parámetros sísmicos para la vivienda N°08

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección

Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

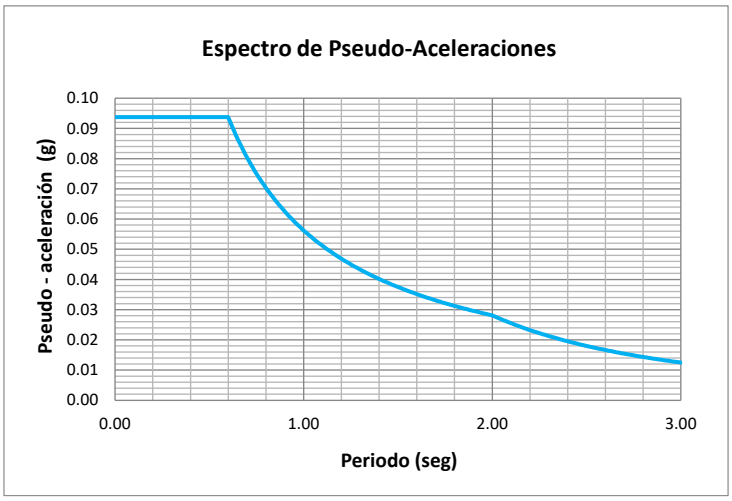
1.2.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones Para la Vivienda N°08

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°08. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 41

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°08



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 61

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°08

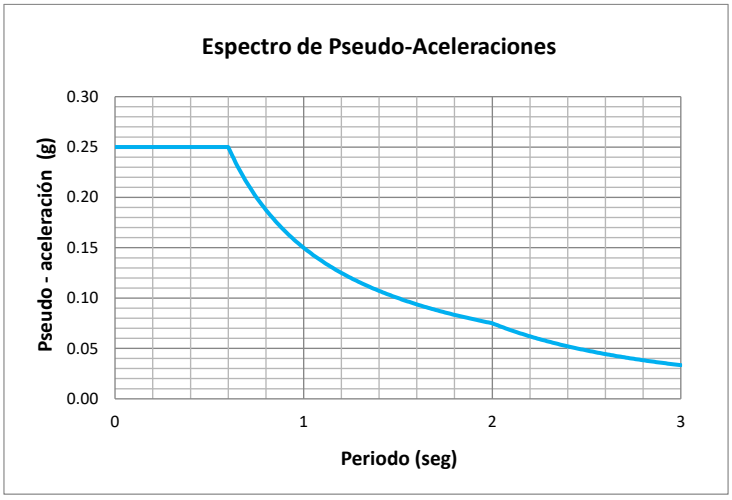
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337

0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 42

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°08



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 62

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 08

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915

0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852
0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.2.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°08

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 63

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 08

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.383	0.868	0.003	0.868	0.003
2	0.311	0.015	0.238	0.883	0.241
3	0.188	0.000	0.635	0.883	0.876
4	0.125	0.112	0.002	0.994	0.878
5	0.107	0.004	0.052	0.998	0.930
6	0.079	0.000	0.048	0.998	0.979

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.383 seg y en la dirección YY es de 0.188 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.2.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°08

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 64

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°08

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	0.63	0.0051	124.2	87.0	99.4	-	-
2	9.25	0.0041	2274.3	1592.0	959.4	REGULAR	REGULAR
1	14.04	0.0020	7125.7	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 65

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°08

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	1.67	0.0041	405.3	283.7	324.2	-	-
2	19.21	0.0029	6590.2	4613.1	2798.2	REGULAR	REGULAR
1	29.49	0.0014	21357.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 66

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°08

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 67

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N° 08

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	0.63	0.0051	124.2	74.5	87.0	-	-
2	9.25	0.0041	2274.3	1364.6	839.5	REGULAR	REGULAR
1	14.04	0.0020	7125.7	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 68

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°08

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	1.67	0.0041	405.3	243.2	283.7	-	-
2	19.21	0.0029	6590.2	3954.1	2448.4	REGULAR	REGULAR
1	29.49	0.0014	21357.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 69

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°08.

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 70

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°08

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
3	0.41	4.06	-	-	0.05	REGULAR
2	7.87	77.20	19.03	REGULAR	0.87	REGULAR
1	9.09	89.10	1.15	REGULAR	-	-
Total	**17.371**	**170.35**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 71

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°08

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 72

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°08

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 73

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°08

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 74

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°08

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.2.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°08

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

f) Verificación de Irregularidad Torsional

Tabla 75

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°08

	DIRECCION X		DIRECCION Y	
Piso	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Max**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Max**
3	0.0030	NO REQ VERIF	0.0016	NO REQ VERIF
2	0.0054	SI REQ VERIF	0.0024	NO REQ VERIF
1	0.0049	SI REQ VERIF	0.0021	NO REQ VERIF

Nota. La estructura requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 76

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°08

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
3	0.0059	0.0054	1.091	REGULAR
2	0.0047	0.0042	1.095	REGULAR
1	0.0023	0.0021	1.099	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 77

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°08

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
3	0.0070	0.0056	1.267	REGULAR
2	0.0054	0.0042	1.294	REGULAR
1	0.0025	0.0020	1.292	REGULAR
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

g) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 78

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°08

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
3	1.091	1.267	REGULAR	REGULAR
2	1.095	1.294	REGULAR	REGULAR
1	1.099	1.292	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

h) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 79

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°08

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. No existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

i) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 80

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°08

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

j) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 81

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°08

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 82

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°08

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 83

Factores de irregularidad de la vivienda N°08

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	4

Tabla 84

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°08

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 85

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°08

ITEM	**Dirección X**		**Dirección Y**	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**8.00**	**Ry**	**3.00**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción no disminuyen debido a la inexistencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.2.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°08

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 86

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8.0	0.75	6.00
Y	0.005	3.00	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 87

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 88

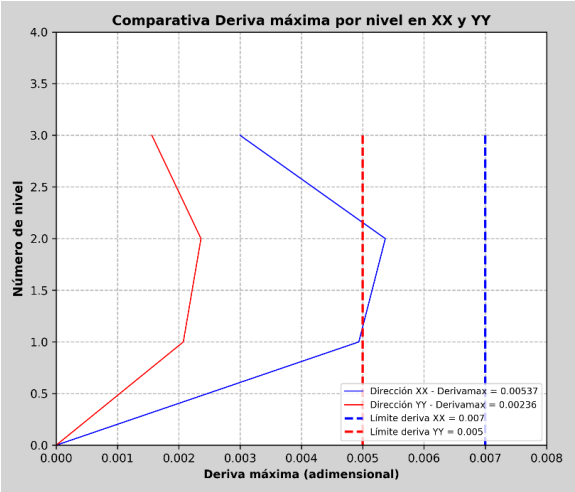
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.75	0.39	3.58	1.61
2	275	1.48	0.65	2.83	1.22
1	275	1.36	0.57	1.36	0.57

Suma	**3.58**	**1.61**

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 43
Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°08



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.2.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°08

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 89

Fuerza cortante estática de la vivienda N°08

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	8.00
	Ry =	3.00
Periodo fundamental	Tx =	0.383 s
	Ty =	0.188 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	170.35 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	15.97 tonf
	Vy =	42.59 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	0.3125	BIEN
Dir. Y: Cy/Ry =	0.8333	BIEN

Tabla 90

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	15.97	80%	12.78	14.04	BIEN	No requiere
Y	42.59	80%	34.07	29.49	AMPLIFICAR	11.33

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de la fuerza cortante basal actuante en la dirección YY proveniente del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 91

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°08

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	15.97	80%	12.78	14.04	BIEN	No requiere
Y	42.59	80%	34.07	34.07	BIEN	No requiere

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.2.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°08

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique.

Tabla 92

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°07

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
					tonf		
Story2	D1	Y5T1	SIS. X-X	Max	0.9891	35.02	CUMPLE
Story2	D3	Y6T1	SIS. X-X	Max	0.6204	35.02	CUMPLE
Story2	D4	Y7T1	SIS. X-X	Max	0.6034	35.02	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SIS. X-X	Max	0.7995	35.06	CUMPLE

Story1	D2	Y2T1	SIS. X-X	Max	0.8325	35.06	CUMPLE
Story1	D3	Y3T1	SIS. X-X	Max	0.8267	35.06	CUMPLE
Story1	D4	Y4T1	SIS. X-X	Max	0.8285	35.06	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 93

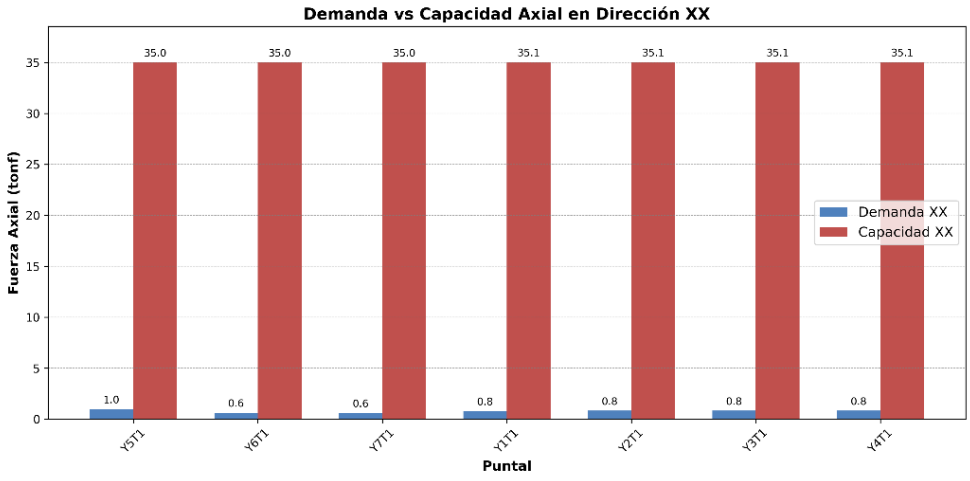
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°08

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P / tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y5T1	DERY-Y	Max	8.5905	35.02	CUMPLE
Story2	D3	Y6T1	DERY-Y	Max	7.9258	35.02	CUMPLE
Story2	D4	Y7T1	DERY-Y	Max	7.7939	35.02	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	DERY-Y	Max	7.6997	35.06	CUMPLE
Story1	D2	Y2T1	DERY-Y	Max	7.9881	35.06	CUMPLE
Story1	D3	Y3T1	DERY-Y	Max	9.2995	35.06	CUMPLE
Story1	D4	Y4T1	DERY-Y	Max	9.4298	35.06	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 44

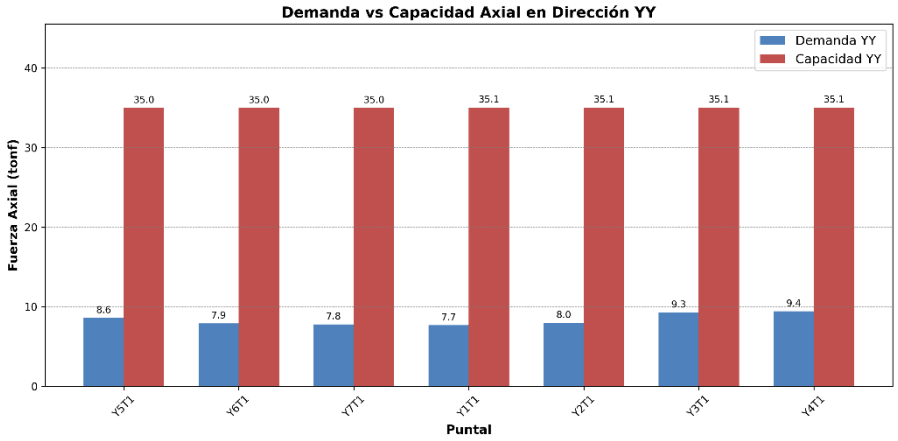
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 45

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.2.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°08

1.2.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

1.2.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 94

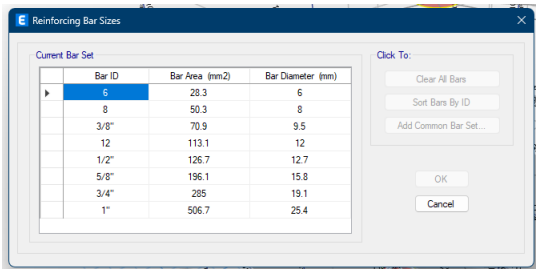
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 46

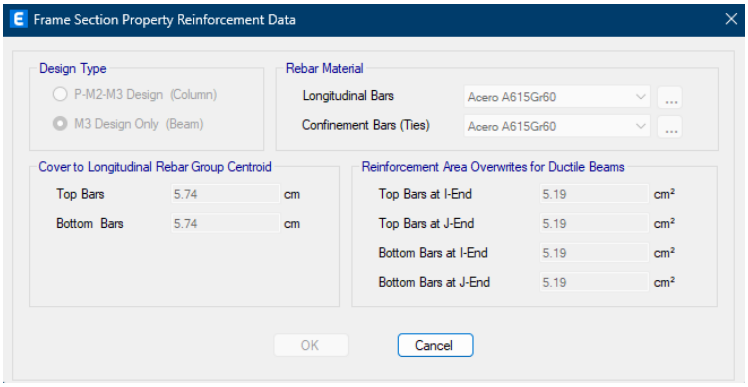
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 47

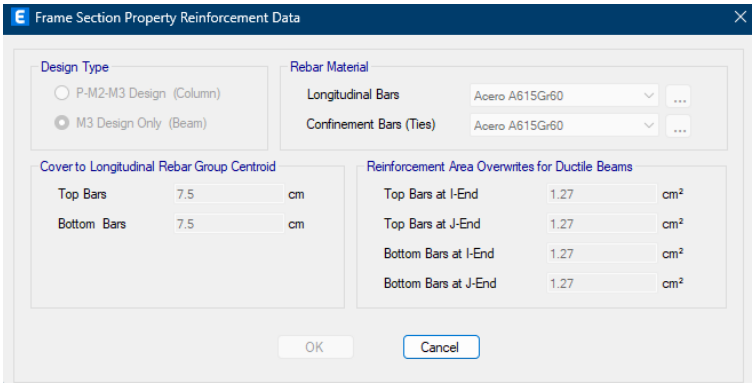
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°08



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 48

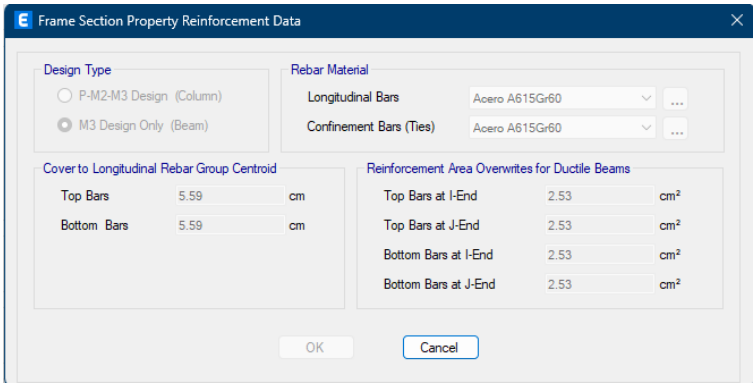
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°08



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 49

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°08

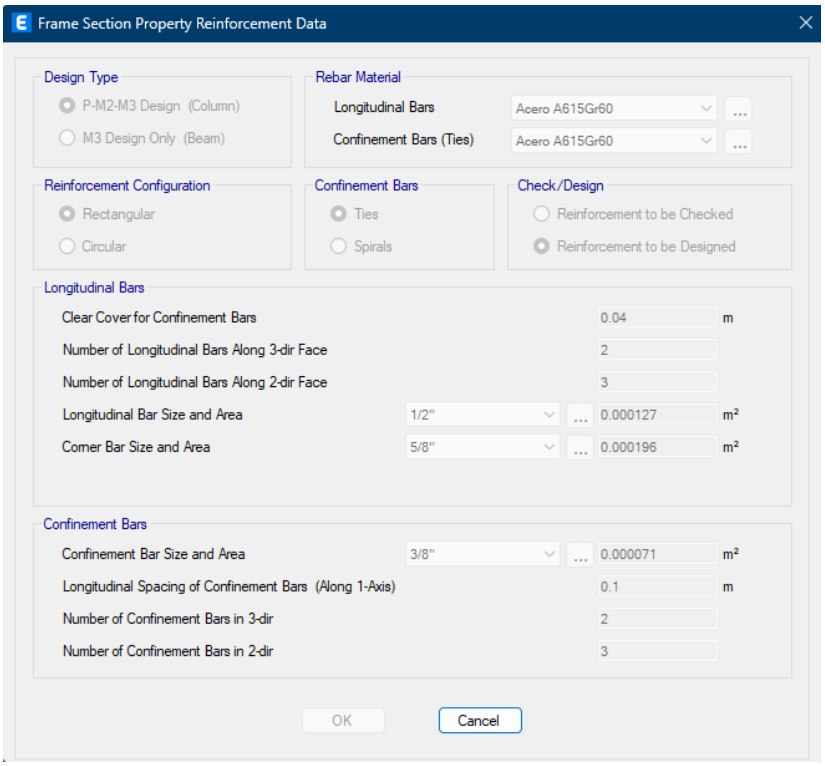


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.2.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 50

Asignación de área de acero en Columna de 0.35x0.35 de Vivienda N°08

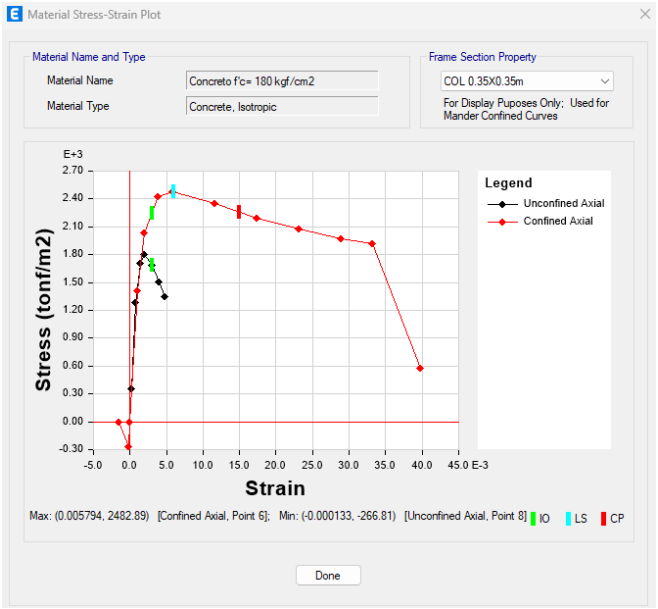


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.2.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 51

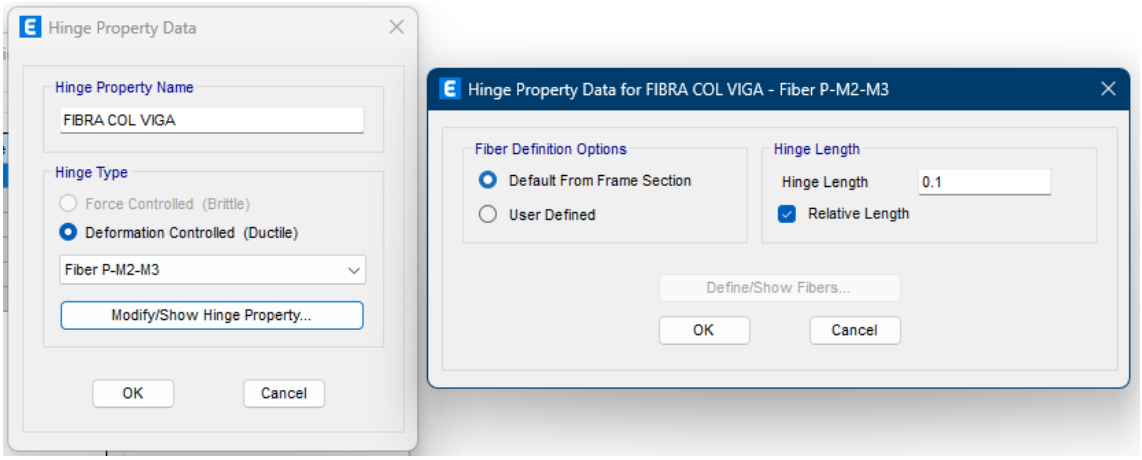
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 52

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°08



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.2.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 95

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°08

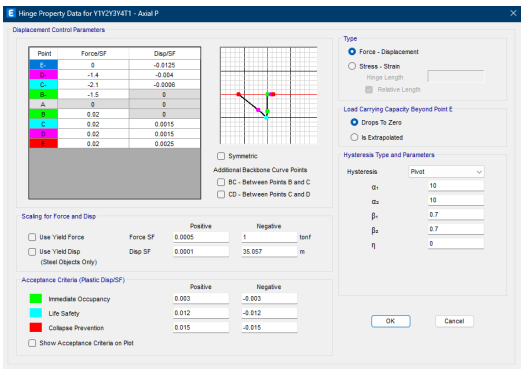
Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3Y4 1er Nivel	Muro Y5Y6Y7 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	445	445
Altura de muro	H (cm)	276	275
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	523.64	523.12
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	35.057	35.022
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	130.911	130.779
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 53

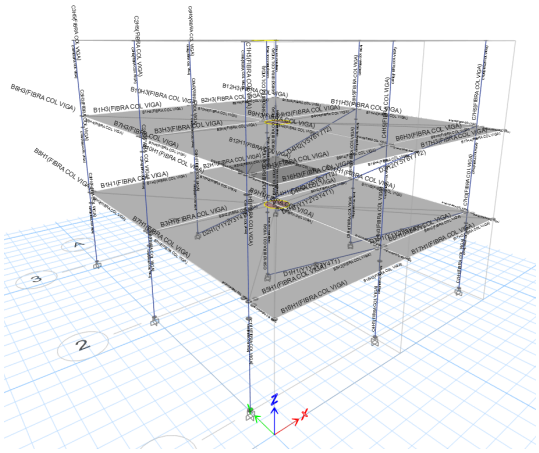
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°08



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 54

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°08

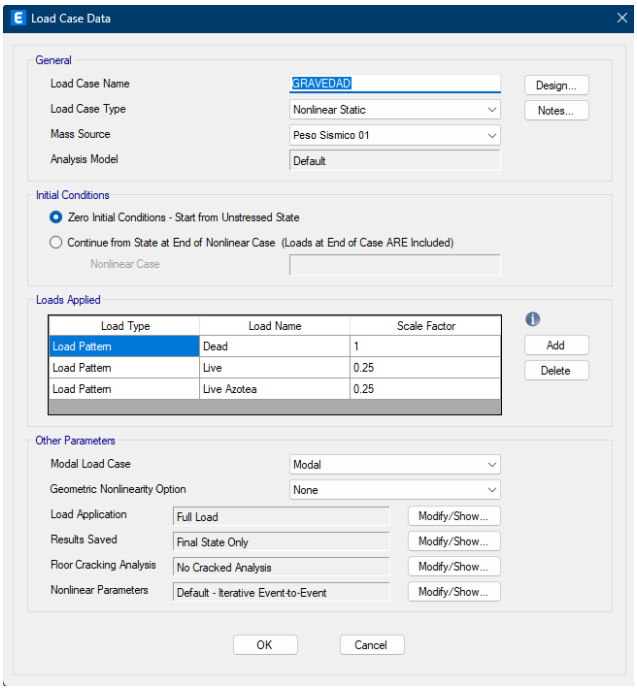


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.2.7.4. Demanda Sísmica Para el Análisis no Lineal Estático

Figura 55

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°08



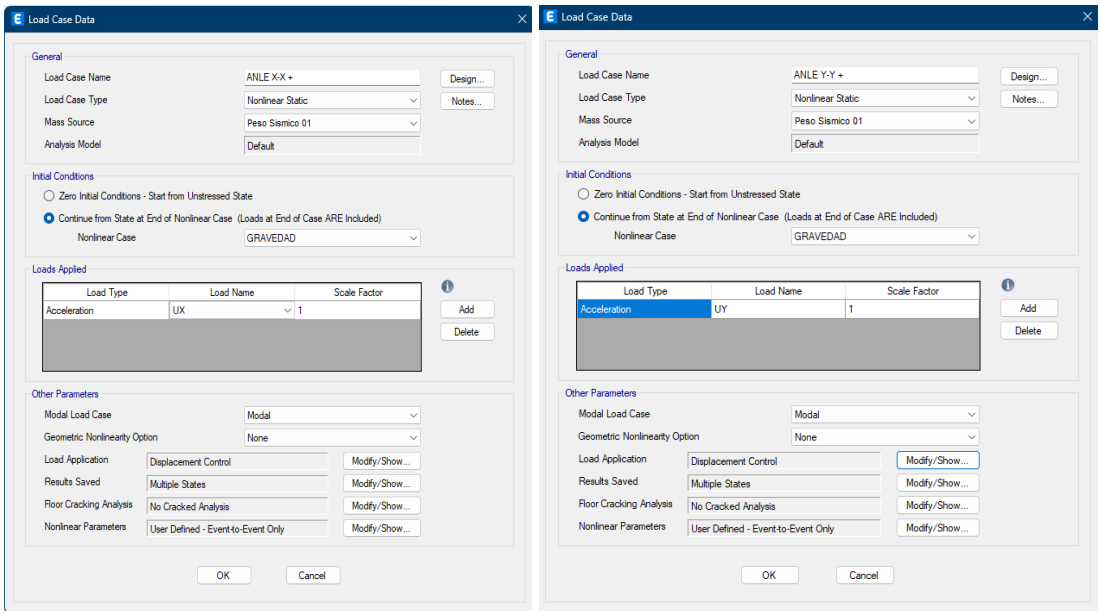
Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 08, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la

dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.075 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.075 m. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “5”.

Figura 56

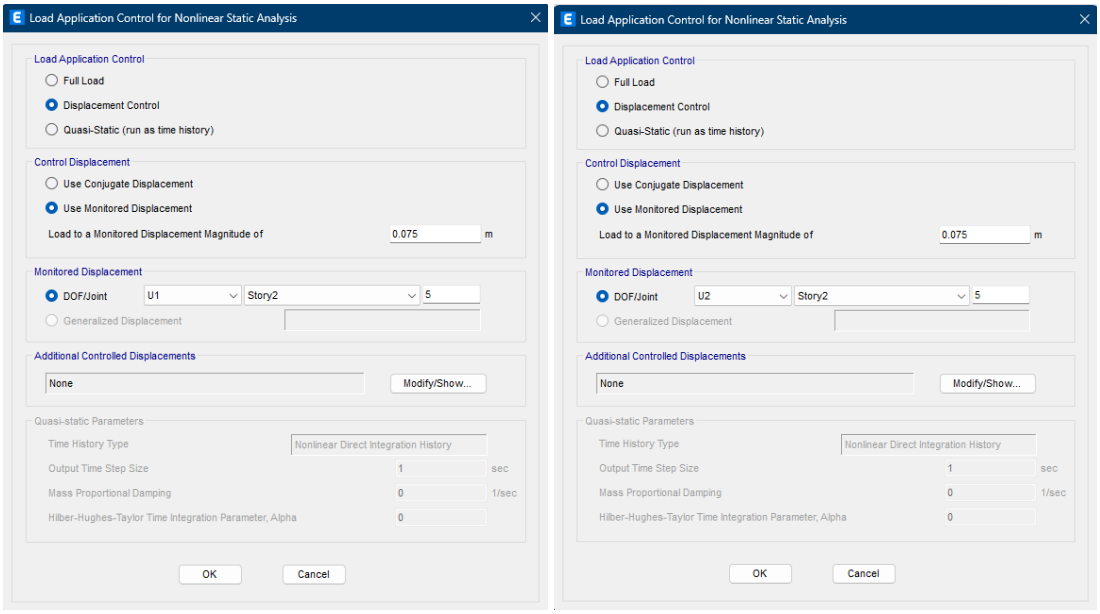
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°08



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 57

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N°08



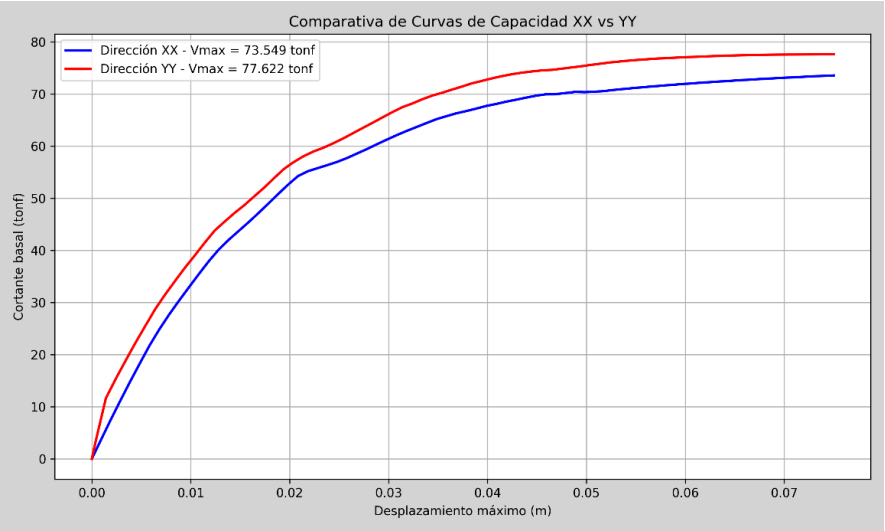
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.2.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 58

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°08



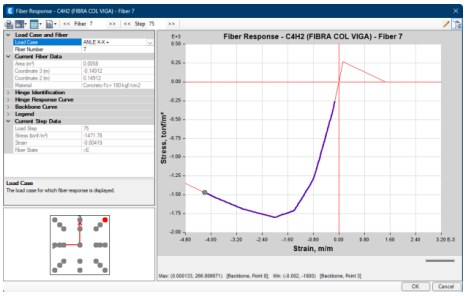
Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 59

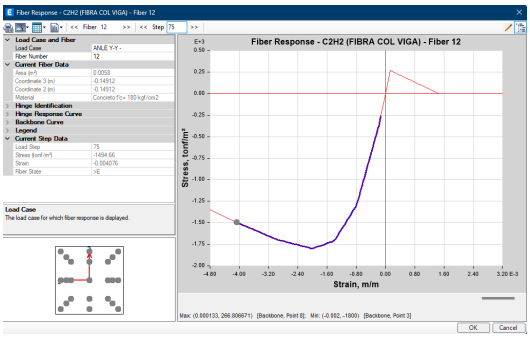
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°08



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 60

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°08



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.2.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°08

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 96

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.122	te(seg)	0.414
ke(tonf/m)	3356.973	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	55.353
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.026	cm	1.000
delta(cm)	5.526	ustrg	2.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 5.526 cm.

Tabla 97

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.113	te(seg)	0.405
ke(tonf/m)	3519.149	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	47.793
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.021	cm	1.000
delta(cm)	4.167	ustrg	2.673

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 4.167 cm.

Tabla 98

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.088	te(seg)	0.389
ke(tonf/m)	3801.810	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	29.085
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	1.866	ustrg	2.196

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.866 cm.

Tabla 99

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.509	te(seg)	0.251
ke(tonf/m)	4815.231	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	41.110
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.165	cm	1.000
delta(cm)	3.095	ustrg	3.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 3.095 cm.

Tabla 100

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.540	te(seg)	0.239
ke(tonf/m)	5313.512	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	33.888
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354

c2	1.168	cm	1.000
delta(cm)	2.294	ustrg	3.770

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 2.294 cm.

Tabla 101

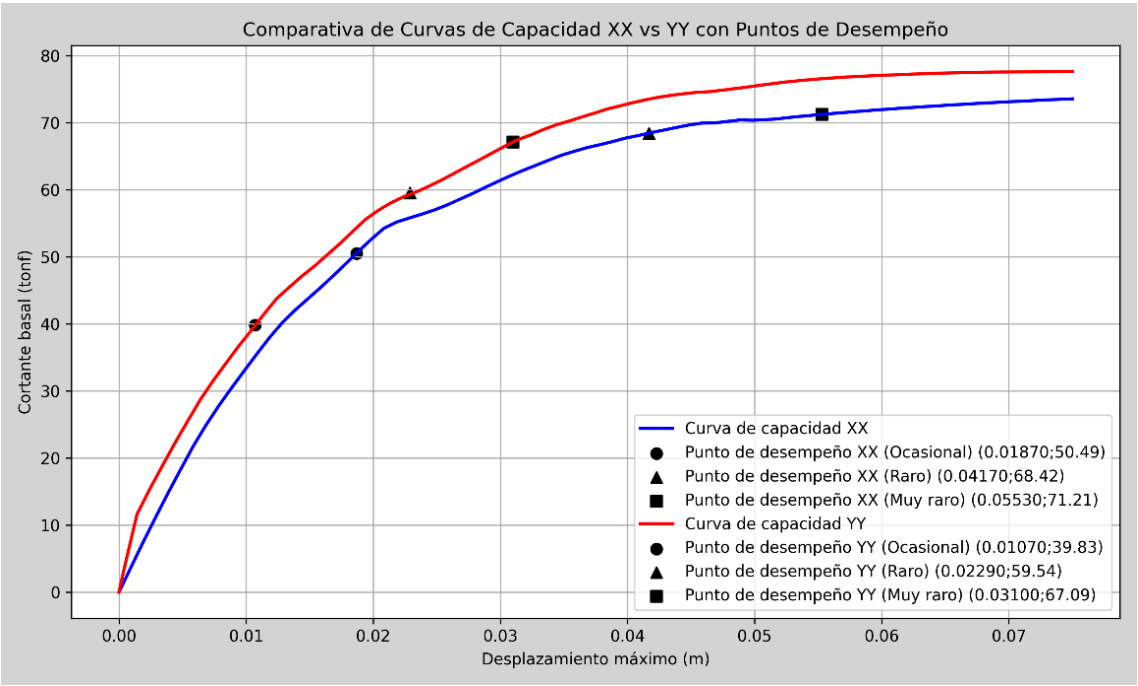
Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N°08

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.948	te(seg)	0.192
ke(tonf/m)	8229.919	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	15.429
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.335	cm	1.000
delta(cm)	1.070	ustrg	4.141

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 1.070 cm.

Figura 61

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°08



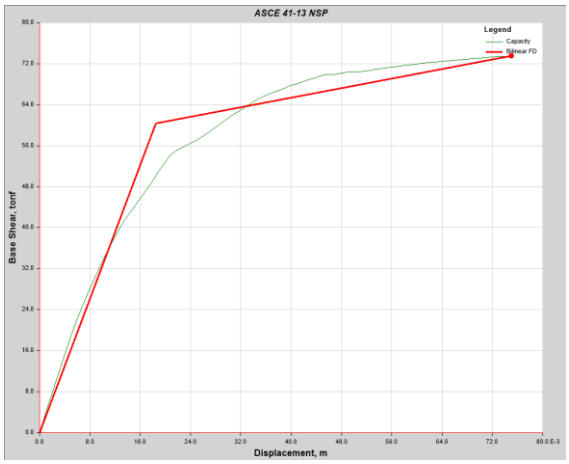
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.2.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°08

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 62

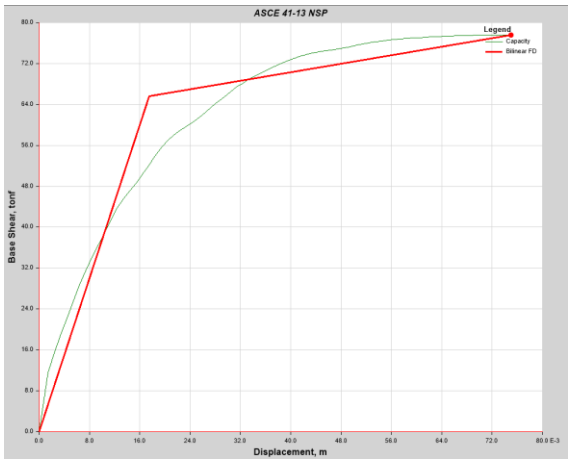
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°08



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.85cm.

Figura 63

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°08



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.75cm.

Tabla 102

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°08

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.85
Funcional	IO	3.545
Resguardo de vida	LS	5.24
Cerca al colapso	CP	6.37
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 103

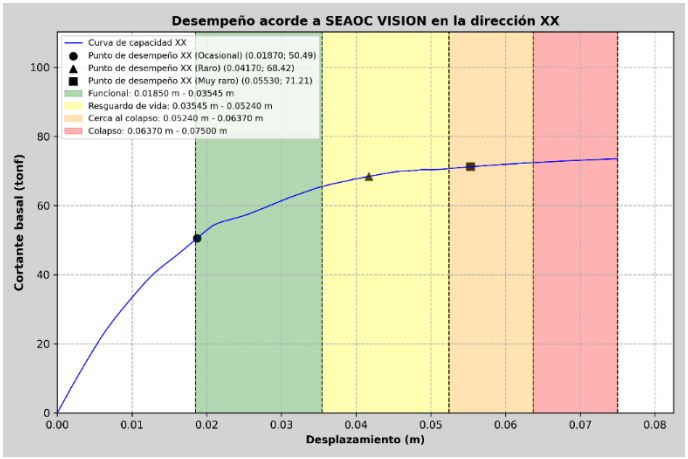
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N°08

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.75
Funcional	IO	3.475
Resguardo de vida	LS	5.2
Cerca al colapso	CP	6.35
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 64

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°08

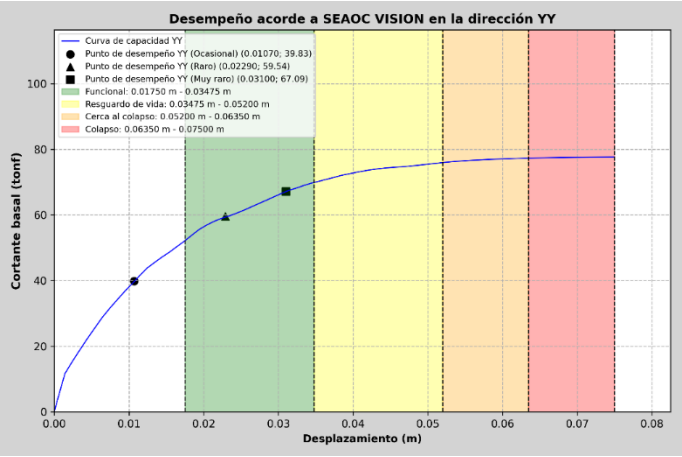


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 65

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°08



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.2.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°08

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 104

Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°08

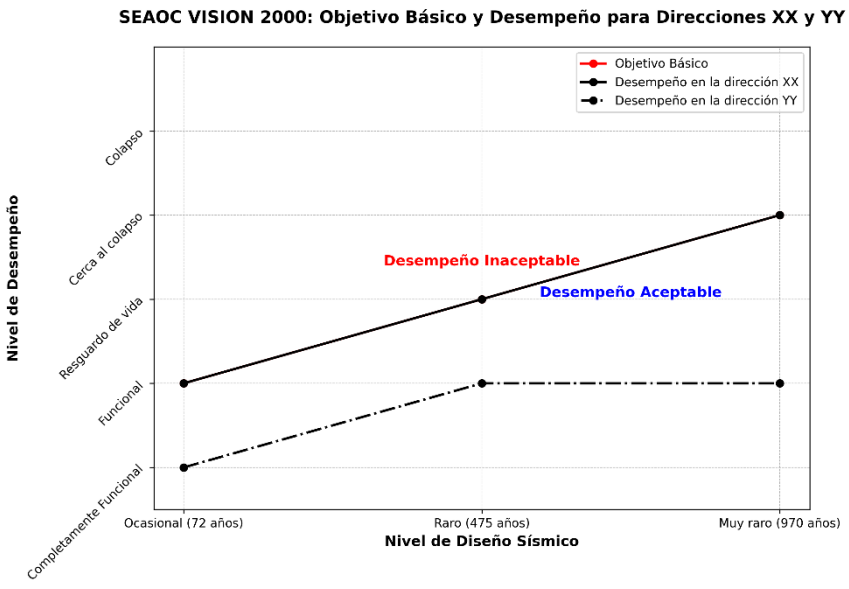
		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	Funcional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso
Nivel de peligro sísmico	Sismo Frecuente (45 años)				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				

Edificio Común | Edificio Esencial | Edif. De Seguridad Critica

Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 66

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°08



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION

2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.3. Análisis de la Vivienda Tipificada N°12

1.3.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°12

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea. El primer nivel consta de dos espacios, tienda y sala y comedor, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios y un servicio higiénico, el área techada total de la vivienda es de 88.36 m^2. La altura del primer nivel es de 2.75m, del segundo nivel 2.75 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.40 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del eje 01-01, 03-03, contenido en el eje A-B y 02-02 del primer y segundo nivel respectivamente y un muro contenido en el eje B-C y 02-02 en el primer nivel. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.25 x 0.40 m. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 67

Fachada exterior de la vivienda N°12

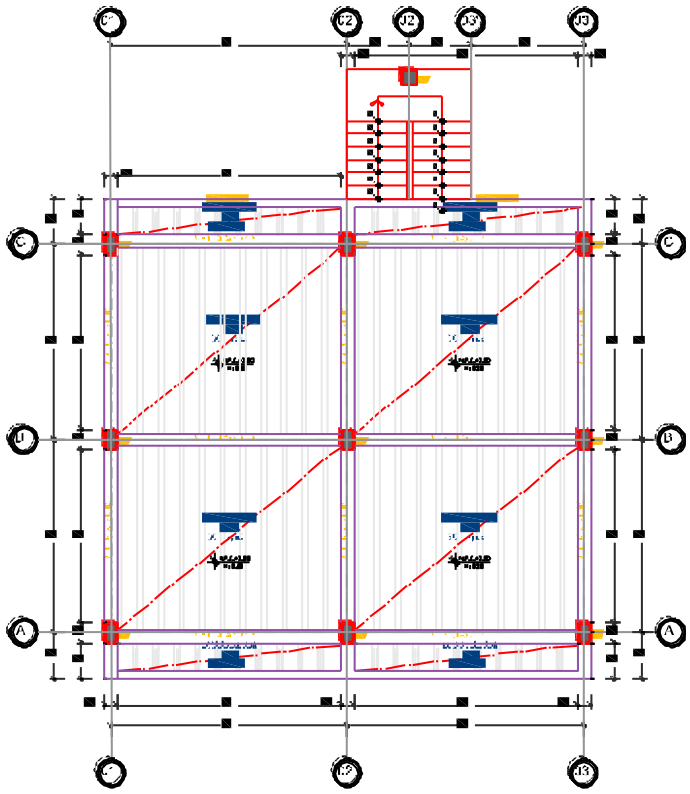


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°12*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 68

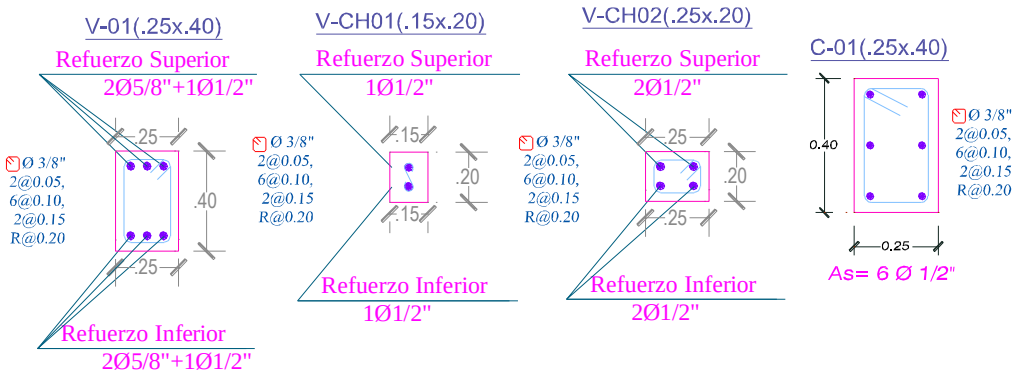
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N°12



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 69

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°12

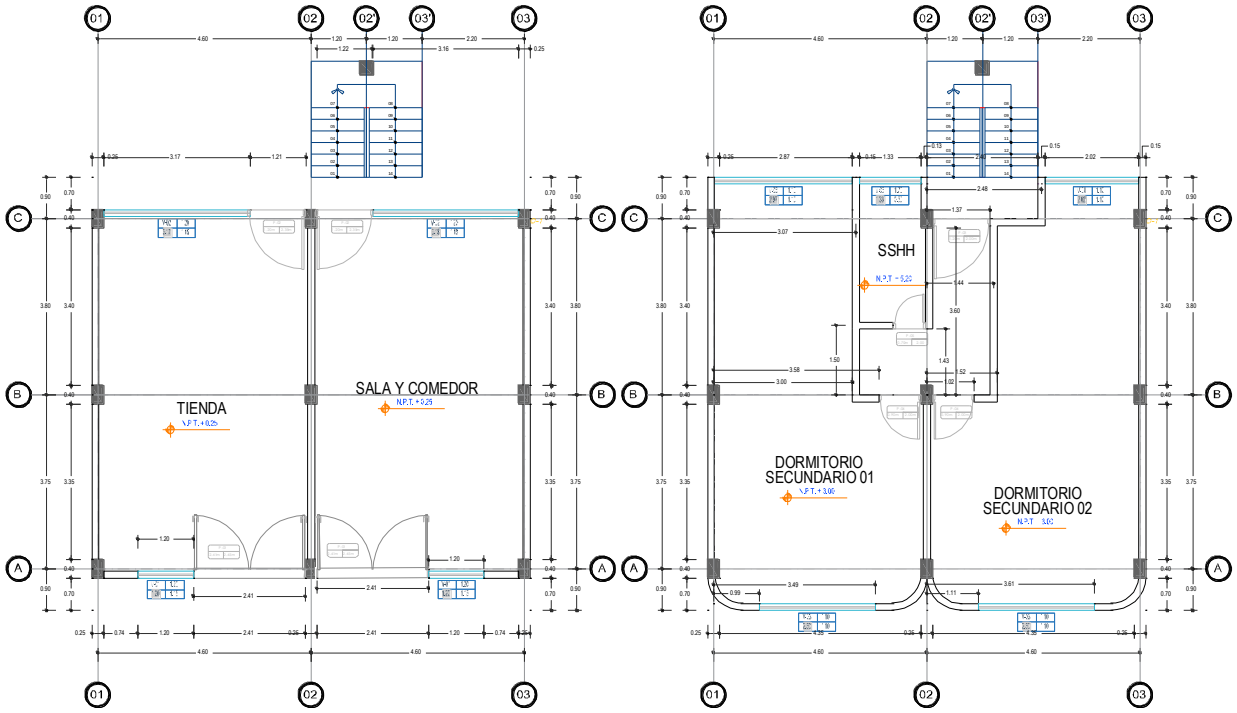


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 70

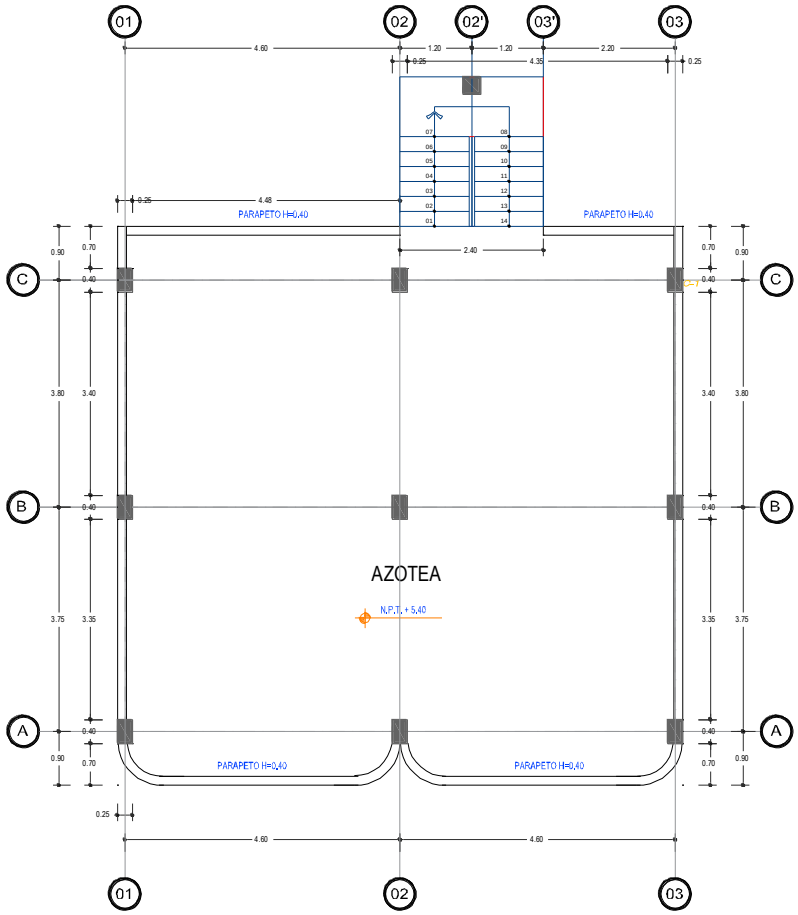
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°12



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en la dirección Y-Y y un sistema de estructural de pórticos en la dirección X-X.

Figura 71

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N°12



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado.

1.3.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°12

Tabla 105

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°12

Material	Propiedades
Concreto Armado	Resistencia a compresión axial característica f´c = 180 kgf/cm²
	Peso unitario = 2400 kgf/m³
	Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 201246.12 kgf/cm2
Albañilería	Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm²
	Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm²

	Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	Peso unitario = 1000 kgf/m³

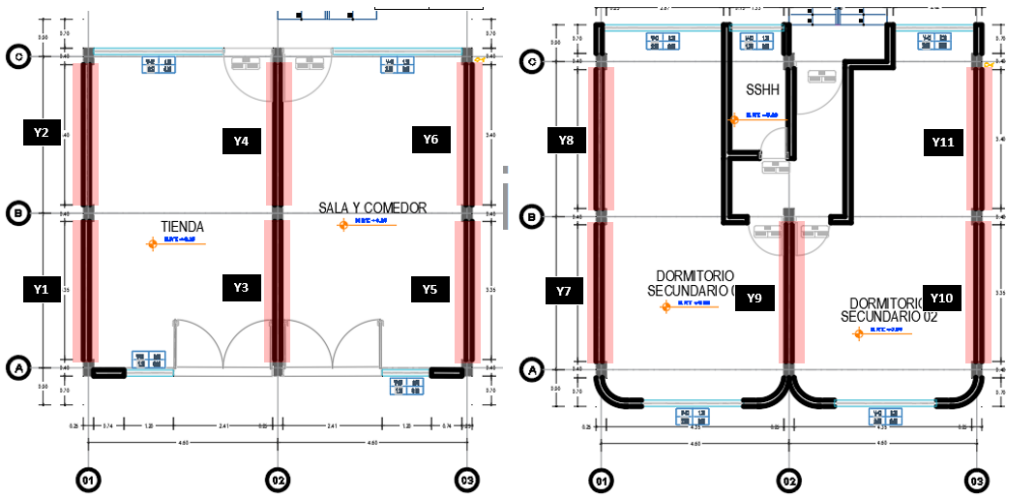
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.3.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°12.

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 72

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°12



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 106

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N°12

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y3Y5 1er Nivel	Muro Y2Y4Y6 1er Nivel	Muro Y7Y9Y10 2do Nivel	Muro Y8Y11 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	335	340	335	340
Altura de muro	H (cm)	300	300	240	240
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	449.69	453.43	412.09	416.17
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	30.106	30.356	27.589	27.862
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	112.424	113.358	103.025	104.043
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	201851	201851	201851	201851

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.3.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°12

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 12 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 107

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°12

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo	Dormitorios	200.00
Nivel	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 108

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°12

Descripción		Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 109

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°12

Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	Ancho	Largo	Alto	P.E.	Total	
Varios	Muro Alfeizar de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
Varios	Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.20	1350	488	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.20	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.00	1350	444	Kg/m
Varios	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.00	2000		

Muro Y7Y9Y10 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.00	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.00	2000	239	Kg/m
L = 3.35	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.12	1.03	1350		
Muro Y8Y11 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.00	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.00	2000	238	Kg/m
L = 3.40	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.16	1.04	1350		
Cargas Puntuales							
Entre Eje B-C y 01-02	Muro en dirección de X-X de SSHH	0.12	0.75	2.20	1350	366	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	0.75	2.20	2000		
Entre Eje B-C y 01-02	Muro en dirección de Y-Y de SSHH	0.12	4.85	2.20	1350	2369	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	4.85	2.20	2000		
Entre Eje B-C y 02-03	Muro en dirección de Y-Y de SSHH	0.12	3.80	2.20	1350	1856	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	3.80	2.20	2000		
Entre Eje B-C y 02-03	Muro en dirección de Y-Y en volado	0.12	1.05	2.20	1350	513	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de volado	0.03	1.05	2.20	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 110

Cargas muertas de muros de albañilería en azotea de la vivienda N°12

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	

Varios	Muro alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15	0.40	1350	81	Kg/m

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.3.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°12

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 111

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°12

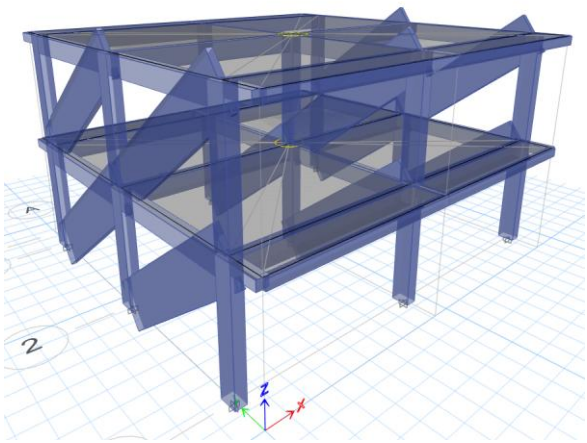
Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
2	6.57	64.47
1	8.89	87.15
Total	15.46	151.62

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.3.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°12

Figura 73

Modelo tridimensional de la vivienda N°12



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.3.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°12 Mediante la Normativa E.030

1.3.6.1. Parámetros Sísmicos Para la Vivienda N°12

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 112

Parámetros sísmicos para la vivienda N°12

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

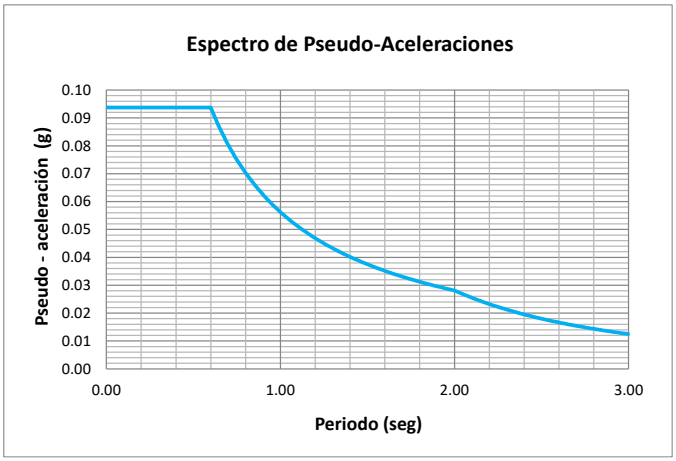
1.3.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones Para la Vivienda N°12

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°12. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 74

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°12



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 113

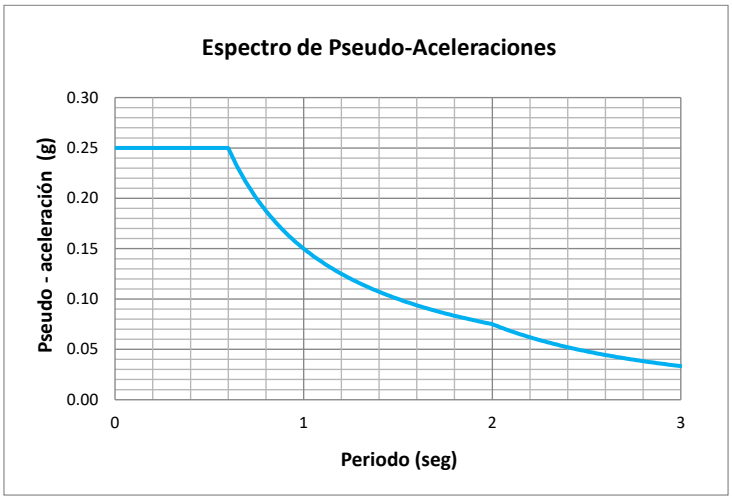
Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°12

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 75

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°12



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 114

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°12

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915
0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852
0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.3.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°12

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 115

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N°12

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.459	0.918	0.000	0.918	0.000
2	0.189	0.000	0.000	0.918	0.000
3	0.167	0.000	0.903	0.918	0.903
4	0.166	0.082	0.000	1.000	0.903
5	0.090	0.000	0.003	1.000	0.906
6	0.077	0.000	0.002	1.000	0.908

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.459 seg y en la dirección YY es de 0.167 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.3.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°12

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 116

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°12

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	7.61	0.0061	1250.8	875.5	1000.6	-	-
1	13.11	0.0034	3906.6	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 117

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°12

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	19.83	0.0021	9311.4	6518.0	7449.1	-	-
1	34.23	0.0011	29944.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 118

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°12

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 119

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°12

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	7.61	0.0061	1250.8	750.5	875.5	-	-
1	13.11	0.0034	3906.6	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 120

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°12

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	19.83	0.0021	9311.4	5586.8	6518.0	-	-
1	34.23	0.0011	29944.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 121

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°12

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 122

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°12

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif. Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif. Piso Inferior
2	6.57	64.47	-	-	0.74	REGULAR
1	8.89	87.15	1.35	REGULAR	-	-
Total	**15.461**	**151.62**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 123

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°12

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 124

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°12

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 125

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°12

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 126

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°12

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.3.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°12

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 127

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°12

	DIRECCION X		DIRECCION Y	
Piso	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx**
2	0.0061	SI REQ VERIF	0.0009	NO REQ VERIF
1	0.0074	SI REQ VERIF	0.0011	NO REQ VERIF

Nota. La estructura se requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 128

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°12

Piso	**Despl. Max. (m)**	**Despl. Prom. (m)**	**Ratio**	**Verif Dir X (Factor 1.3)**
2	0.0062	0.0061	1.007	REGULAR
1	0.0034	0.0034	1.008	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 129

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°12

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0024	0.0023	1.060	REGULAR
1	0.0013	0.0012	1.064	REGULAR
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 130

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°12

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
2	1.007	1.060	REGULAR	REGULAR
1	1.008	1.064	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 131

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°12

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. Si existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 132

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°12

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 133

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°12

NO	**hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X**	**Ipx**	**1**
NO	**hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y**	**Ipy**	**1**

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 134

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°12

Factor de irregularidad en planta - dirección X	**Ipx**	**1**
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	**Ipy**	**1**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por no presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 135

Factores de irregularidad de la vivienda N°12

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 136

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°12

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**REGULAR**
	Dirección Y	**REGULAR**

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 137

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°12

ITEM		Dirección X		Dirección Y
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	Rx	8.00	Ry	3.00

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción disminuyen debido a la existencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.3.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°12

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 138

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8.0	0.75	6.00
Y	0.005	3.0	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente

(E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 139

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00102	0.0061	BIEN	0.000401	0.0009	BIEN
1	0.00124	0.0074	MAL	0.000472	0.0011	BIEN

Nota. El primer nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 140

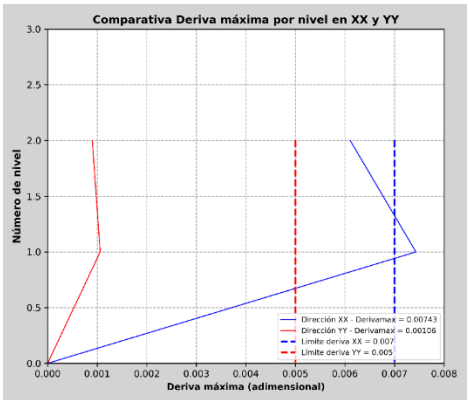
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	275	1.68	0.25	3.72	0.54
1	275	2.04	0.29	2.04	0.29
	Suma	3.72	0.54		

Nota. El primer nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 76

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°12



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 7.43% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 1.06% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.3.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°12

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 141

Fuerza cortante estática de la vivienda N°12

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	8.00
	Ry =	3.00
Periodo fundamental	Tx =	0.459 s
	Ty =	0.167 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	151.62 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	14.21 tonf
	Vy =	37.90 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	0.3125	BIEN
Dir. Y: Cy/Ry =	0.8333	BIEN

Tabla 142

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°12

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	14.21	80%	11.37	13.11	BIEN	No requiere
Y	37.90	80%	30.32	34.23	BIEN	No requiere

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: No se requiere la amplificación de las fuerzas cortantes basales actuantes provenientes del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

1.3.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°12

Tabla 143

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°12

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P (tonf)	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y7T2	SIS X-X	Max	0.2152	27.59	CUMPLE
Story2	D2	Y9T2	SIS X-X	Max	0.0001	27.59	CUMPLE
Story2	D3	Y10T2	SIS X-X	Max	0.2152	27.59	CUMPLE

Story2	D4	Y8T2	SIS X-X	Max	0.2073	27.86	CUMPLE
Story2	D6	Y11T2	SIS X-X	Max	0.2073	27.86	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SIS X-X	Max	0.3048	30.11	CUMPLE
Story1	D2	Y3T1	SIS X-X	Max	0.0001	30.11	CUMPLE
Story1	D3	Y5T1	SIS X-X	Max	0.3048	30.11	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	SIS X-X	Max	0.3122	30.36	CUMPLE
Story1	D5	Y4T1	SIS X-X	Max	0.0001	30.36	CUMPLE
Story1	D6	Y6T1	SIS X-X	Max	0.3122	30.36	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 144

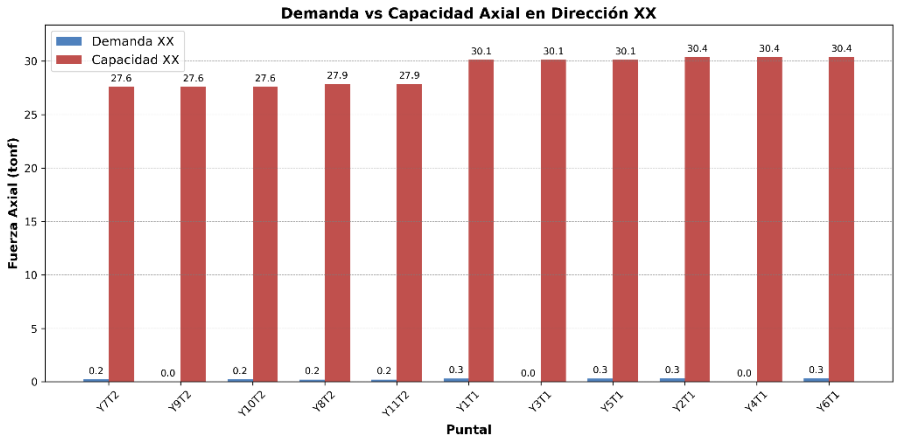
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°12

Story	Brace	Nomenclatura de Muro	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y7T2	SISMO Y-Y	Max	4.4827	27.59	CUMPLE
Story2	D2	Y9T2	SISMO Y-Y	Max	3.9254	27.59	CUMPLE
Story2	D3	Y10T2	SISMO Y-Y	Max	4.496	27.59	CUMPLE
Story2	D4	Y8T2	SISMO Y-Y	Max	4.3993	27.86	CUMPLE
Story2	D6	Y11T2	SISMO Y-Y	Max	4.4123	27.86	CUMPLE
Story1	D1	Y1T1	SISMO Y-Y	Max	5.751	30.11	CUMPLE
Story1	D2	Y3T1	SISMO Y-Y	Max	5.0742	30.11	CUMPLE
Story1	D3	Y5T1	SISMO Y-Y	Max	5.7704	30.11	CUMPLE
Story1	D4	Y2T1	SISMO Y-Y	Max	5.9557	30.36	CUMPLE
Story1	D5	Y4T1	SISMO Y-Y	Max	5.3488	30.36	CUMPLE
Story1	D6	Y6T1	SISMO Y-Y	Max	5.9757	30.36	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 77

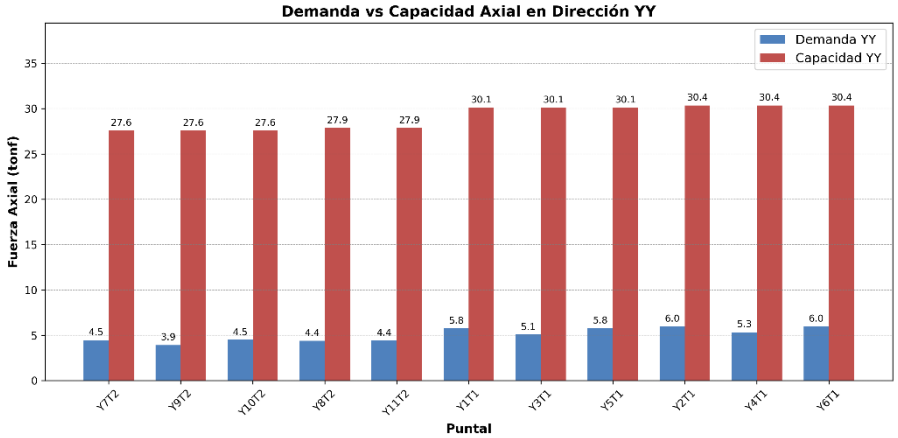
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

Figura 78

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.3.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°12

1.3.7.1. Asignación de Acero Estructural en elementos de Concreto Armado

1.3.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 145

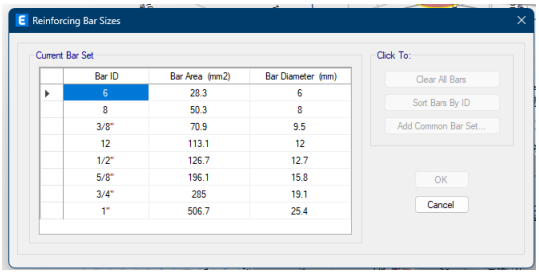
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 79

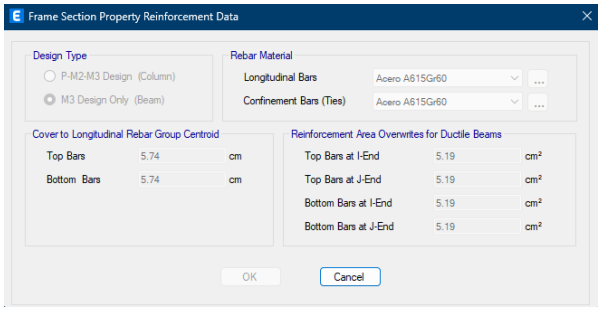
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 80

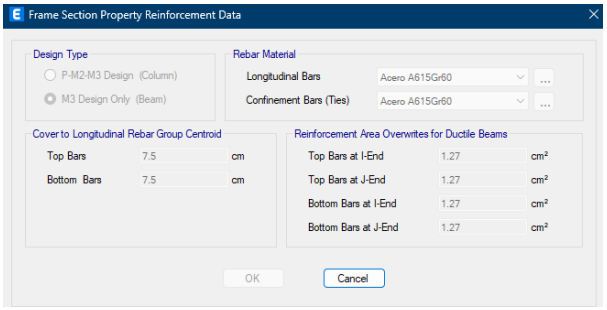
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°12



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 81

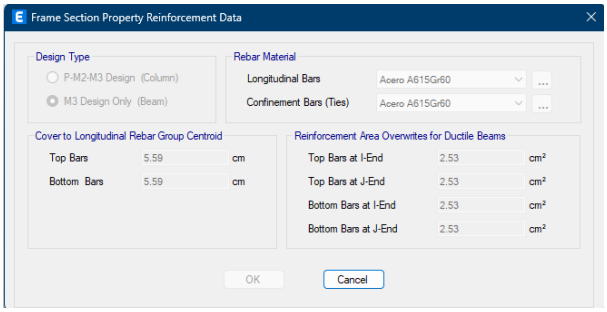
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°12



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 82

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°12

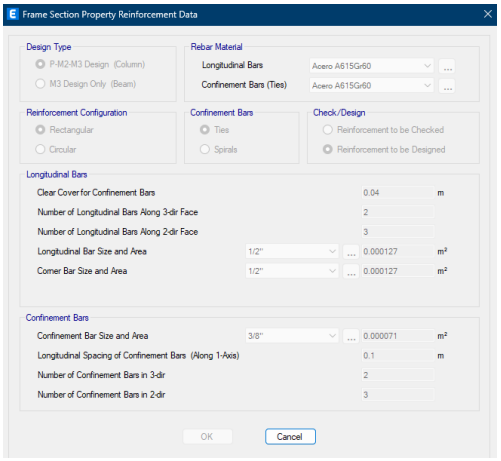


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.3.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 83

Asignación de área de acero en Columna de 0.25x0.40 de Vivienda N°12

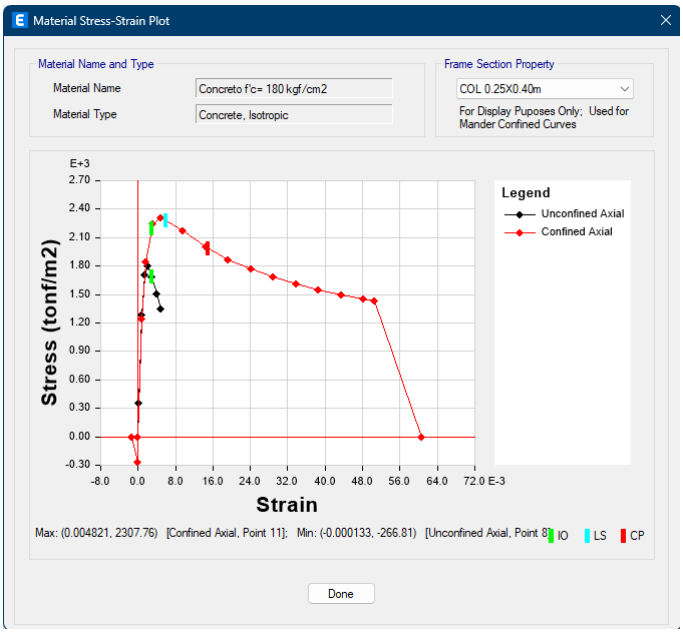


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.3.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 84

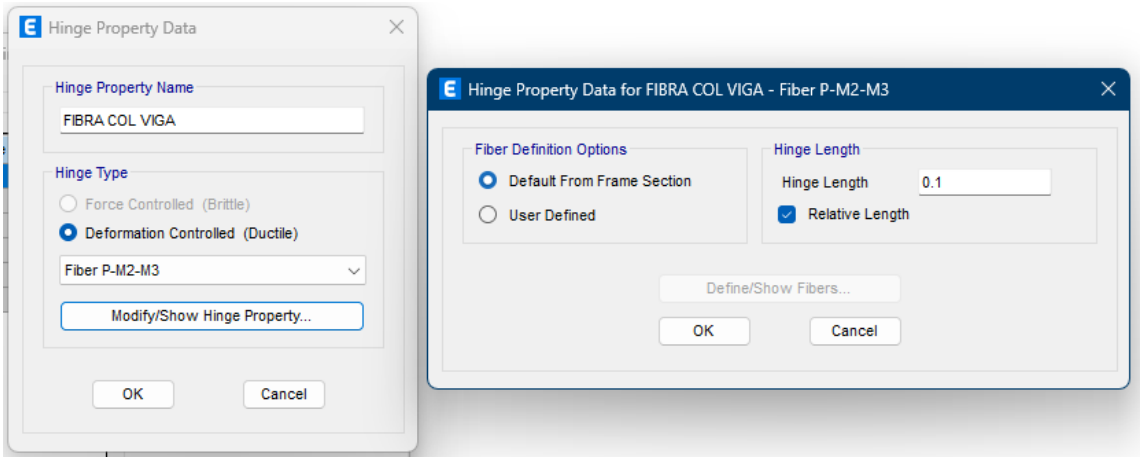
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 85

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°12



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.3.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 146

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°12

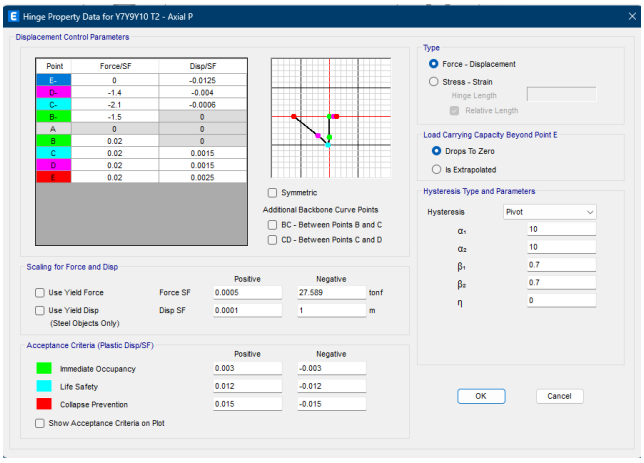
Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro Y1Y3Y5 1er Nivel**	**Muro Y2Y4Y6 1er Nivel**	**Muro Y7Y9Y10 2do Nivel**	**Muro Y8Y11 2do Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	335	340	335	340
Altura de muro	H (cm)	300	300	240	240
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	449.69	453.43	412.09	416.17
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	30.106	30.356	27.589	27.862
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	112.424	113.358	103.025	104.043
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	201851	201851	201851	201851
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 86

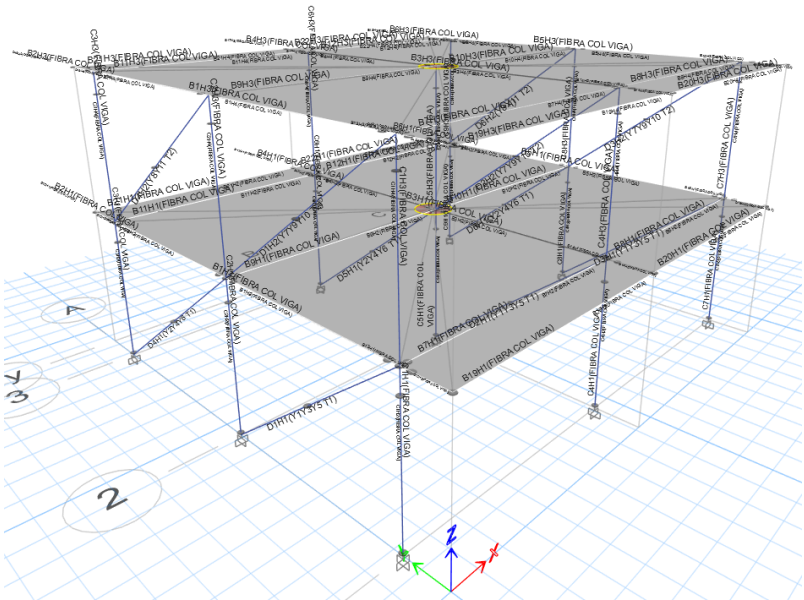
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°12



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 87

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°12

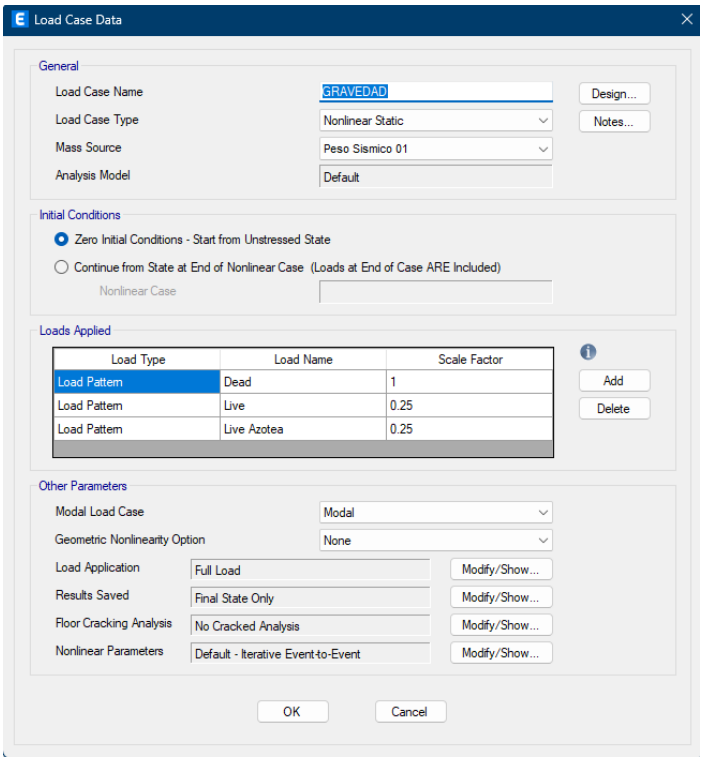


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.3.7.4. Demanda Sísmica Para el Análisis no Lineal Estático

Figura 88

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°12

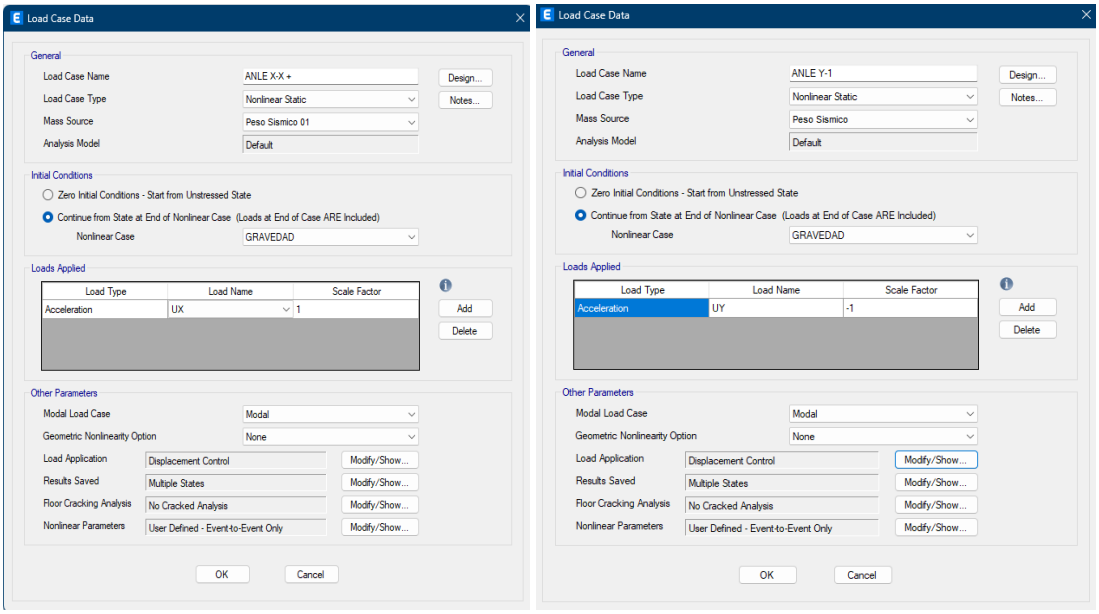


Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 12, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.085 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.032 m, valor menor debido a la mayor rigidez estructural identificada en esa dirección, proporcionada por los puntales de albañilería. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “5”.

Figura 89

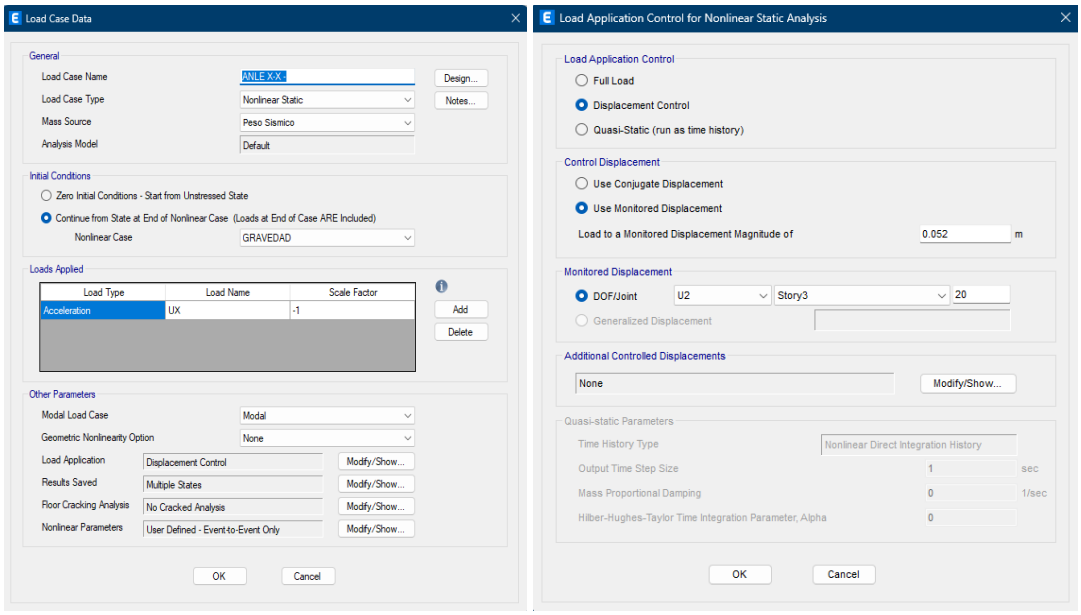
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°12



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 90

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 12



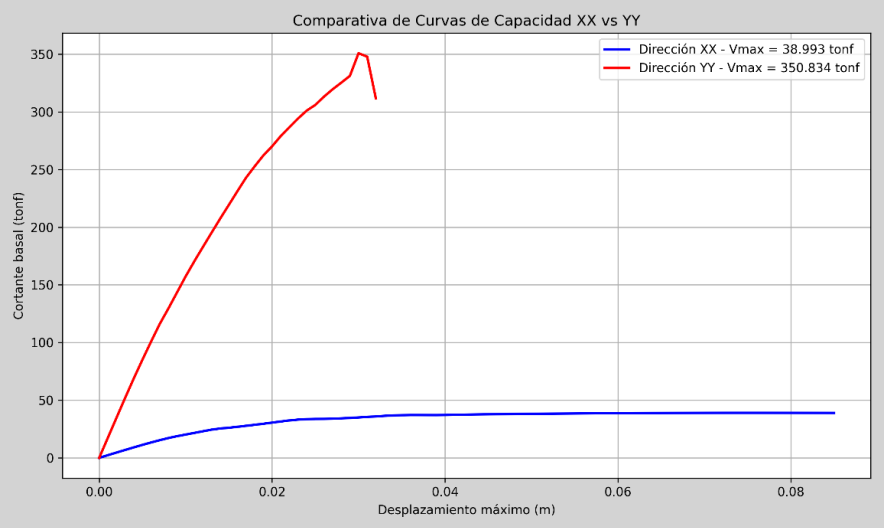
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.3.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 91

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°12



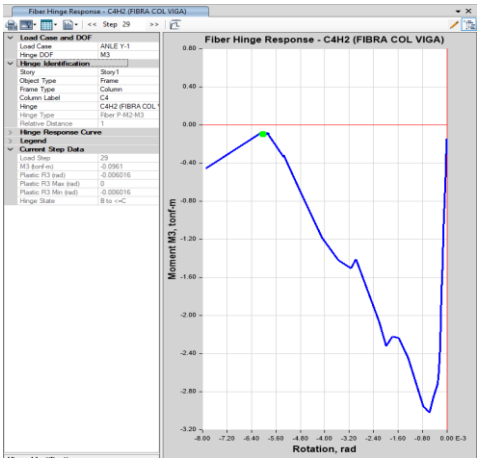
Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 38.993 tonf y 350.834 tonf respectivamente para cada dirección.

Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 350.834 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 38.993 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (3.2 cm) en comparación con la dirección X-X (8.5 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 92

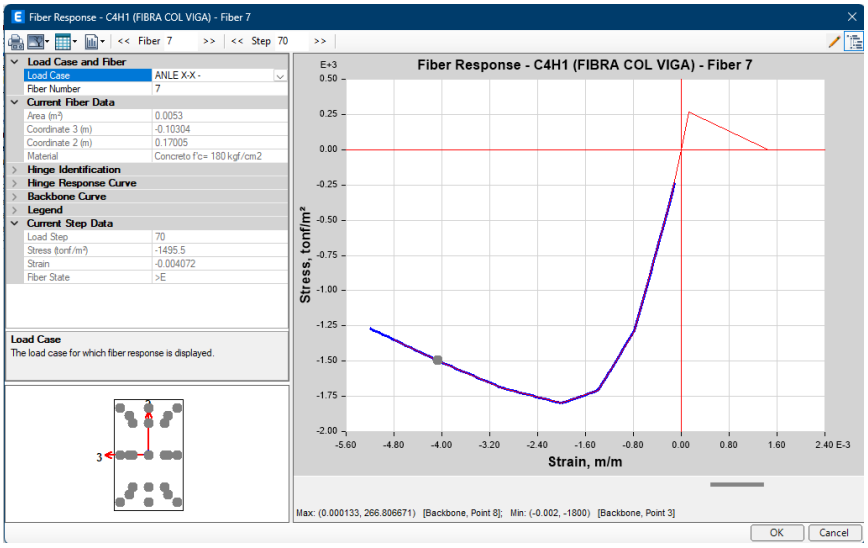
Gráfico momento – rotación de la primera columna que falla en ANLE-YY de la vivienda N°12



Nota. Se observó que, para un desplazamiento de 3.2 cm, la columna presentó una disminución en la rotación correspondiente a un momento de 0.09 tonf·m, lo cual indica que el concreto alcanzó su capacidad máxima de resistencia, iniciándose así el proceso de degradación del material.

Figura 93

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°12



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.0 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.3.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°12

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 147

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.139	te(seg)	0.494
ke(tonf/m)	1993.505	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	2311.602	Vy (tonf)	34.959
ti(seg)	0.459	W(tonf)	151.617
c2	1.048	cm	1.000
delta(cm)	8.156	ustrg	4.066

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 8.156 cm.

Tabla 148

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.115	te(seg)	0.488
ke(tonf/m)	2048.734	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	2311.602	Vy (tonf)	32.879
ti(seg)	0.459	W(tonf)	151.617
c2	1.032	cm	1.000
delta(cm)	6.116	ustrg	3.458

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 6.116 cm.

Tabla 149

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.072	te(seg)	0.468
ke(tonf/m)	2221.783	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	2311.602	Vy (tonf)	23.420
ti(seg)	0.459	W(tonf)	151.617
c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	2.659	ustrg	2.428

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 2.659 cm.

Tabla 150

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.267	te(seg)	0.167
ke(tonf/m)	17375.403	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	17375.403	Vy (tonf)	85.063
ti(seg)	0.167	W(tonf)	151.617
c2	1.020	cm	1.000
delta(cm)	1.008	ustrg	1.671

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 1.008 cm.

Tabla 151

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.208	te(seg)	0.167
ke(tonf/m)	17375.403	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	17375.403	Vy (tonf)	74.701
ti(seg)	0.167	W(tonf)	151.617

c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	0.763	ustrg	1.522

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 0.763 cm.

Tabla 152

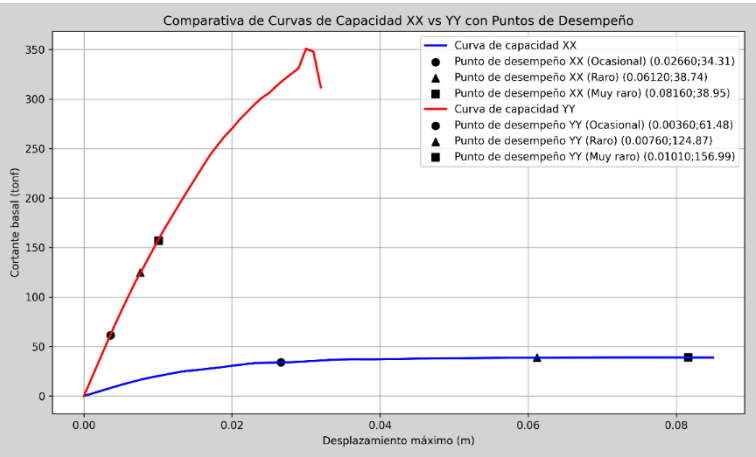
Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección YY en vivienda N°12

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.137	te(seg)	0.167
ke(tonf/m)	17375.403	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	17375.403	Vy (tonf)	42.288
ti(seg)	0.167	W(tonf)	151.617
c2	1.005	cm	1.000
delta(cm)	0.357	ustrg	1.345

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 0.357 cm.

Figura 94

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°12



Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

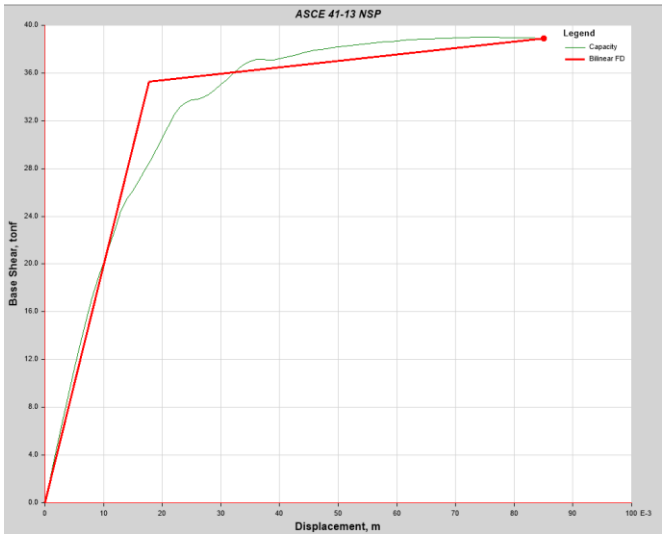
1.3.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°12

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas

direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 95

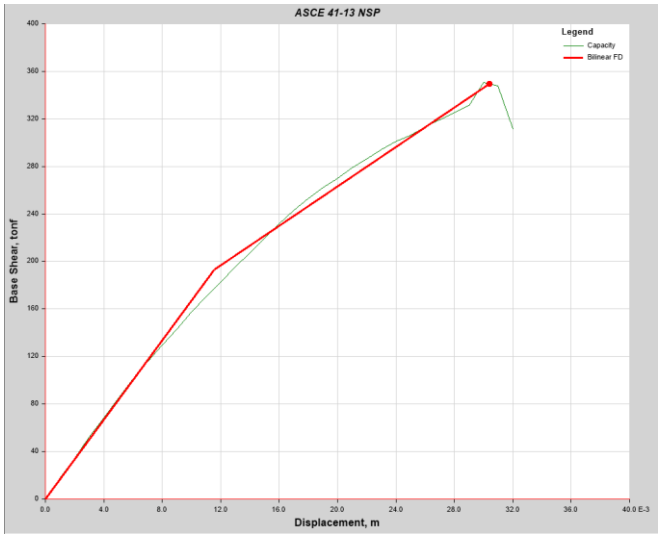
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°12



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.78 cm.

Figura 96

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°12



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.16 cm.

Tabla 153

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°12

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.78
Funcional	IO	3.796
Resguardo de vida	LS	5.812
Cerca al colapso	CP	7.156
Colapso	COLAPSO	8.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 154

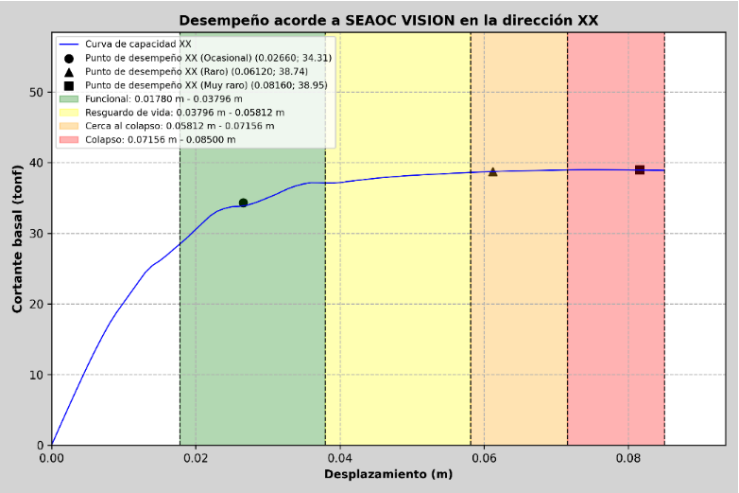
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N°07

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.16
Funcional	IO	1.712
Resguardo de vida	LS	2.264
Cerca al colapso	CP	2.632
Colapso	COLAPSO	3

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 97

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°12

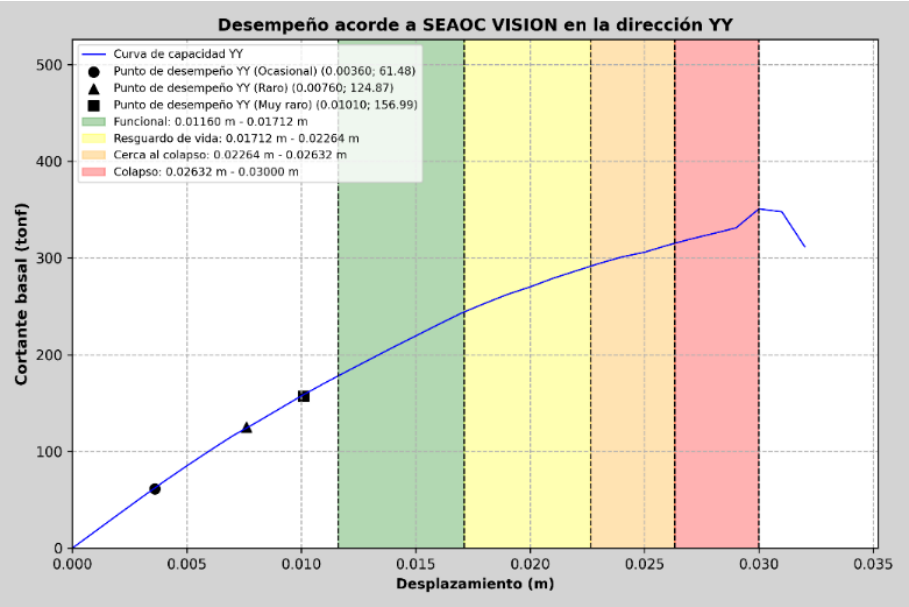


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de cerca al colapso y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de colapso.

Figura 98

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de Completamente funcional.

1.3.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°12

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°12 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se

espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 155

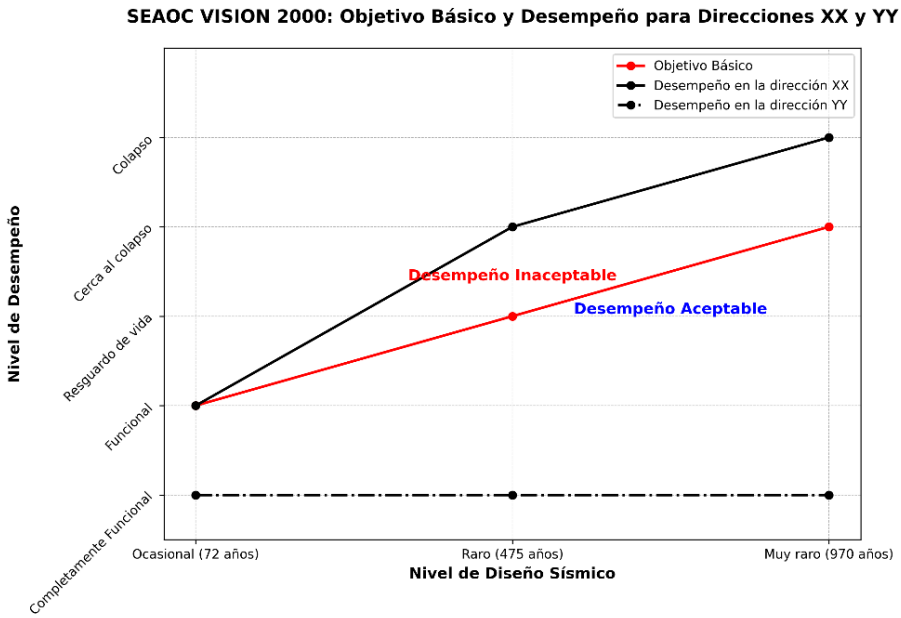
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°12

		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				
		Edificio Común	**Edificio Esencial**		**Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 99

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°12



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 12 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.4. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 15

1.4.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N° 15

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea. El primer nivel consta de almacén para productos del campo, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios y una sala, el área techada total de la vivienda es de 39.96 m^2. La altura del primer nivel es de 3.00 m, del segundo nivel 2.60 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.35 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m y 0.15 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y vigas chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12 cm a lo largo del eje 01-01, 02-02, del primer y a lo largo del eje 01-01 del segundo nivel. La azotea está conformada por parapetos de 0.40 m de altura sin confinar. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 100

Fachada exterior de la vivienda N° 15

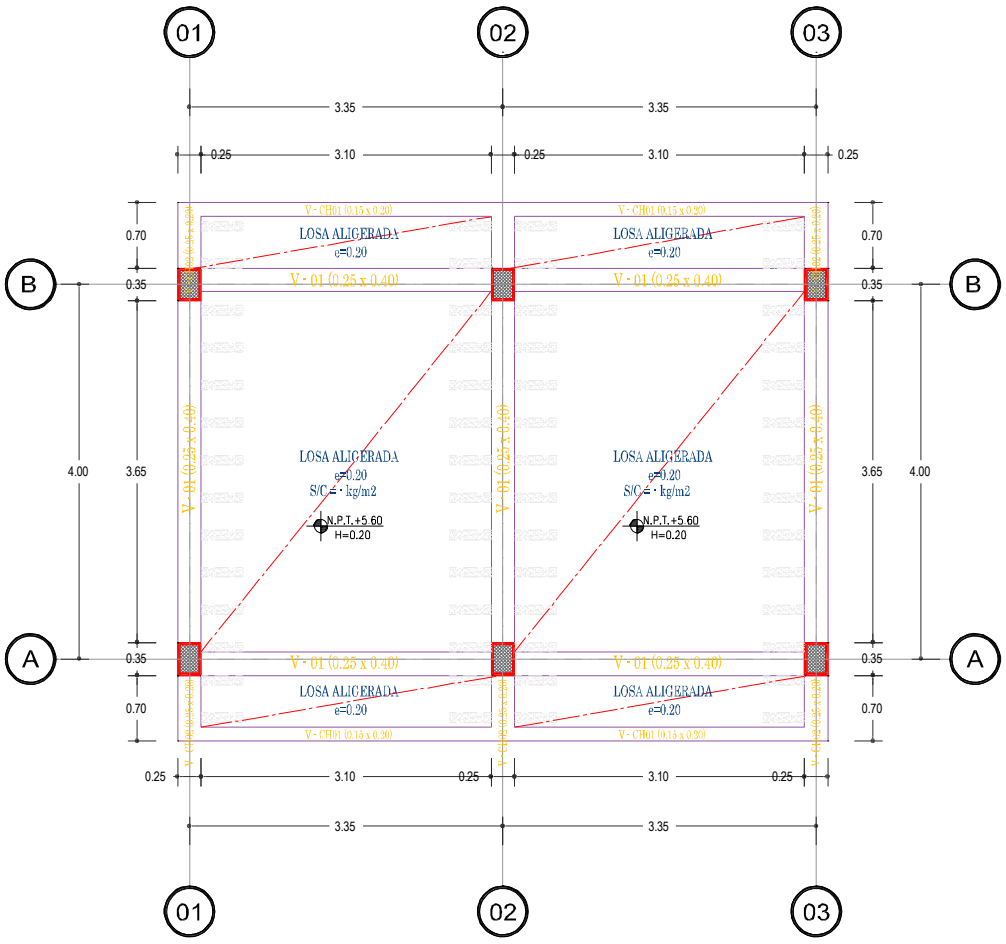


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N° 15*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 101

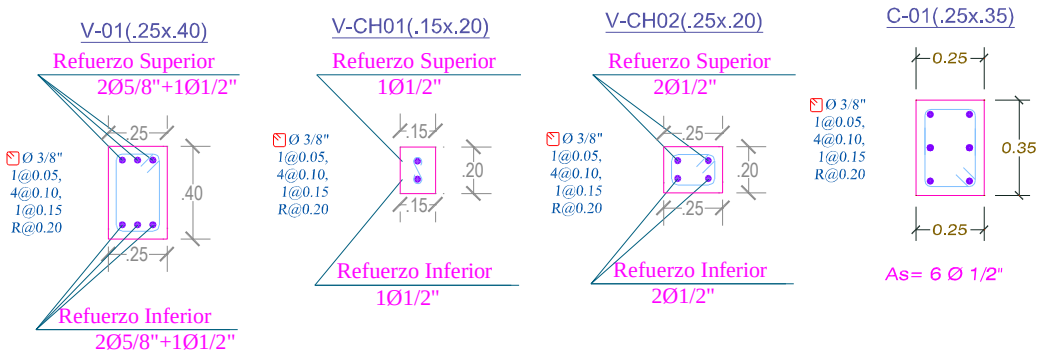
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N° 15



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 102

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N° 15

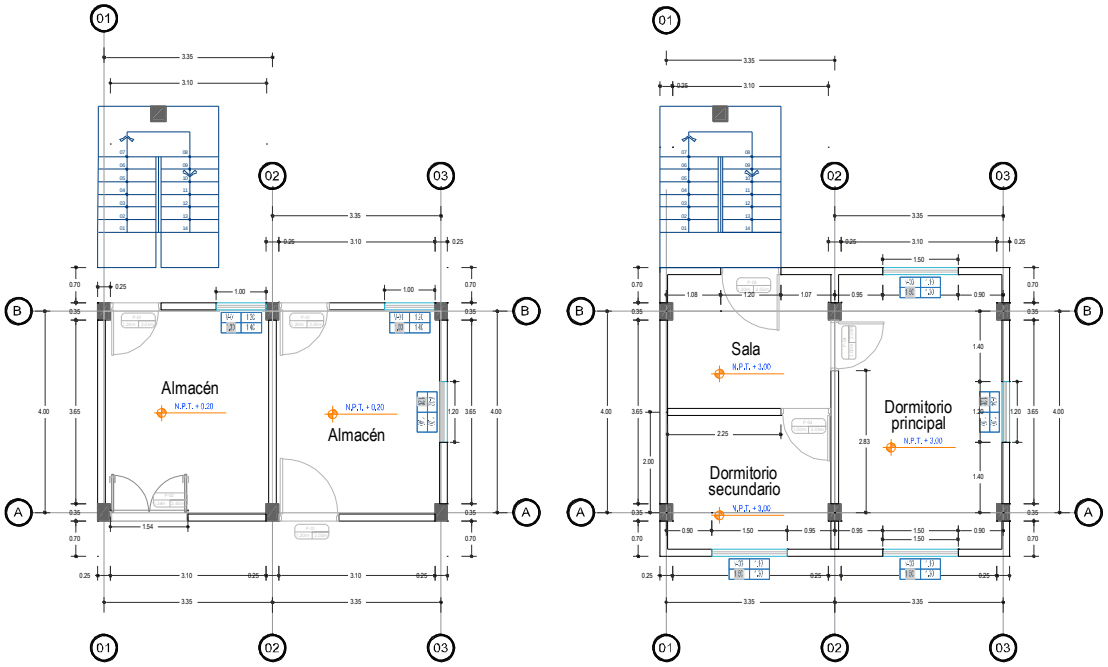


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4 cm.

Figura 103

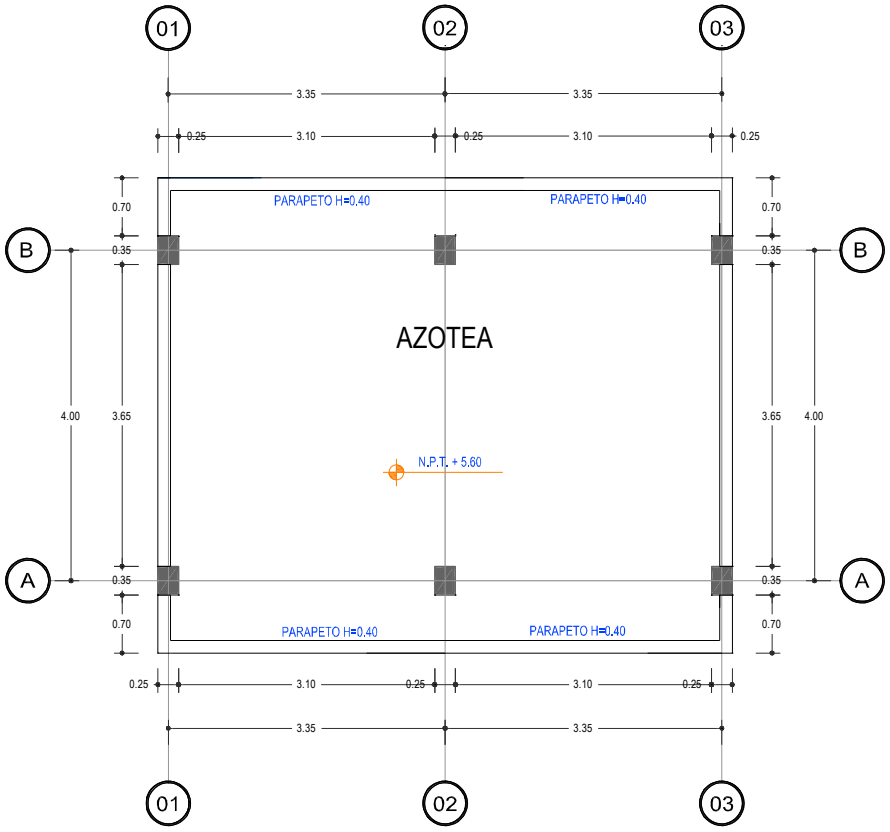
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°15



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en la dirección Y-Y y un sistema de estructural de pórticos en la dirección X-X.

Figura 104

Planimetría general de la azotea de la vivienda N° 15



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 0.40 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado.

1.4.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N° 15.

Tabla 156

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N° 15

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 170 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E = 15000 * \sqrt{f'c}}$ = 195576.00 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²

Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m3
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m3

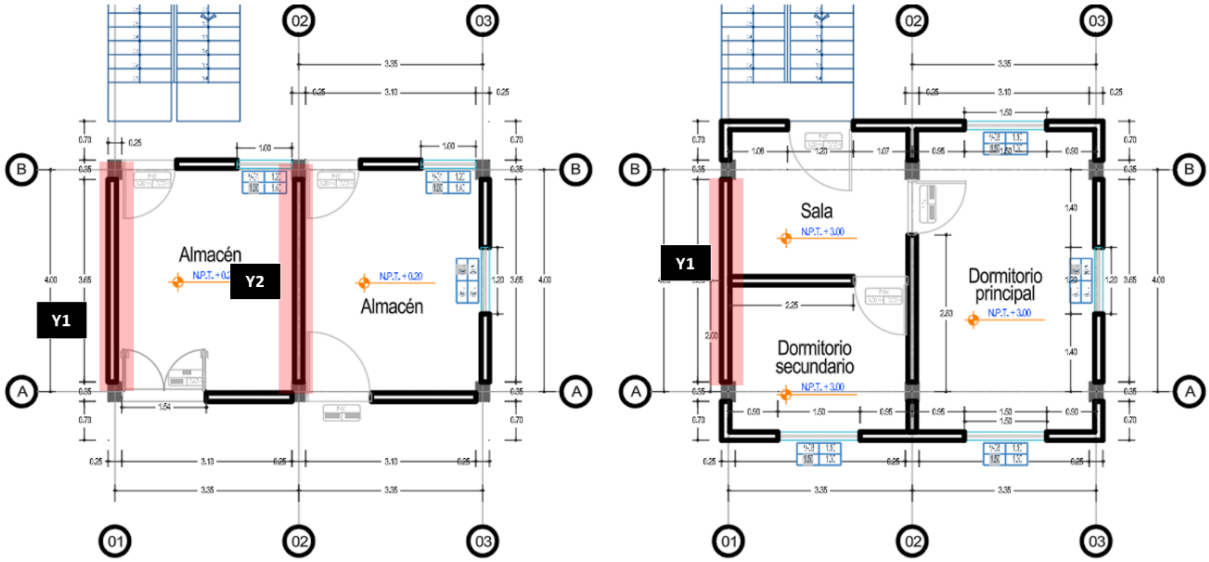
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.4.2.1. Propiedades lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°15.

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 105

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°15



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 157

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N°15

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2 T1 1er Nivel	Muro Y1 T2 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	365.00	365.00
Altura de muro	H (cm)	300.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	472.47	448.14
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.63	30.00
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	118.12	112.03
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	201851.10	201851.10

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.4.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N° 15.

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 12 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 158

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N° 15

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Sala	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 159

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N° 15

Descripción		Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 160

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N° 15

Nivel	Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
Losa 2do Nivel +3.00	Varios	Muro Alfeizar de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.40	1350	533	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro de	0.03		2.40	2000		

		bloquer de arcilla Hasta fondo de losa						
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	488	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	Muro Y1 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350		
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000	266	Kg/m
	L = 3.65	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.48	1.12	1350		
		Cargas Puntuales						
	Entre Eje A-B y 01-02	Muro en dirección de X-X de Dormitorio secundario y sala	0.12	2.25	2.40	1350		
		Revoque de mortero de cemento en Muro de Dormitorio secundario y sala	0.03	2.25	2.40	2000	1199	Kg

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 161

Cargas muertas de muros de albañilería y cobertura metálica en azotea de la vivienda N° 15

Nivel	**Tramo**	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Losa 3er Nivel Azotea +5.60	Varios	Muro alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15		0.40	1350	81	Kg/m

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.4.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N° 15.

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 162

Peso sísmico efectivo de la vivienda N° 15

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
2	3.11	30.54
1	4.71	46.19
Total	**7.824**	**76.73**

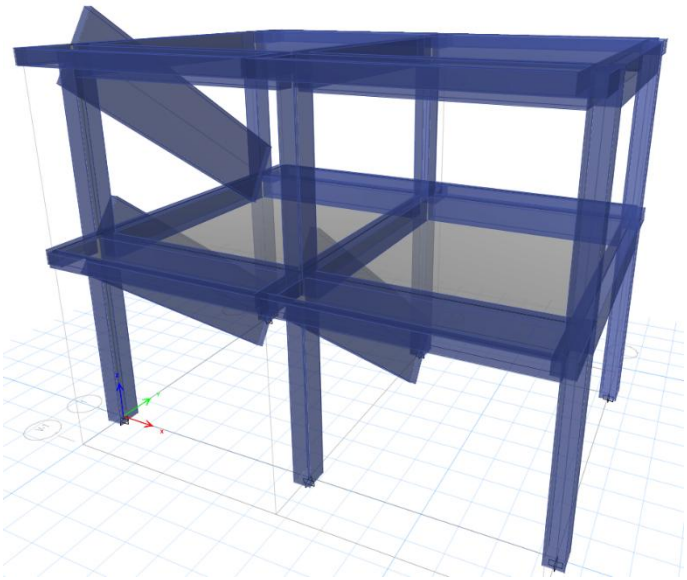
Nota. Resumen del peso sísmico por niveles.

1.4.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N° 15

El modelo numérico lineal se desarrolló utilizando el software ETABS V21.0. Las vigas y columnas se modelaron como elementos tipo frame, los muros de albañilería se representaron mediante elementos tipo frame para representarlos mediante puntales diagonales equivalentes que a su vez se le asignaron restricciones para que trabajen solo a carga axial a compresión despreciando los momentos actuantes en las direcciones YY. Para el modelado de la losa aligerada se utilizaron elementos tipo membrana, debido a que esta únicamente presenta acero de refuerzo no confinado en viguetas en una sola dirección. Este tipo de modelación permite descartar la rigidez frente a cargas perpendiculares al plano de la losa, considerándola únicamente como un elemento de distribución de cargas verticales hacia las vigas y columnas que la delimitan. Se asumió que los elementos verticales están empotrados en la base de la edificación. Además, se consideró un diafragma rígido por nivel, con tres grados de libertad: desplazamientos en las direcciones X y Y, y rotación en el eje Z.

Figura 106

Modelo tridimensional de la vivienda N° 15



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.4.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 15 Mediante la Normativa E.030.

1.4.6.1. Parámetros Sísmicos Para la Vivienda N° 15

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 163

Parámetros sísmicos para la vivienda N° 15

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	7.20
	Dirección Y	Sistema de Pórticos	Ry =	2.03

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=7.20, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=2.03 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

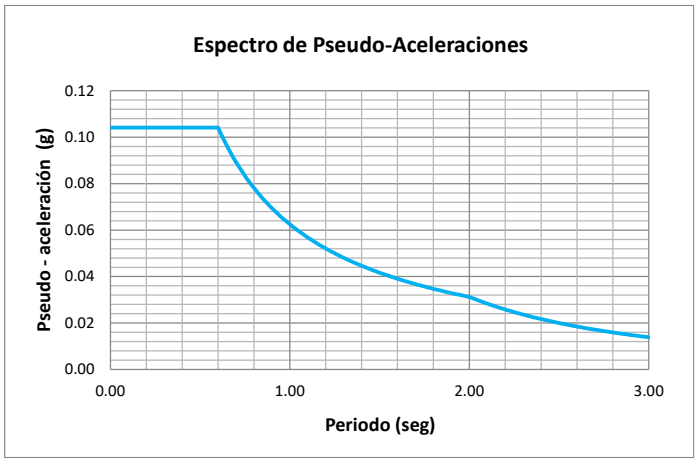
1.4.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones Para la Vivienda N° 15

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N° 15. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 107

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 15



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 164

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 15

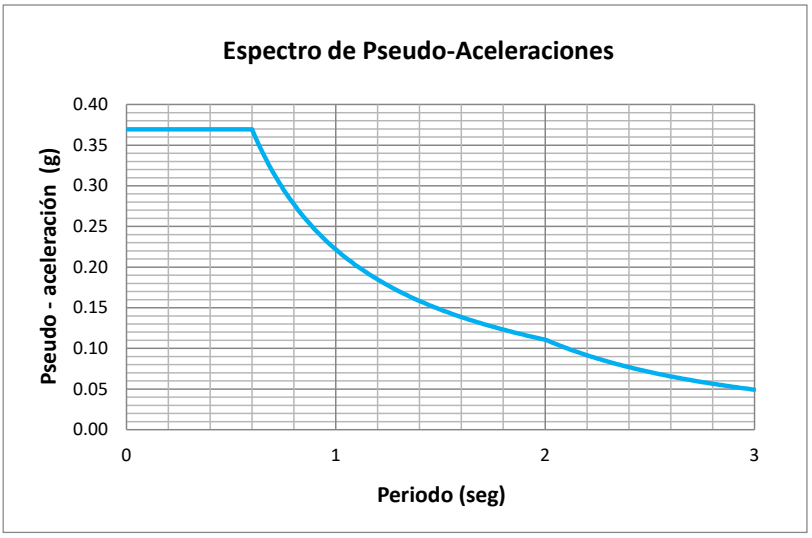
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.1042	0.41	0.1042	0.81	0.0772	1.21	0.0517	1.61	0.0388
0.04	0.1042	0.44	0.1042	0.84	0.0744	1.24	0.0504	1.64	0.0381
0.07	0.1042	0.47	0.1042	0.87	0.0718	1.27	0.0492	1.67	0.0374
0.10	0.1042	0.50	0.1042	0.90	0.0694	1.30	0.0481	1.70	0.0368
0.13	0.1042	0.53	0.1042	0.93	0.0672	1.33	0.0470	1.73	0.0361
0.16	0.1042	0.56	0.1042	0.96	0.0651	1.36	0.0460	1.76	0.0355

0.19	0.1042	0.59	0.1042	0.99	0.0631	1.39	0.0450	1.79	0.0349
0.22	0.1042	0.62	0.1008	1.02	0.0613	1.42	0.0440	1.82	0.0343
0.25	0.1042	0.65	0.0962	1.05	0.0595	1.45	0.0431	1.85	0.0338
0.28	0.1042	0.68	0.0919	1.08	0.0579	1.48	0.0422	1.88	0.0332
0.31	0.1042	0.71	0.0880	1.11	0.0563	1.51	0.0414	1.91	0.0327
0.34	0.1042	0.74	0.0845	1.14	0.0548	1.54	0.0406	1.94	0.0322
0.37	0.1042	0.77	0.0812	1.17	0.0534	1.57	0.0398	1.97	0.0317
0.40	0.1042	0.80	0.0781	1.20	0.0521	1.60	0.0391	2.00	0.0313

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 108

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 15



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 165

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 15

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.3695	0.41	0.3695	0.81	0.2737	1.21	0.1832	1.61	0.1377
0.04	0.3695	0.44	0.3695	0.84	0.2639	1.24	0.1788	1.64	0.1352
0.07	0.3695	0.47	0.3695	0.87	0.2548	1.27	0.1745	1.67	0.1327
0.10	0.3695	0.50	0.3695	0.90	0.2463	1.30	0.1705	1.70	0.1304

0.13	0.3695	0.53	0.3695	0.93	0.2384	1.33	0.1667	1.73	0.1281
0.16	0.3695	0.56	0.3695	0.96	0.2309	1.36	0.1630	1.76	0.1260
0.19	0.3695	0.59	0.3695	0.99	0.2239	1.39	0.1595	1.79	0.1238
0.22	0.3695	0.62	0.3575	1.02	0.2173	1.42	0.1561	1.82	0.1218
0.25	0.3695	0.65	0.3410	1.05	0.2111	1.45	0.1529	1.85	0.1198
0.28	0.3695	0.68	0.3260	1.08	0.2053	1.48	0.1498	1.88	0.1179
0.31	0.3695	0.71	0.3122	1.11	0.1997	1.51	0.1468	1.91	0.1161
0.34	0.3695	0.74	0.2996	1.14	0.1945	1.54	0.1439	1.94	0.1143
0.37	0.3695	0.77	0.2879	1.17	0.1895	1.57	0.1412	1.97	0.1125
0.40	0.3695	0.80	0.2771	1.20	0.1847	1.60	0.1385	2.00	0.1108

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.4.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N° 15.

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 166

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 15

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.437	0.963	0.000	0.963	0.000
2	0.313	0.000	0.319	0.963	0.319
3	0.187	0.000	0.535	0.963	0.854
4	0.149	0.037	0.000	1.000	0.854
5	0.116	0.000	0.104	1.000	0.958
6	0.073	0.000	0.042	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.319 seg y en la dirección YY es de 0.156 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.4.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N° 15

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.
- Es menor al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 167

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N° 15

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	3.85	0.0059	650.4	455.3	520.3	-	-
1	7.70	0.0040	1922.6	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 168

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N° 15

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	10.81	0.0053	2026.6	1418.6	1621.3	-	-

1	18.34	0.0025	7460.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 80% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 169

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N° 15

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Esta irregularidad se manifiesta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la rigidez lateral de un entrepiso cumple con alguna de las siguientes condiciones:

- Es inferior al 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediatamente superior.
- Es menor al 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Tabla 170

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N° 15

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	3.85	0.0059	650.4	390.2	455.3	-	-
1	7.70	0.0040	1922.6	-	-	REGULAR	REGULAR

						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 171

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N° 15

Piso	**Cortante (tonf)**	**Desplaz. Rel (m)**	**Rigidez Lat. (tonf/m)**	**60% Rigidez (tonf/m)**	**70% Rig.Pro. (tonf/m)**	**Control 60% Rigidez**	**Control 70% Rig.Pro**
2	10.81	0.0053	2026.6	1216.0	1418.6	-	-
1	18.34	0.0025	7460.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Esta forma de irregularidad surge cuando, en cualquiera de las direcciones estudiadas en el análisis estructural, la resistencia al corte de un entrepiso es menor al 65% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 172

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N° 15

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Esta forma de irregularidad surge cuando el peso sísmico de un piso es mayor que 1.5 veces al piso sísmico del piso adyacente.

Tabla 173

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N° 15

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
2	3.11	30.54	-	-	0.66	REGULAR
1	4.71	46.19	1.51	IRREGULAR	-	-
Total	**7.824**	**76.73**			**Ia**	**0.9**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Esta irregularidad se produce cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales de un entrepiso es mayor a 1.3 veces la dimensión correspondiente en un piso adyacente.

Tabla 174

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N° 15

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 10% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 175

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N° 15

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Esta irregularidad ocurre cuando un elemento estructural que soporta más del 25% de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical, ya sea debido a un cambio en su orientación o a un desplazamiento de su eje, cuya magnitud excede el 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

Tabla 176

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N° 15

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	**Iax**	**1**
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	**Iay**	**1**

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 177

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N° 15

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	0.9
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	0.9

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.4.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N° 15

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

f) Verificación de Irregularidad Torsional

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Para determinar si la estructura de la vivienda presenta irregularidad torsional en planta, en cualquiera de las direcciones del análisis, se requiere verificar que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso sea mayor que el 50% del desplazamiento permisible para estructuras de concreto armado.

Tabla 178

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N° 15

Piso	DIRECCION X		DIRECCION Y	
	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx
2	0.0007	NO REQ VERIF	0.0035	SI REQ VERIF
1	0.0012	NO REQ VERIF	0.0032	SI REQ VERIF

Nota. La estructura se requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 179

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N° 15

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
2	0.0061	0.0060	1.003	REGULAR
1	0.0041	0.0041	1.003	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 180

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N° 15

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0107	0.0076	1.400	IRREGULAR
1	0.0056	0.0041	1.379	IRREGULAR
			Ipy	**0.75**

Nota. Si existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda

g) Verificación de irregularidad torsional extrema

Esta irregularidad se presenta cuando, en cualquiera de las direcciones consideradas en el análisis estructural, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental del 5%, supera en más de 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo las mismas condiciones de carga.

Tabla 181

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N° 15

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
2	1.003	1.400	REGULAR	REGULAR
1	1.003	1.379	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. Si existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

h) Verificación de esquinas entrantes

Esta irregularidad se presenta cuando existen esquinas entrantes en la configuración de la planta de la edificación, y las dimensiones de dichas esquinas entrantes, en ambas direcciones, exceden el 20% de la dimensión total de la planta en esas mismas direcciones.

Tabla 182

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N° 15.

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. Si existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

i) Verificación de discontinuidad de diafragma

Esta irregularidad se presenta cuando los diafragmas presentan discontinuidades excesivas o presentan variaciones excesivas en rigidez, cuando existe aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta, cuando existe secciones transversales del diafragma menores al 25% de la sección total en ambas direcciones.

Tabla 183

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N° 15

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

j) Verificación de Sistemas no paralelos

Esta irregularidad se presenta cuando se presentan inclinaciones de los ejes de los pórticos mayores a 30 grados en ambas direcciones.

Tabla 184

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N° 15

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 185

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N° 15

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	0.75

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura irregular en las direcciones XX y YY, por presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 186

Factores de irregularidad de la vivienda N° 15

Factores de irregularidad en altura	Iax	0.9
	Iay	0.9
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	0.75

Tabla 187

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 15

Clasificación de la estructura	Dirección X	IRREGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 188

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N° 15

ITEM		**Dirección X**		**Dirección Y**
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	0.90	Iay	0.90
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	0.75
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**7.20**	**Ry**	**2.03**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción disminuyen debido a la existencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.4.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N° 15.

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 189

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	7.20	0.85	6.12
Y	0.005	2.03	0.85	1.73

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras con irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.85.

Tabla 190

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00077	0.0007	BIEN	0.002040	0.0035	BIEN
1	0.00136	0.0012	BIEN	0.001872	0.0032	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 191

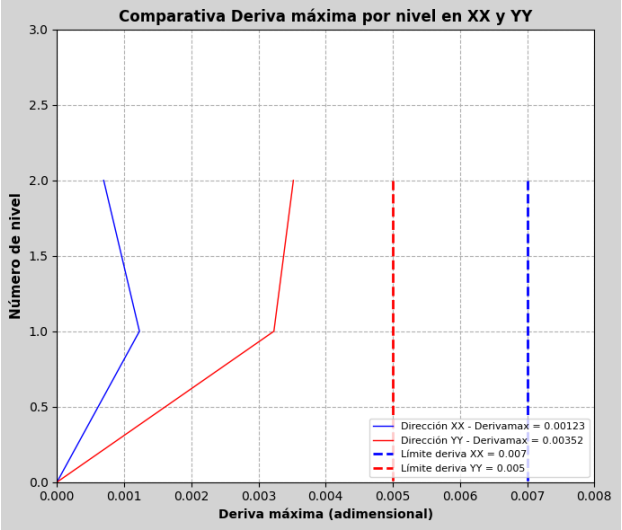
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260	0.18	0.92	0.55	1.88
1	300	0.37	0.97	0.37	0.97
	S	**0.55**	**1.88**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 109

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 15



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 1.23 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 3.52 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.4.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N° 15.

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 90 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

El factor de reducción sísmica queda definido a partir de las siguientes condicionales.

Si T $< T_P$ $\quad C = 2.5$

Si $T_P < T < T_L$ $\quad C = 2.5 * (\frac{T_P}{T})$

Si $T > T_L$ $\quad C = 2.5 * (\frac{T_P - T_L}{T})$

Tabla 192

Fuerza cortante estática de la vivienda N° 15

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	7.20
	Ry =	2.03
Periodo fundamental	Tx =	0.456 s
	Ty =	0.140 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	76.73 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	7.99 tonf
	Vy =	28.42 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.35**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**1.23**	**BIEN**

Tabla 193

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15.

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	7.99	90%	7.19	7.70	BIEN	No requiere
Y	28.42	90%	25.58	18.34	AMPLIFICAR	13.6782

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 90 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de las fuerzas cortantes basales actuantes provenientes del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 194

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 15

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	7.99	90%	7.19	7.70	BIEN	No requiere
Y	28.42	90%	25.58	25.58	BIEN	13.68

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.4.6.8. Verificación de Fuerzas de compresión Axial actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 15.

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique. En el presente estudio, se ha considerado como resistencia de rotura del tabique la resistencia a la tracción diagonal, ya que este tipo de falla es el modo de colapso más representativo en los muros de albañilería.

Tabla 195

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda Nº 15

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D2	Y1 T2	SIS. X-X	Max	0.1572	31.63	CUMPLE
Story1	D1	Y2 T1	SIS. X-X	Max	0.2863	31.63	CUMPLE
Story1	D2	Y1 T1	SIS. X-X	Max	0.4554	30.00	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 196

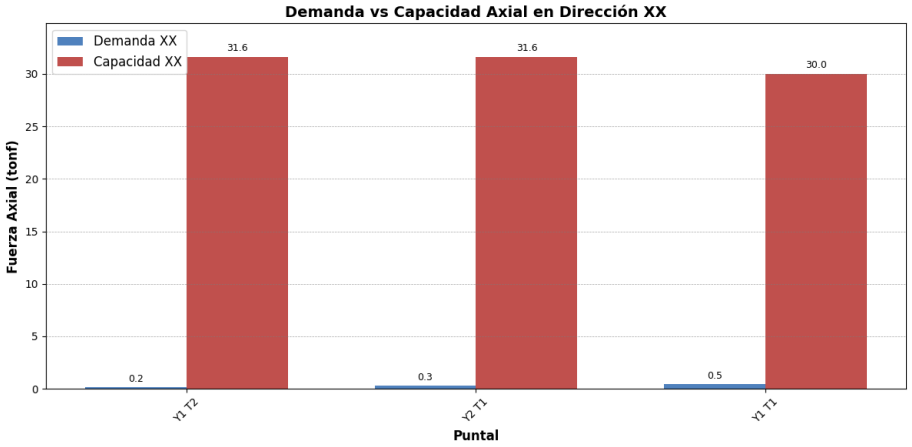
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda Nº 15

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D2	Y1 T2	DERIVA Y-Y	Max	10.3462	31.63	CUMPLE
Story1	D1	Y2 T1	DERIVA Y-Y	Max	15.4743	31.63	CUMPLE
Story1	D2	Y1 T1	DERIVA Y-Y	Max	17.3818	30.00	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 110

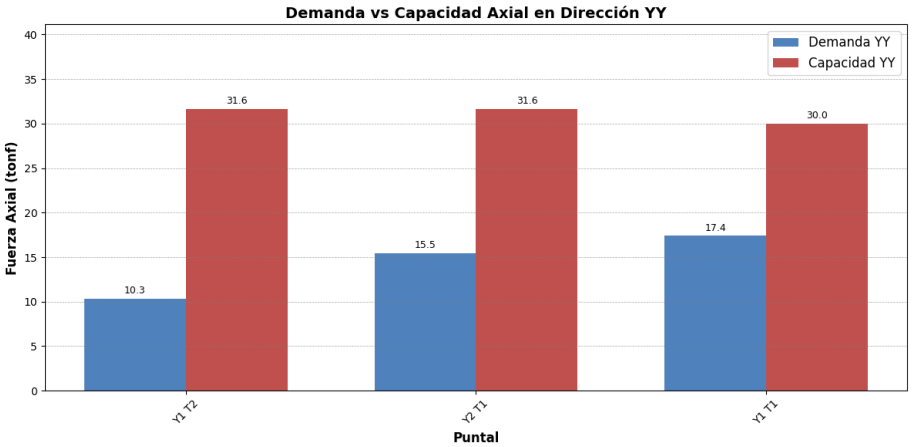
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 111

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.4.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 15.

1.4.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

En un análisis no lineal estático, es fundamental considerar el aporte de las secciones de acero estructural de todos los elementos estructurales (vigas y columnas), los cuales están

sometidos a diversos tipos de carga, incluyendo momentos flectores y esfuerzos de flexo-compresión. La determinación del área de acero en dichos elementos se realizará a partir de los planos estructurales de las viviendas tipificadas, elaborados con base en el levantamiento de información en campo y en las encuestas aplicadas a los maestros de obra.

1.4.7.1.1. Vigas Estructurales

La cantidad de acero asignada en las vigas de concreto armado se consideró a partir del acero longitudinal ubicado en la parte superior e inferior de la viga, tanto en los extremos iniciales como finales de cada tramo. El área de refuerzo fue determinada utilizando los valores nominales proporcionados por la empresa Aceros Arequipa, marca identificada en los elementos estructurales de las viviendas tipificadas.

Tabla 197

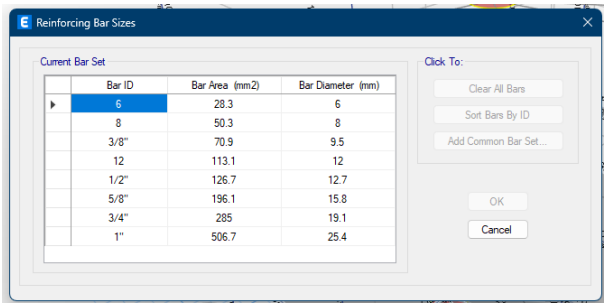
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa

Figura 112

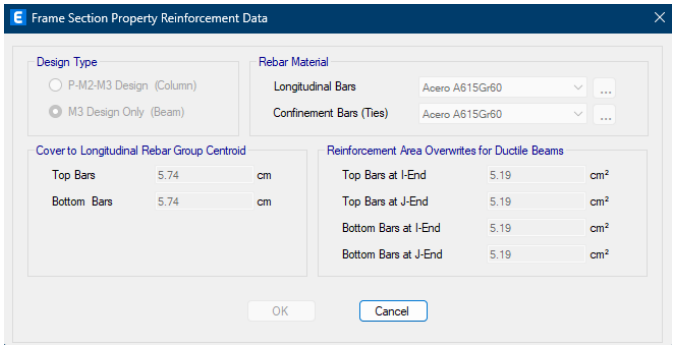
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 113

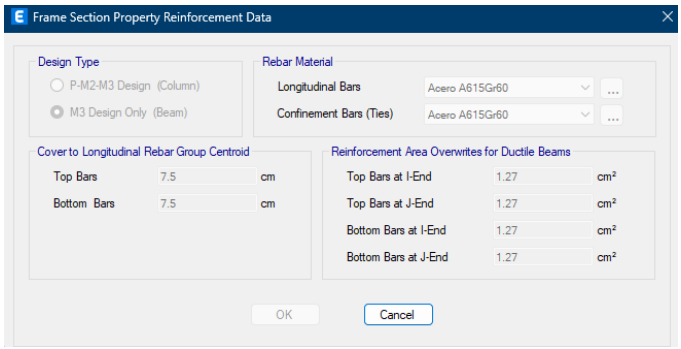
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N° 15



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 114

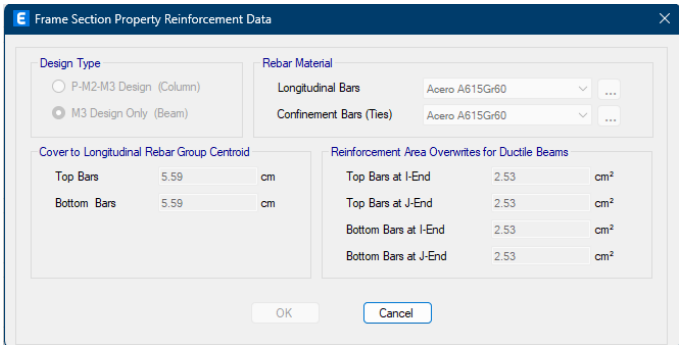
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N° 15



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 115

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N° 15



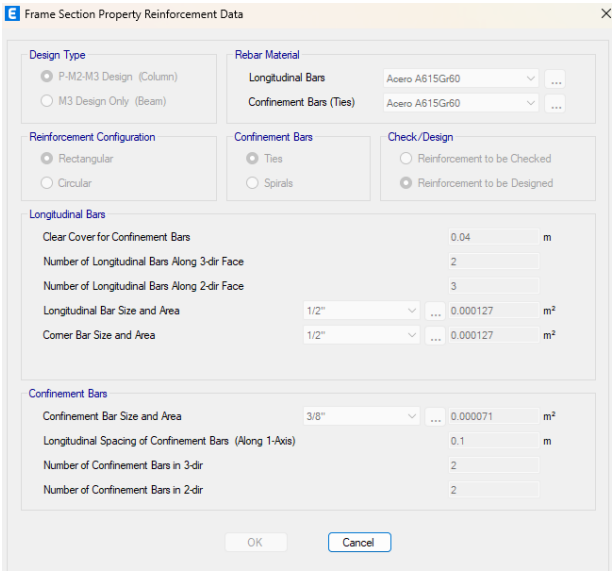
Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.4.7.1.2. Columnas Estructurales

La cantidad de acero estructural en las columnas fue definida a lo largo de toda su longitud, incluyendo el acero de confinamiento con su respectiva separación promedio. Las secciones y diámetros del acero considerados corresponden a la marca Aceros Arequipa, identificada previamente in situ durante el levantamiento de información.

Figura 116

Asignación de área de acero en Columna de 0.25x0.35m de Vivienda N° 15



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

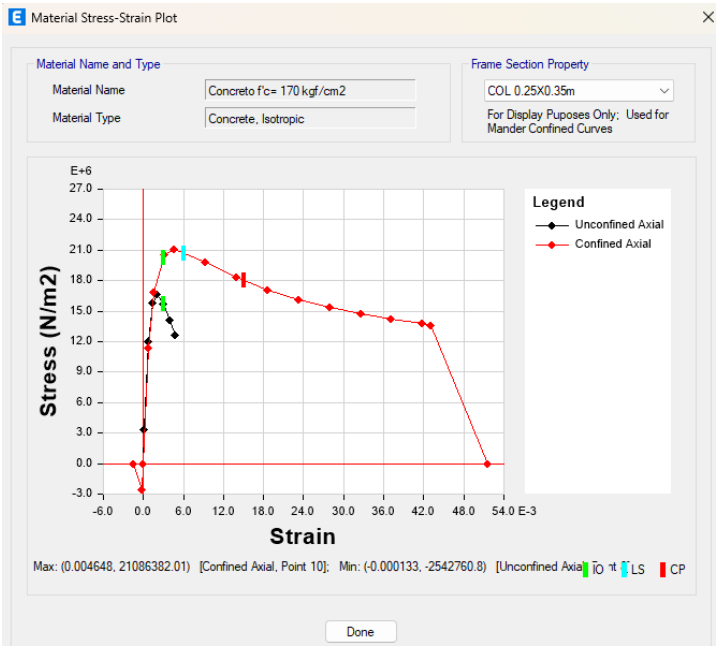
1.4.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

La representación de la no linealidad en los elementos de concreto armado se llevó a cabo mediante el uso de elementos con plasticidad tipo fibra, controlados por deformaciones y capaces de trabajar bajo carga axial y momentos flectores en las direcciones X-X e Y-Y. Se asignó una longitud de fibra equivalente al 10 % de la longitud total del elemento estructural, ubicada en los extremos de vigas y columnas, donde se concentran los mayores esfuerzos. En estos elementos tipo fibra se definieron las propiedades mecánicas de los materiales, tales como la resistencia característica a la compresión y el módulo de elasticidad. Cabe resaltar

que, en el modelo numérico desarrollado en el software ETABS v21.0, se seleccionó el modelo de Mander para la representación del comportamiento no lineal del concreto.

Figura 117

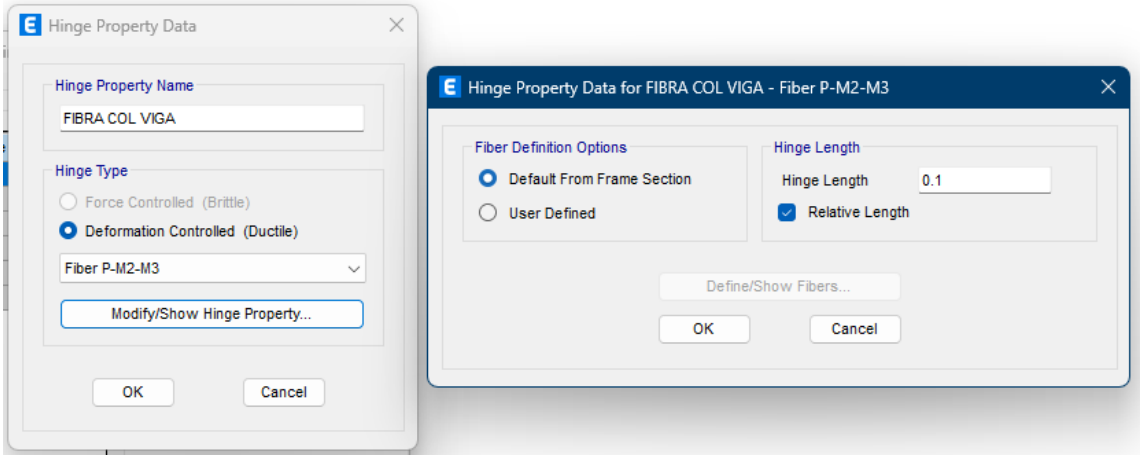
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 118

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N° 15



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.4.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

Para la modelación del comportamiento no lineal de los elementos de albañilería que conforman la estructura, se asignaron rótulas axiales en la mitad de la longitud de los puntales. Estas rótulas fueron definidas en función de la carga axial de compresión actuante y de la deformación axial desarrollada a lo largo del eje del puntal.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 198

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N° 15

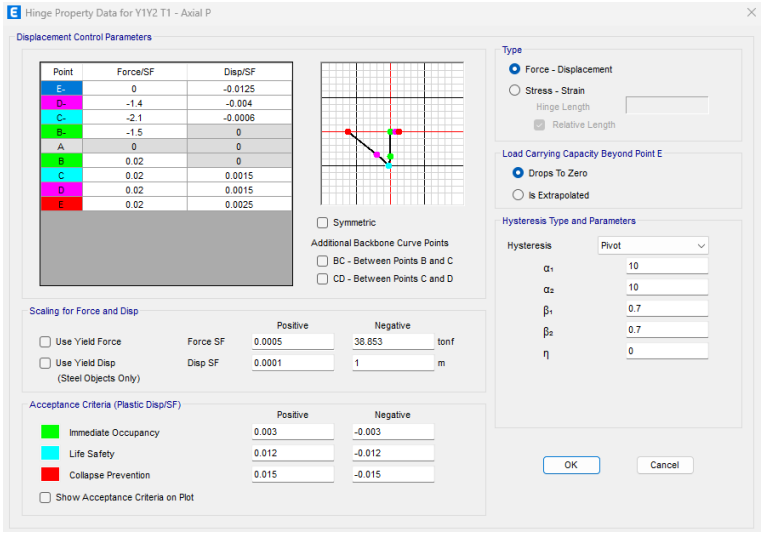
Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro Y1Y2 T1**	**Muro Y1 T2**
Longitud de muro	L (cm)	365.00	365.00
Altura de muro	H (cm)	300.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	472.47	448.14
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.63	30.00
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	118.12	112.03
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	201851.10	201851.10
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 119

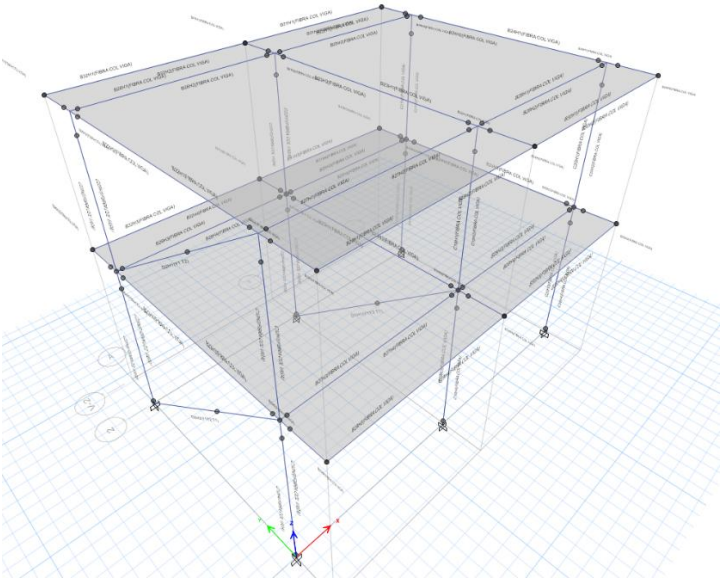
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N° 15



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 120

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N° 15



Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0

1.4.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

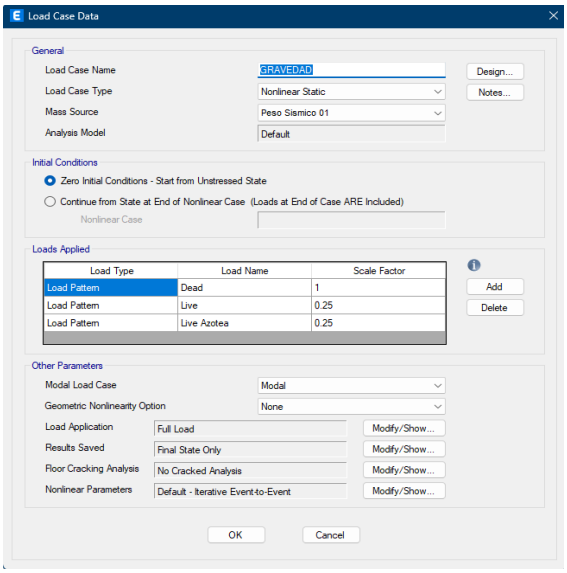
Según el (ASCE/SEI 41-17, 2017) en el Capítulo 07 se establece que, para el procedimiento no lineal estático, la primera condición de carga a considerar es el peso propio efectivo de la estructura. Posteriormente, se deben aplicar cargas laterales monotónicas en el último nivel, en un nudo representativo donde se concentre la fuerza de inercia dinámica (próximo al centro de masas), en las direcciones X e Y del análisis sísmico, hasta alcanzar el desplazamiento máximo asociado al colapso.

Para la definición de la carga gravitacional en el análisis no lineal estático se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipo de carga: No lineal estático
- La carga se aplica desde una configuración inicial sin deformaciones (estructura sin deformar)
- El patrón de carga aplicado corresponde a 100% de la carga muerta (CM) + 25% de la carga viva (CV) + 25% de la carga viva de azotea.

Figura 121

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N° 15



Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs

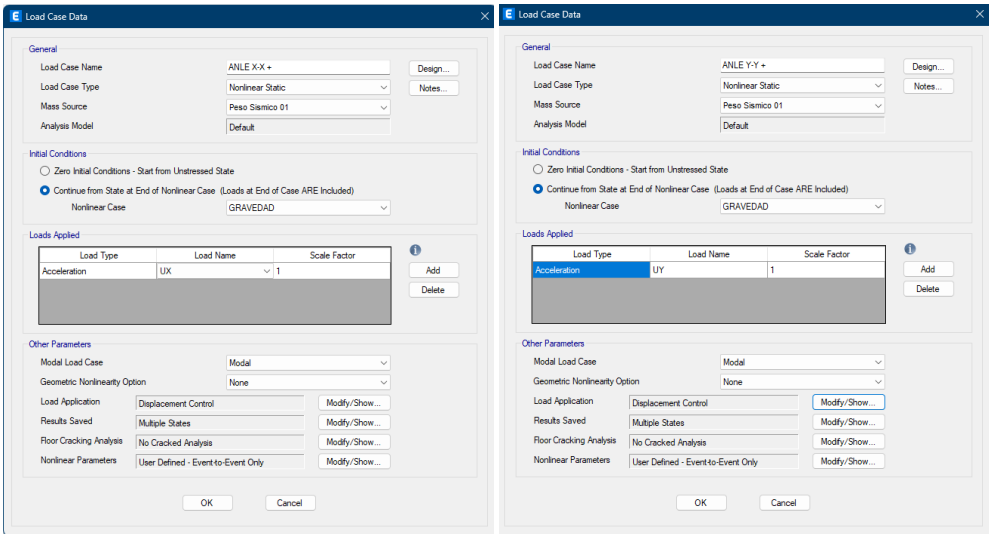
Para la definición de la carga monotónica no lineal se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de carga: No lineal estático.
- La condición inicial de la estructura corresponde al estado en el que ya se ha aplicado la carga gravitacional.
- La distribución de la carga lateral se da en función de una aceleración constante.

En el caso de la vivienda N.º 15, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.10 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.065 m, valor menor debido a la mayor rigidez estructural identificada en esa dirección, proporcionada por los puntales de albañilería. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “41”.

Figura 122

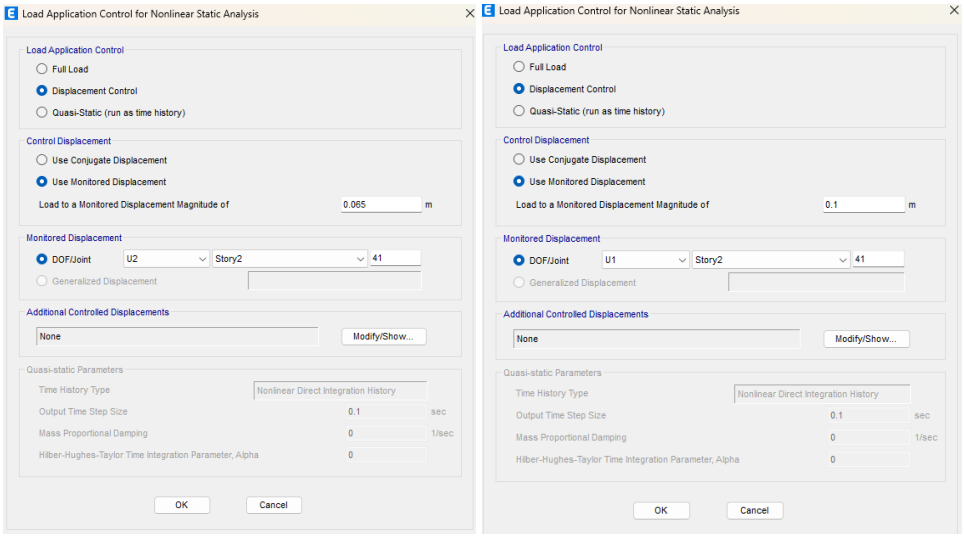
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N° 15



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 123

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 15



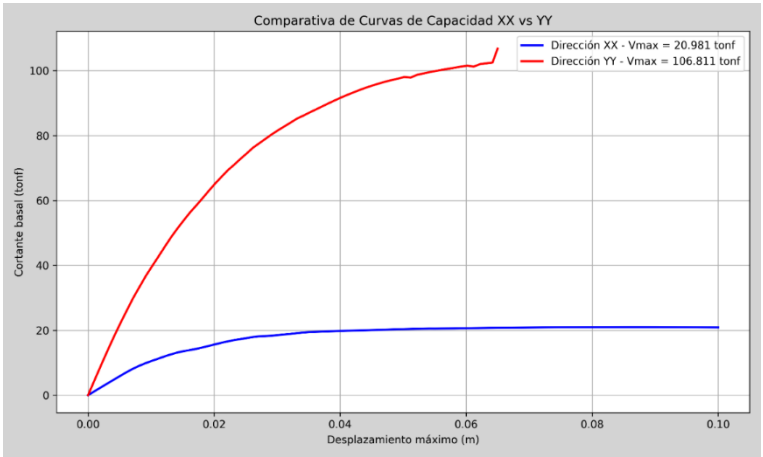
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.4.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 124

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 15



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 20.98 tonf y 106.811 tonf respectivamente para cada dirección.

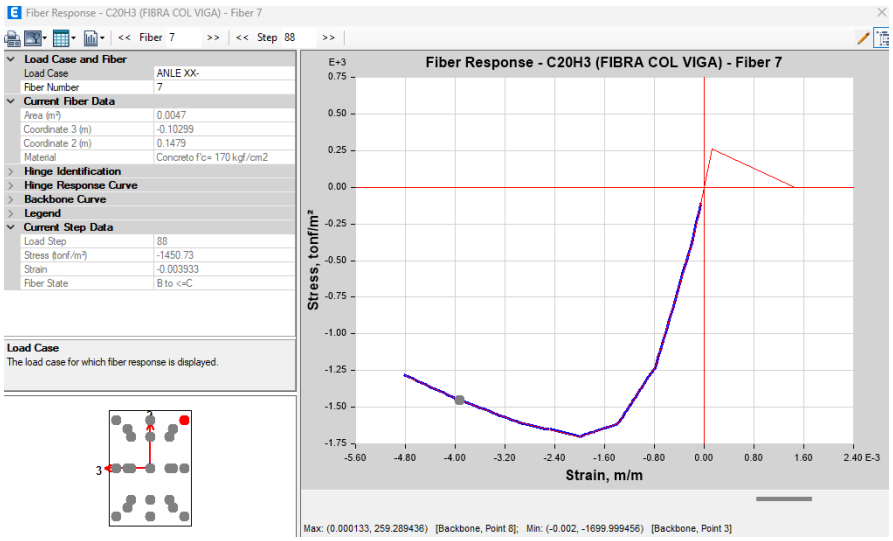
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 106.8111 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor

máximo de 20.981 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (6.2 cm) en comparación con la dirección X-X (10.0 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 125

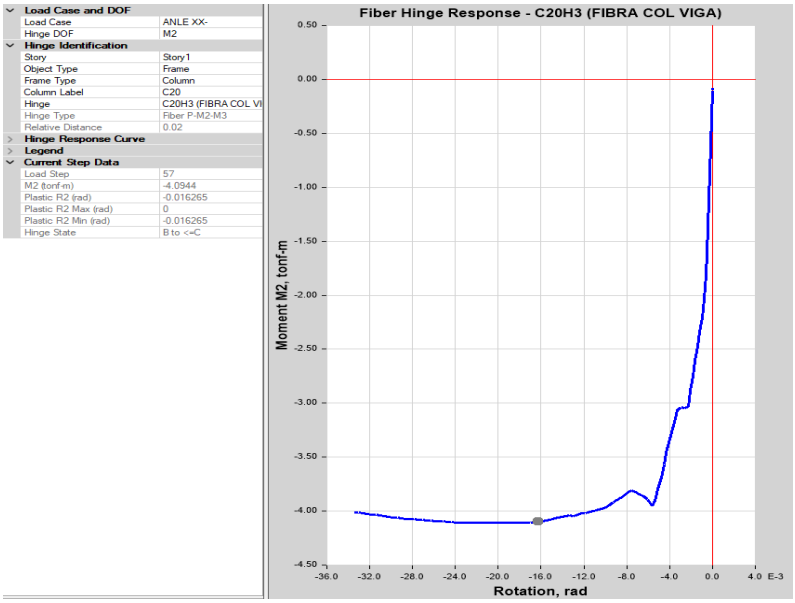
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°15.



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 10 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 126

Gráfico momento – rotación de la primera columna que falla en ANLE-XX de la vivienda N°15



Nota. Se observó que, para un desplazamiento de 30 cm, la columna presentó una disminución en la rotación correspondiente a un momento de 4.00 tonf·m, lo cual indica que el concreto alcanzó su capacidad máxima de resistencia, iniciándose así el proceso de degradación del material.

1.4.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 15.

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}}$$

Tabla 199

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N° 15

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.125	te(seg)	0.509
ke(tonf/m)	1025.726	sa(g)	0.938

ki(tonf/m)	1192.720	Vy (tonf)	18.380
ti(seg)	0.472	W(tonf)	76.728
c2	1.041	cm	1.000
delta(cm)	8.481	ustrg	3.914

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 3.467 cm.

Tabla 200

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N° 15

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.104	te(seg)	0.500
ke(tonf/m)	1061.730	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	1192.720	Vy (tonf)	17.183
ti(seg)	0.472	W(tonf)	76.728
c2	1.028	cm	1.000
delta(cm)	6.351	ustrg	3.349

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 2.654 cm.

Tabla 201

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N° 15

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.072	te(seg)	0.478
ke(tonf/m)	1162.020	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	1192.720	Vy (tonf)	11.583
ti(seg)	0.472	W(tonf)	76.728
c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	2.774	ustrg	2.484

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.281 cm.

Tabla 202

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N° 15

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.430	te(seg)	0.190
ke(tonf/m)	4403.784	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	4494.108	Vy (tonf)	30.035
ti(seg)	0.188	W(tonf)	76.728
c2	1.067	cm	1.000
delta(cm)	1.539	ustrg	2.395

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 1.601 cm.

Tabla 203

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N° 15

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.399	te(seg)	0.189
ke(tonf/m)	4437.405	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	4494.108	Vy (tonf)	25.162
ti(seg)	0.188	W(tonf)	76.728
c2	1.058	cm	1.000
delta(cm)	1.185	ustrg	2.287

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 1.173 cm

Tabla 204

Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N° 15

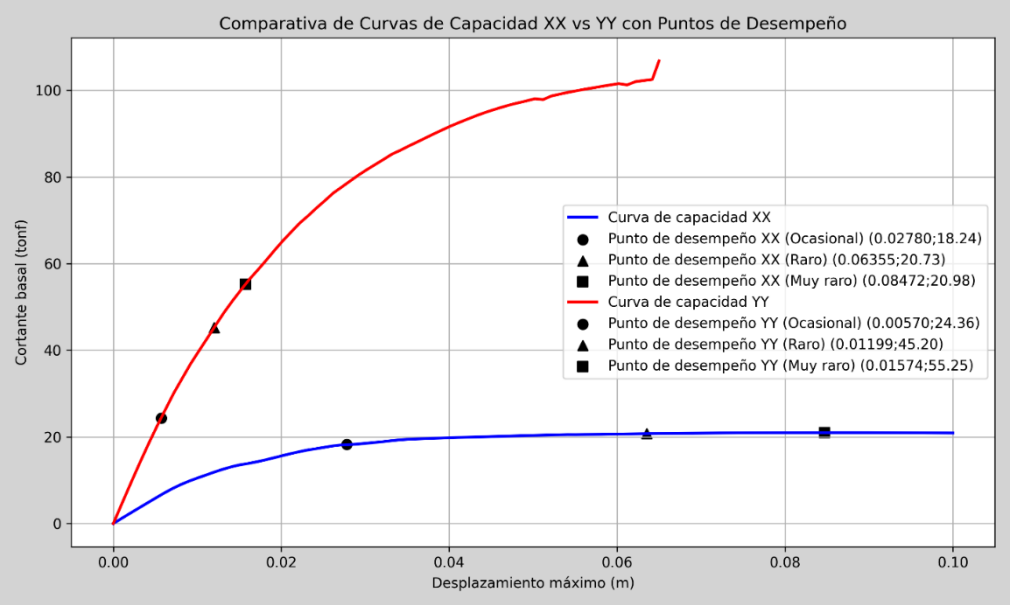
Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.362	te(seg)	0.188
ke(tonf/m)	4494.108	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	4494.529	Vy (tonf)	13.367
ti(seg)	0.188	W(tonf)	76.728

c2	1.047	cm	1.000
delta(cm)	0.564	ustrg	2.153

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 0.545 cm.

Figura 127

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 15



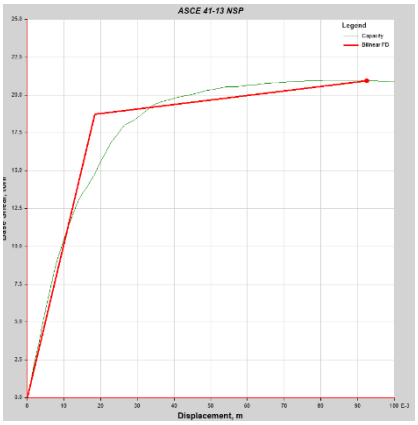
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.4.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°15

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 128

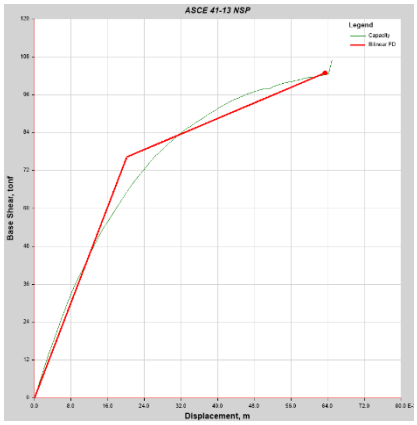
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N° 15



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.92cm

Figura 129

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N° 15



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.50cm.

Tabla 205

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N° 15

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.85
Funcional	IO	4.295
Resguardo de vida	LS	6.74
Cerca al colapso	CP	8.37
Colapso	COLAPSO	10

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 206

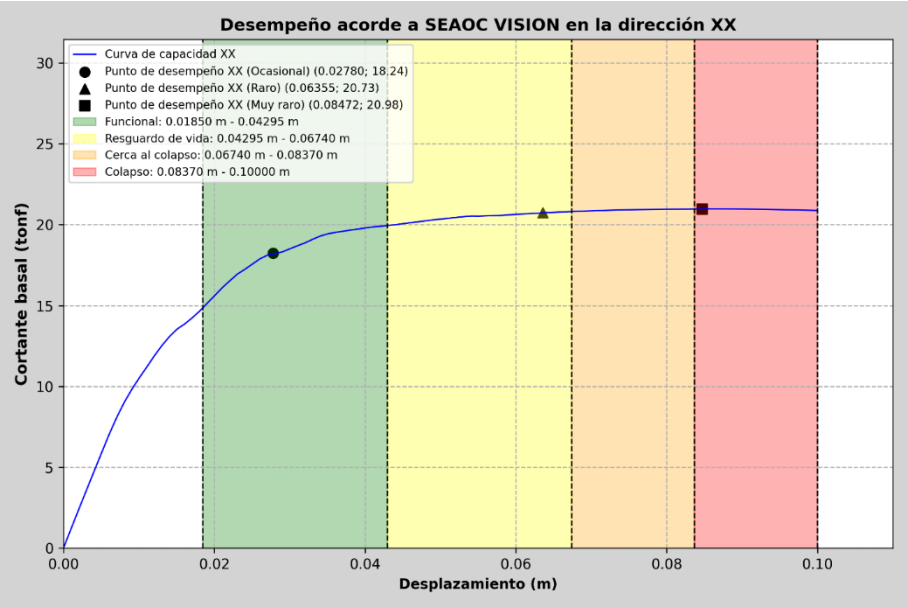
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 15

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.999
Funcional	IO	3.3223
Resguardo de vida	LS	4.6456
Cerca al colapso	CP	5.5278
Colapso	COLAPSO	6.41

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 130

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 15

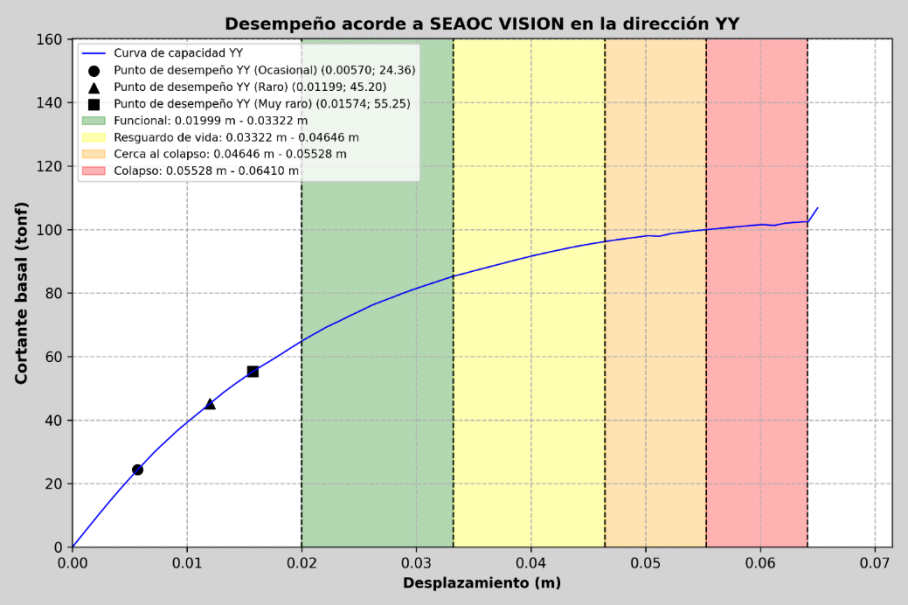


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

Figura 131

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 15



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de Completamente funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.4.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°15

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N° 15 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 207

Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N° 15

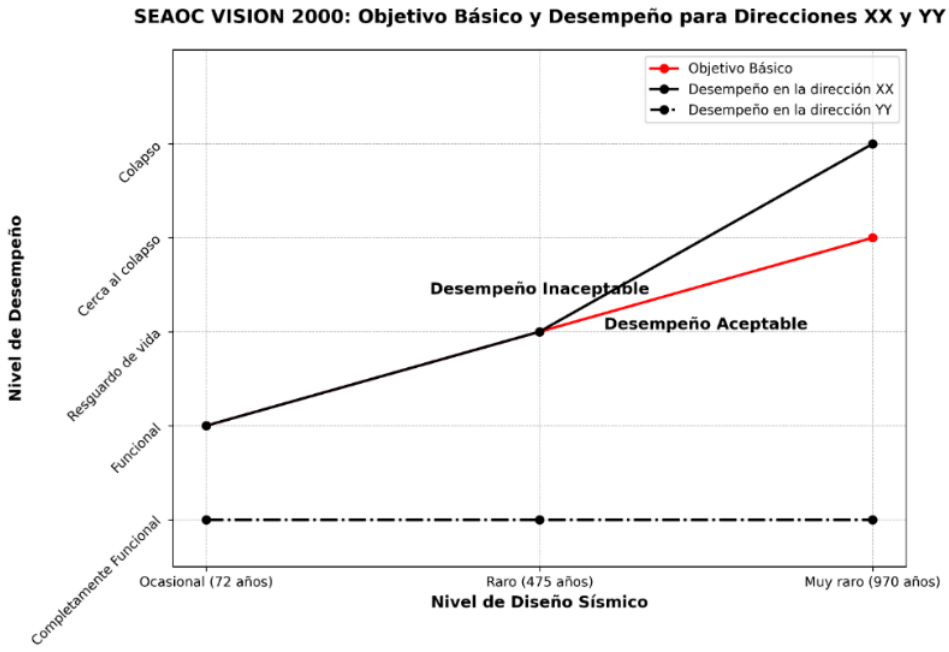
		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				

Edificio Común | **Edificio Esencial** | **Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 132

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 15



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en ambas

direcciones (X-X y Y-Y) se mantiene dentro de los límites establecidos por los criterios de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.° 15 presenta un desempeño aceptable, cumpliendo con los niveles de desempeño sísmico esperados en ambas direcciones del análisis.

1.5. Análisis de la Vivienda Tipificada N° 16

1.5.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N° 16

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios de cocina y sala, mientras que el segundo nivel incluye un dormitorio amplio con baño propio, el área techada total de la vivienda es de 50.75 m^2. La altura del primer nivel es de 3.00 m, del segundo nivel 2.60 m . En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.40 x 0.25 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m y 0.15 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del, eje 01-01 del primer y segundo nivel respectivamente. La azotea está conformada por parapetos de 0.20 m de altura sin arriostre,. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20 m de alfeizar en el primer nivel y de 0.85 m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 133

Fachada exterior de la vivienda N° 16

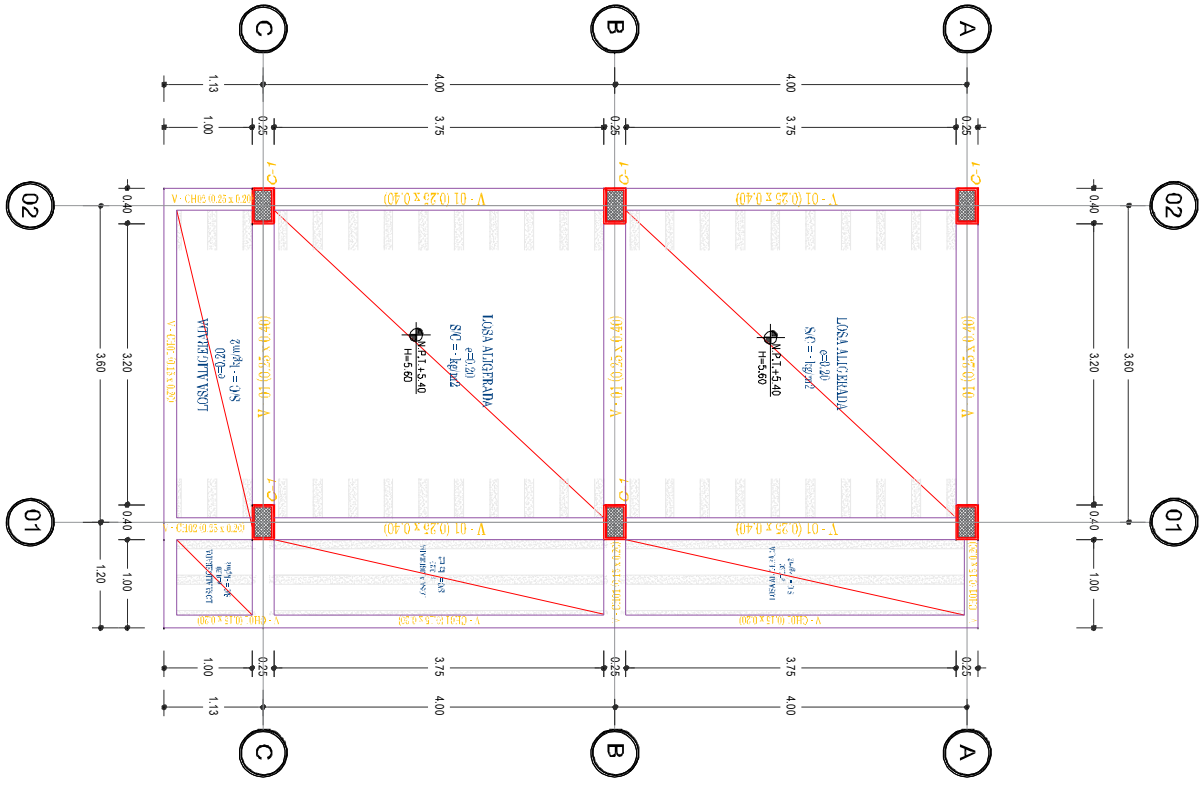


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N° 16*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 134

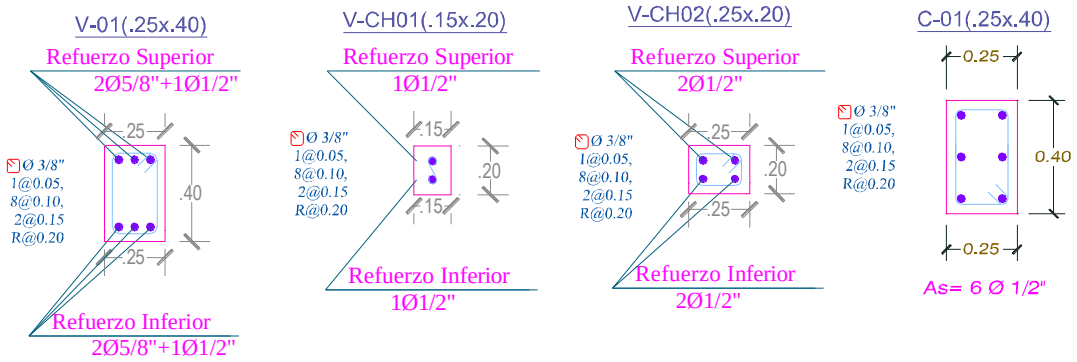
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N° 16



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 135

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N° 16

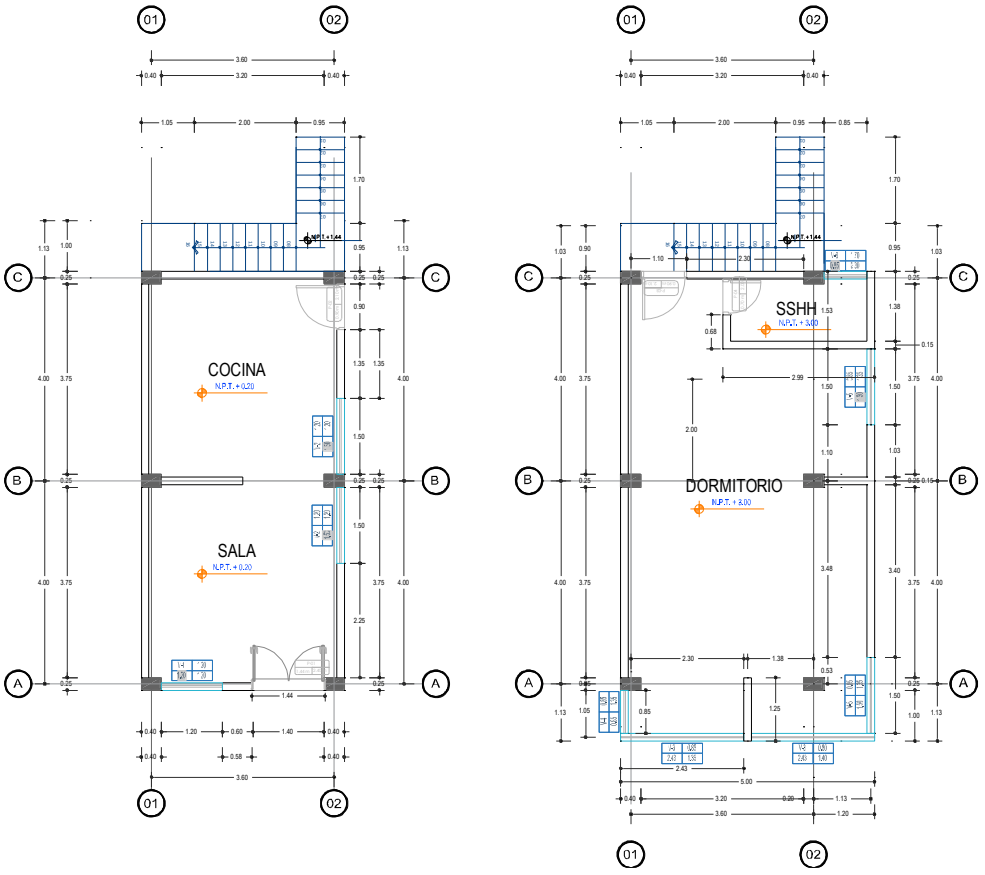


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 136

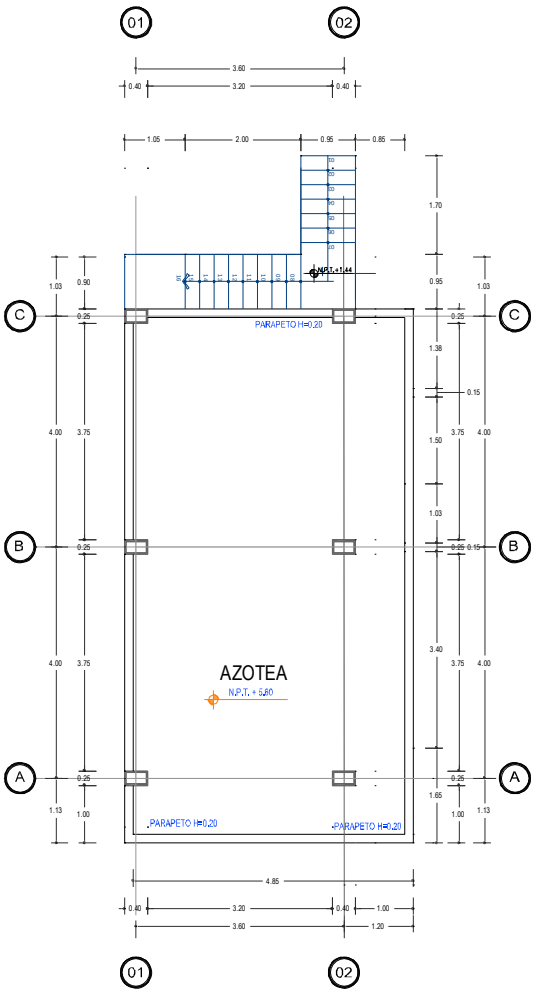
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N° 16



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 137

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N° 16



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 0.20 m de altura, sin confinar.

1.5.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N° 16.

Tabla 208

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N° 16

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 170.00 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 195576.07 kgf/cm2

Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m³

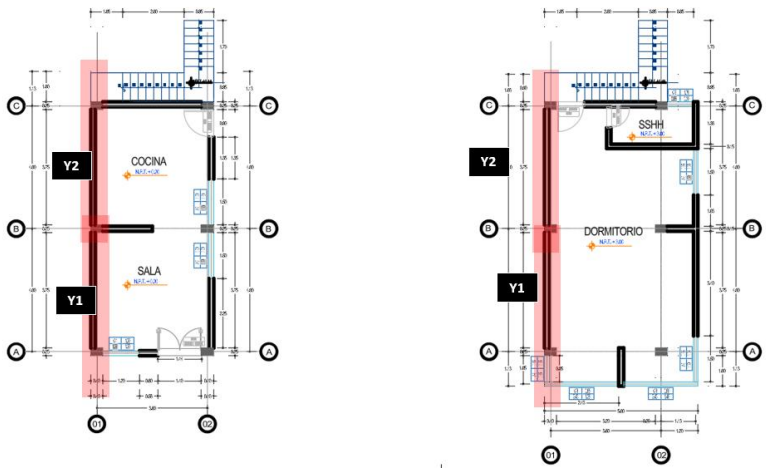
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024

1.5.2.1.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N° 16.

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 138

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N° 16



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 209

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N° 16

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2 T1 1er Nivel	Muro Y1Y2 T2 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	375.00	375.00
Altura de muro	H (cm)	300.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	480.23	456.32
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	32.15	30.55
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	120.06	114.08
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda

1.5.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N° 16.

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 16. han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 210

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N° 16

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo	Dormitorios	200.00
Nivel	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 211

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N° 16

Descripción		Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 212

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N° 16

Nivel	Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
Losa 2do Nivel +3.00	Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		0.85	1350	189	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		0.85	2000		

		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.40	1350		Kg/m
	Varios	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.40	2000	533	
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	488	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	Muro Y3Y4 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	278	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	L 3.7 = 5	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12		4.56	1.14	1350	
		Voladizo	0.12			1.25	1350	Kg/m
	Entre Eje A y 01-02	Voladizo	0.03			1.25	2000	278
	Entre Eje B-C y 01-02	Muro en dirección de Y-Y de Dormitorio principal y baño	0.12			0.68	1350	Kg/m
		Muro en dirección de Y-Y de Dormitorio principal y baño	0.03			0.68	2000	151
		Cargas Puntuales						
	Entre Eje B-C y 01-02	Muro en dirección de X-X de Dormitorio principal y baño	0.12		3.00	2.40	1350	Kg
		Muro en dirección de X-X de Dormitorio principal y baño	0.03		3.00	2.40	2000	1598

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006)

Tabla 213

Cargas muertas de muros de albañilería y cobertura metálica en azotea de la vivienda N° 16

Nivel	Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Total	
Losa 3er Nivel Azotea +5.60	Varios	Muro Alfeizar de bloquer de arcilla	0.15		0.20	1350	41	Kg/m

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.5.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N° 16.

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 214

Peso sísmico efectivo de la vivienda N° 16

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
2	3.47	34.05
1	5.04	49.45
Total	**8.514**	**83.50**

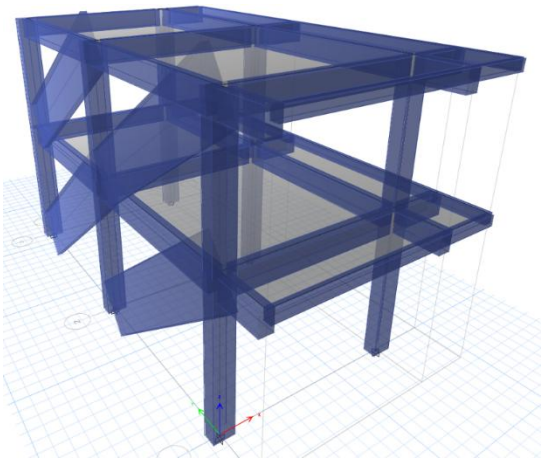
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.5.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N° 16.

El modelo numérico lineal fue desarrollado utilizando el software ETABS V21.0, siguiendo los mismos lineamientos aplicados en el modelado de los elementos estructurales de la vivienda N.° 16.

Figura 139

Modelo tridimensional de la vivienda N° 16



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0

1.5.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 16. Mediante la Normativa E.030

1.5.6.1. Parámetros Sísmicos para la Vivienda N° 16.

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 215

Parámetros sísmicos para la vivienda N° 16

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Pórticos	Ry =	2.25

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=2.25 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

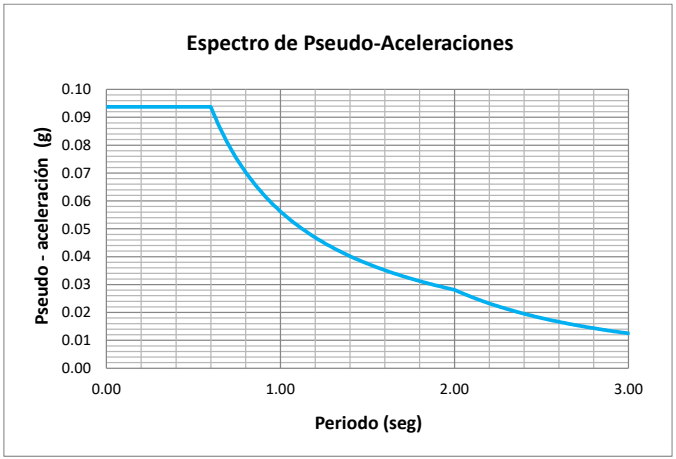
1.5.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N° 16.

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N° 16. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 140

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 16



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 216

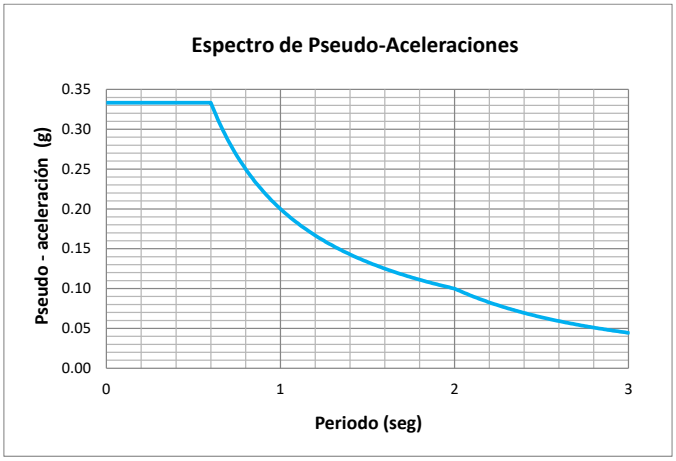
Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 16

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 141

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 16



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 217

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 16

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.3333	0.41	0.3333	0.81	0.2469	1.21	0.1653	1.61	0.1242
0.04	0.3333	0.44	0.3333	0.84	0.2381	1.24	0.1613	1.64	0.1220
0.07	0.3333	0.47	0.3333	0.87	0.2299	1.27	0.1575	1.67	0.1198
0.10	0.3333	0.50	0.3333	0.90	0.2222	1.30	0.1538	1.70	0.1176
0.13	0.3333	0.53	0.3333	0.93	0.2151	1.33	0.1504	1.73	0.1156
0.16	0.3333	0.56	0.3333	0.96	0.2083	1.36	0.1471	1.76	0.1136
0.19	0.3333	0.59	0.3333	0.99	0.2020	1.39	0.1439	1.79	0.1117
0.22	0.3333	0.62	0.3226	1.02	0.1961	1.42	0.1408	1.82	0.1099
0.25	0.3333	0.65	0.3077	1.05	0.1905	1.45	0.1379	1.85	0.1081
0.28	0.3333	0.68	0.2941	1.08	0.1852	1.48	0.1351	1.88	0.1064
0.31	0.3333	0.71	0.2817	1.11	0.1802	1.51	0.1325	1.91	0.1047
0.34	0.3333	0.74	0.2703	1.14	0.1754	1.54	0.1299	1.94	0.1031
0.37	0.3333	0.77	0.2597	1.17	0.1709	1.57	0.1274	1.97	0.1015
0.40	0.3333	0.80	0.2500	1.20	0.1667	1.60	0.1250	2.00	0.1000

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.5.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N° 16.

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 218

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 16

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.377	0.144	0.283	0.144	0.283
2	0.326	0.781	0.062	0.925	0.345
3	0.177	0.001	0.615	0.925	0.961
4	0.123	0.006	0.014	0.931	0.975
5	0.103	0.069	0.002	1.000	0.976
6	0.066	0.000	0.024	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.383 seg y en la dirección YY es de 0.188 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.5.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N° 16

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 219

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N° 16

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	3.65	0.0029	1254.0	877.8	1003.2	-	-
1	6.59	0.0017	3977.8	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 220

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N° 16

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	9.79	0.0052	1876.6	1313.6	1501.3	-	-
1	19.35	0.0034	5775.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 221

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N° 16

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 222

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°16

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	3.65	0.0029	1254.0	752.4	877.8	-	-
1	6.59	0.0017	3977.8	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 223

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N° 16.

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	9.79	0.0052	1876.6	1125.9	1313.6	-	-
1	19.35	0.0034	5775.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 224

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N° 16

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 225

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N° 16

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
2	3.47	34.05	-	-	0.69	REGULAR
1	5.04	49.45	1.45	REGULAR	-	-
Total	**8.514**	**83.50**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 226

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N° 16

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 227

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N° 16

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 228

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N° 16

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 229

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N° 16

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas

1.5.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N° 16.

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 230

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N° 16.

Piso	DIRECCION X		DIRECCION Y	
	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx
2	0.0042	SI REQ VERIF	0.0033	SI REQ VERIF
1	0.0050	SI REQ VERIF	0.0034	SI REQ VERIF

Nota. La estructura requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 231

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N° 16

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
2	0.0038	0.0034	1.134	REGULAR
1	0.0022	0.0019	1.143	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 232

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N° 16

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0074	0.0052	1.414	IRREGULAR
1	0.0046	0.0033	1.382	IRREGULAR
			Ipy	**0.75**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 233

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N° 16

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
2	1.134	1.414	REGULAR	REGULAR
1	1.143	1.382	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 234

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N° 16

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. No existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 235

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N° 16

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 236

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N° 16

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 237

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N° 16

Factor de irregularidad en planta - dirección X	**Ipx**	**1**
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	**Ipy**	**0.75**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 238

Factores de irregularidad de la vivienda N° 16

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	0.75

Tabla 239

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 16

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = R_0 * I_a * I_p$$

Tabla 240

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N° 16

ITEM		Dirección X		Dirección Y	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	0.75
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**8.00**	**Ry**	**2.25**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción no disminuyen debido a la inexistencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.5.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N° 16.

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 241

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8	0.75	6.00
Y	0.005	2.25	0.85	1.91

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 242

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16.

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00062	0.0037	BIEN	0.001399	0.0027	BIEN
1	0.00074	0.0044	BIEN	0.001525	0.0029	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 243

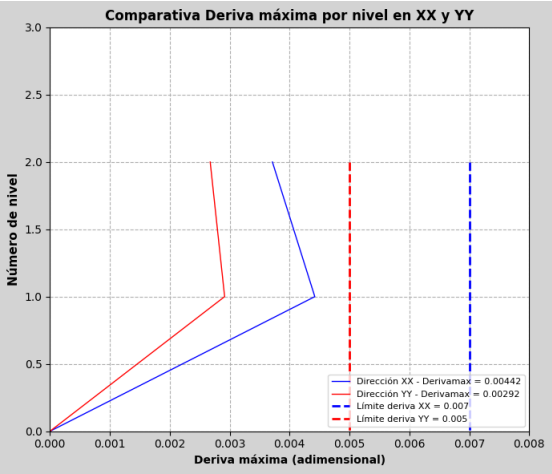
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260	0.97	0.70	2.29	1.57
1	300	1.33	0.87	1.33	0.87
	S	**2.29**	**1.57**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 142

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 16



Nota. Elaboración propia

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 4.42% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.92% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.5.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N° 16.

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 244

Fuerza cortante estática de la vivienda N° 16

Factor de Zona	Z =	0.25	
Factor de Uso e Importancia	U =	1	
Factor de Suelo	S =	1.2	
	TP =	0.6	s
	TL =	2	s
Factor de Reducción	Rx =	8.00	
	Ry =	2.25	
Periodo fundamental	Tx =	0.456	s
	Ty =	0.140	s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50	
	Cy =	2.50	
Peso de la edificación	P =	83.50	tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	7.83	tonf
	Vy =	27.83	tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	0.3125	BIEN
Dir. Y: Cy/Ry =	1.1111	BIEN

Tabla 245

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16.

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	7.83	80%	6.26	6.59	BIEN	No requiere
Y	27.83	90%	25.05	19.35	AMPLIFICAR	12.6967

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de la fuerza cortante basal actuante en la dirección YY proveniente del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 246

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 16

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	7.83	80%	6.26	7.05	BIEN	No requiere
Y	27.83	90%	25.05	25.06	BIEN	12.70

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.5.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 16.

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique.

Tabla 247

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 16

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y1 T2	DERX-X	Max	0.3566	31	CUMPLE
Story2	D4	Y2 T2	DERX-X	Max	0.3406	31	CUMPLE
Story1	D3	Y1 T1	DERX-X	Max	0.7276	32	CUMPLE
Story1	D4	Y2 T1	DERX-X	Max	0.7622	32	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 248

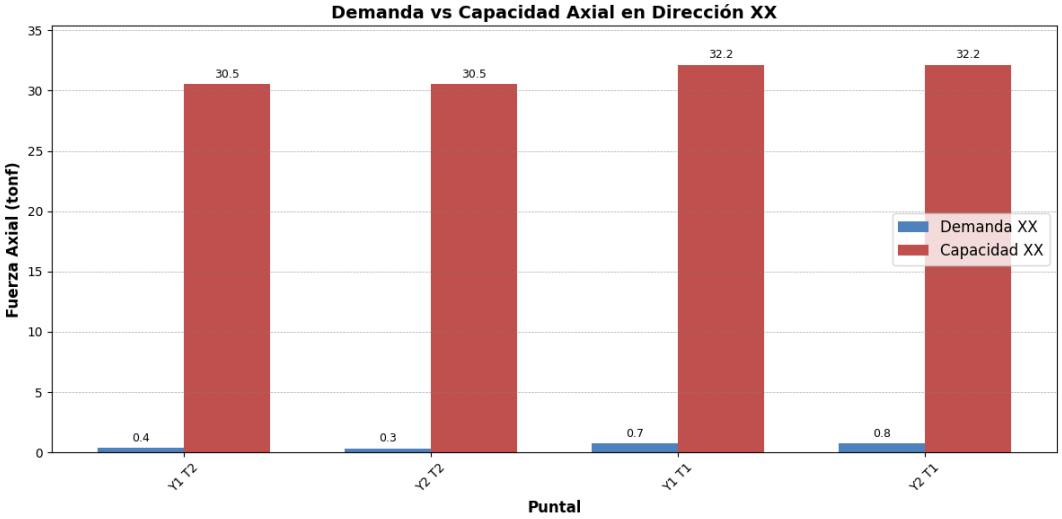
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 16

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D3	Y1 T2	DER Y-Y	Max	6.1464	31	CUMPLE
Story2	D4	Y2 T2	DER Y-Y	Max	5.8613	31	CUMPLE
Story1	D3	Y1 T1	DER Y-Y	Max	11.7249	32	CUMPLE
Story1	D4	Y2 T1	DER Y-Y	Max	11.9488	32	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 143

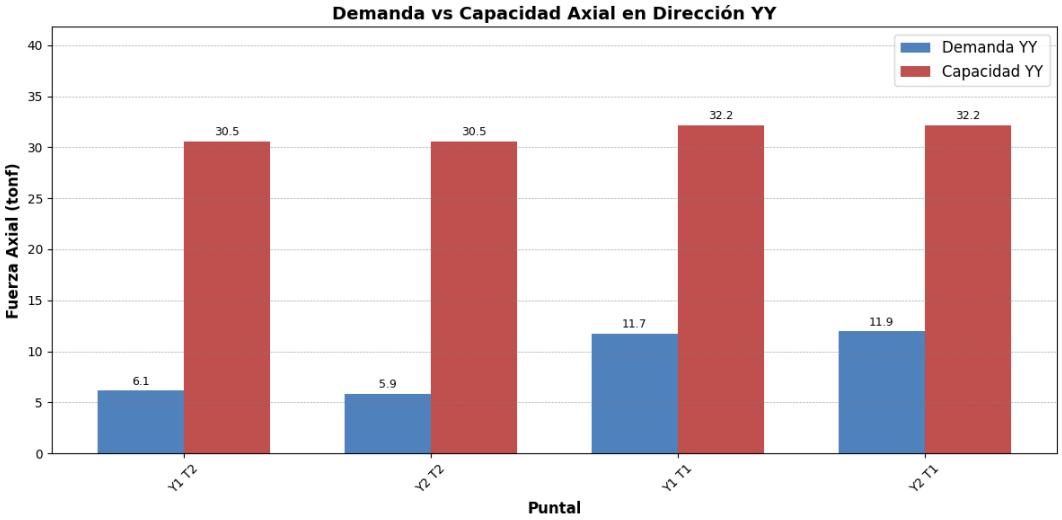
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 144

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY



Nota. Elaboración Propia.

1.5.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 16.

1.5.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

1.5.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 249

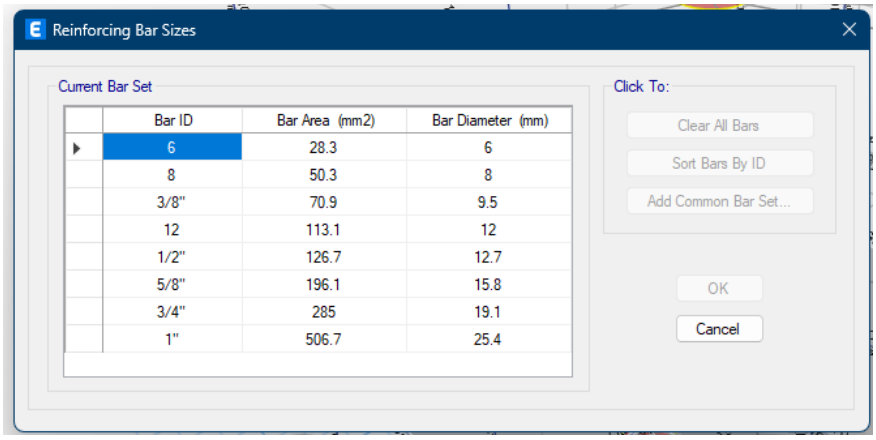
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 145

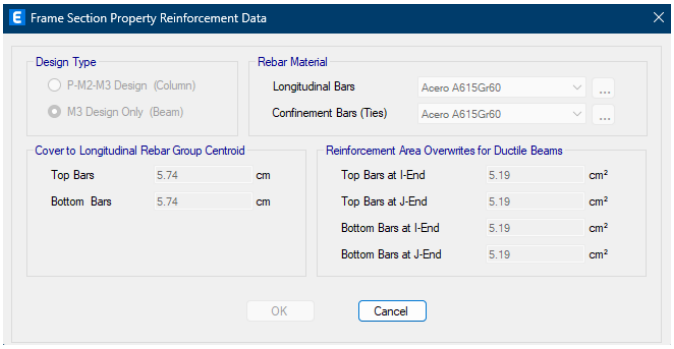
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 146

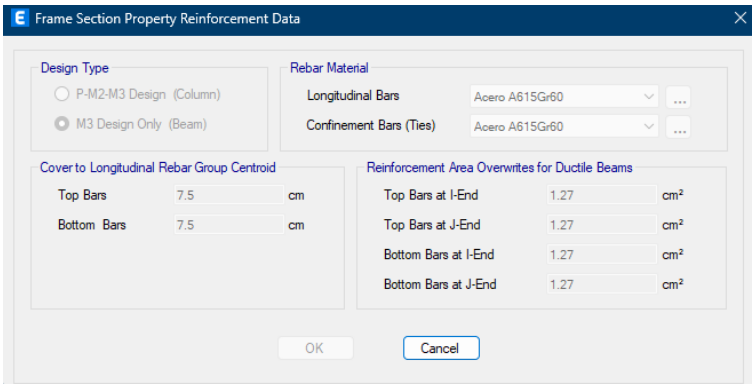
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N° 16



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 147

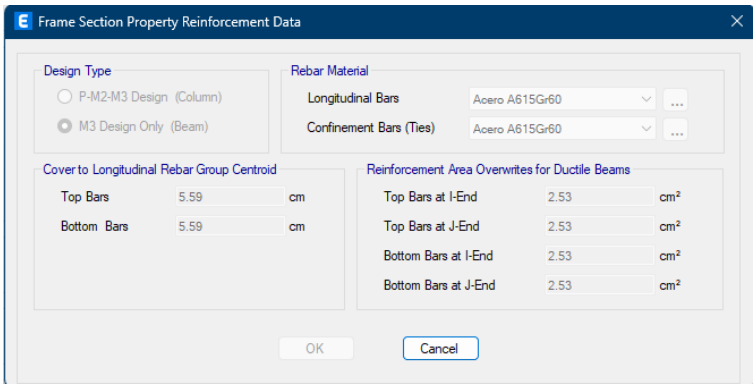
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N° 16



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 148

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N° 16

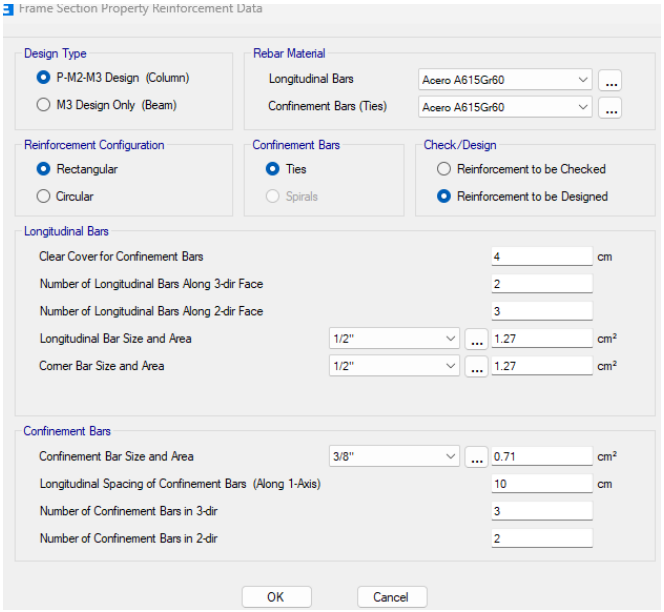


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.5.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 149

Asignación de área de acero en Columna de 0.40 x 0.25 m de Vivienda N° 16



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.5.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 150

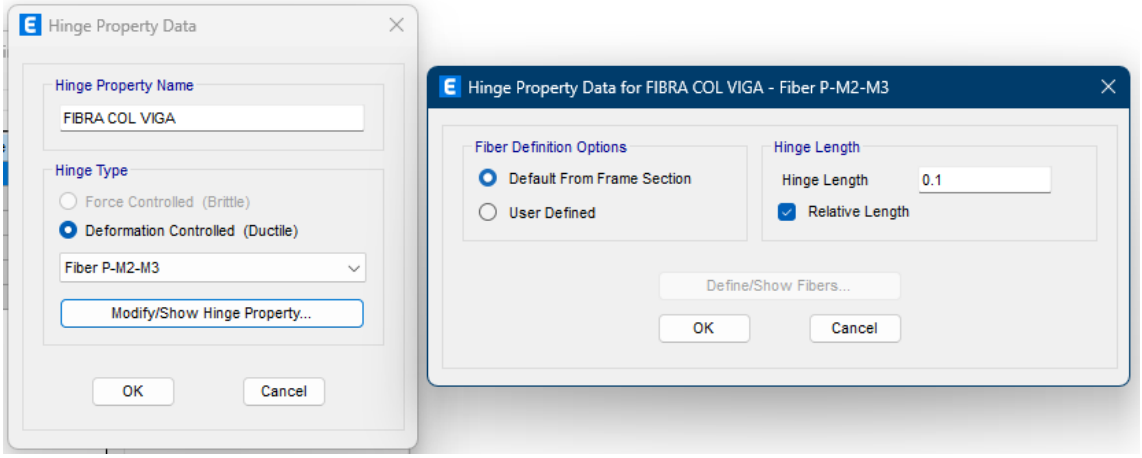
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander.



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 151

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N° 16



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.5.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 250

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N° 16.

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2 T1 1er Nivel	Muro Y1Y2 T2 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	375.00	375.00
Altura de muro	H (cm)	300.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	480.23	456.32
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08

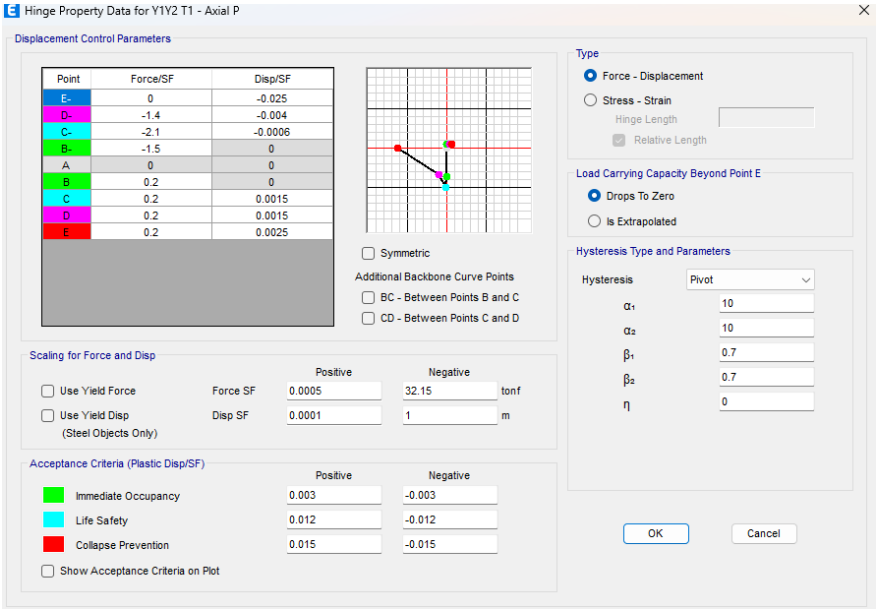
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	32.15	30.55
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	120.06	114.08
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.90	0.90

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 152

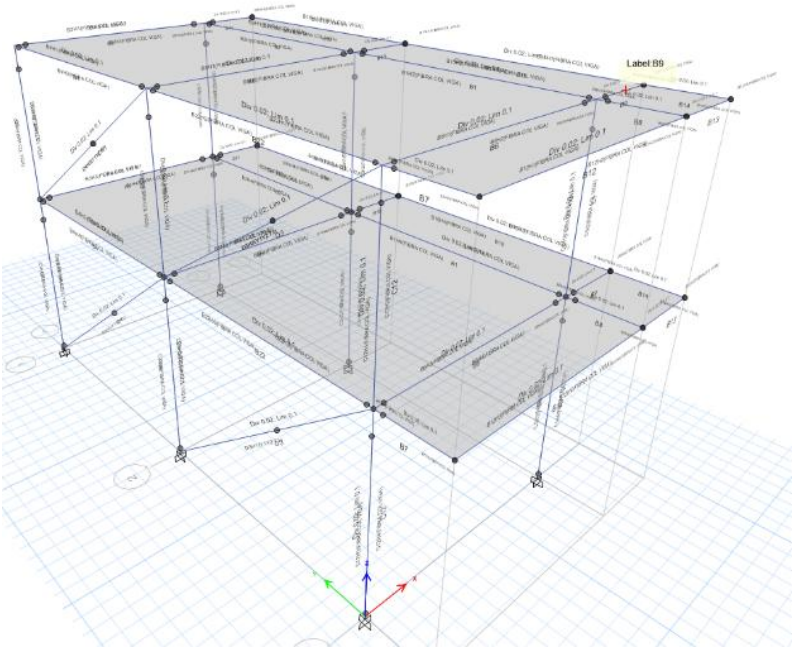
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N° 16



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 153

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N° 16

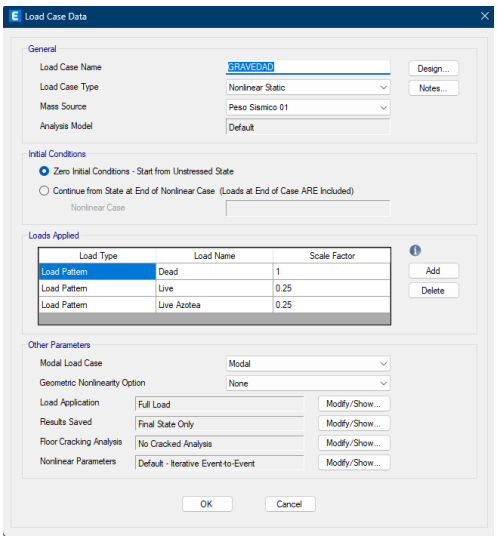


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.5.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

Figura 154

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N° 16



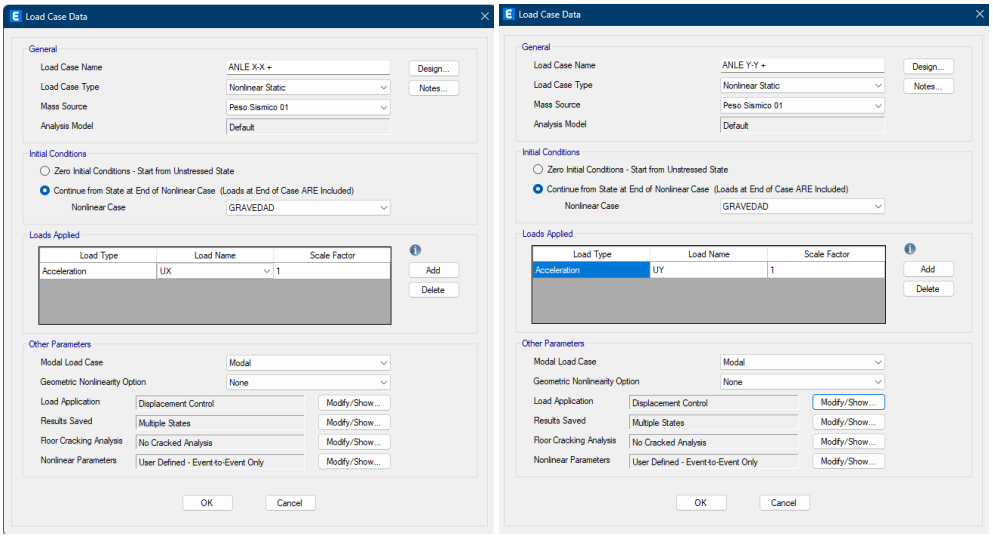
Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 16, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y

el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.05 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.06 m. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “6”.

Figura 155

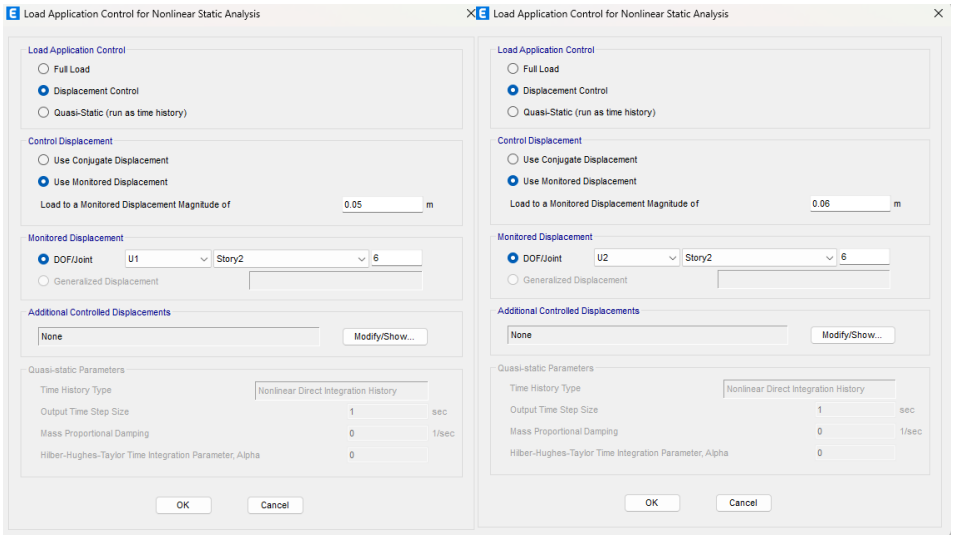
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°08



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 156

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 16



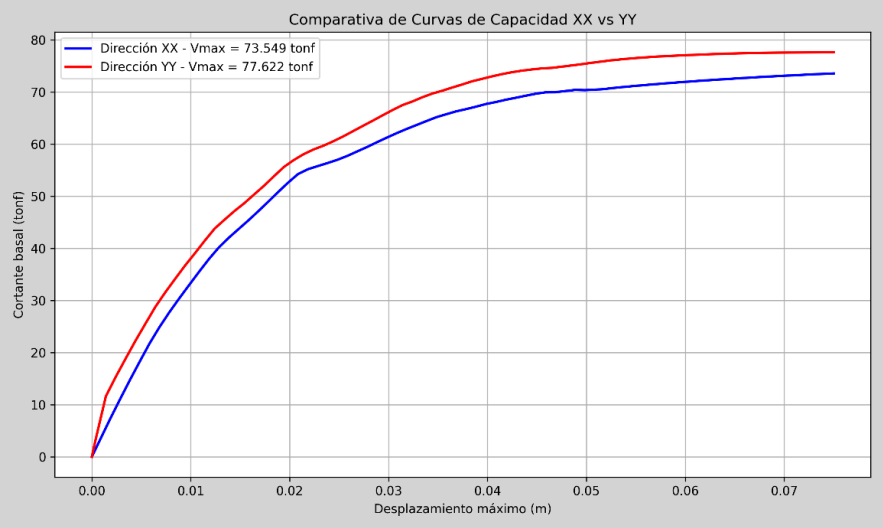
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.5.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 157

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°16



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

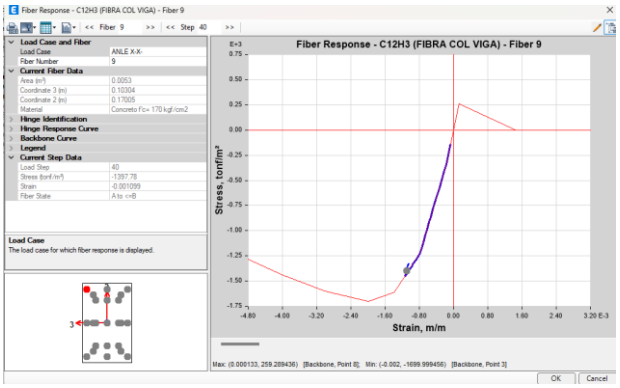
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-

deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 158

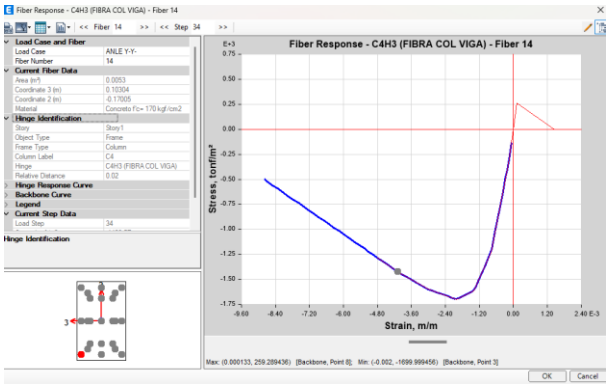
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°16



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 5.00 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 159

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°16



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 6.00 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.5.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°16

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 251

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.122	te(seg)	0.414
ke(tonf/m)	3356.973	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	55.353
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.026	cm	1.000
delta(cm)	5.526	ustrg	2.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 5.526 cm.

Tabla 252

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.113	te(seg)	0.405
ke(tonf/m)	3519.149	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	47.793
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.021	cm	1.000
delta(cm)	4.167	ustrg	2.673

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 4.167 cm.

Tabla 253

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.088	te(seg)	0.389
ke(tonf/m)	3801.810	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	29.085
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	1.866	ustrg	2.196

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.866 cm.

Tabla 254

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.509	te(seg)	0.251
ke(tonf/m)	4815.231	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	41.110
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.165	cm	1.000
delta(cm)	3.095	ustrg	3.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 3.095 cm.

Tabla 255

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.540	te(seg)	0.239
ke(tonf/m)	5313.512	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	33.888
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354

c2	1.168	cm	1.000
delta(cm)	2.294	ustrg	3.770

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 2.294 cm.

Tabla 256

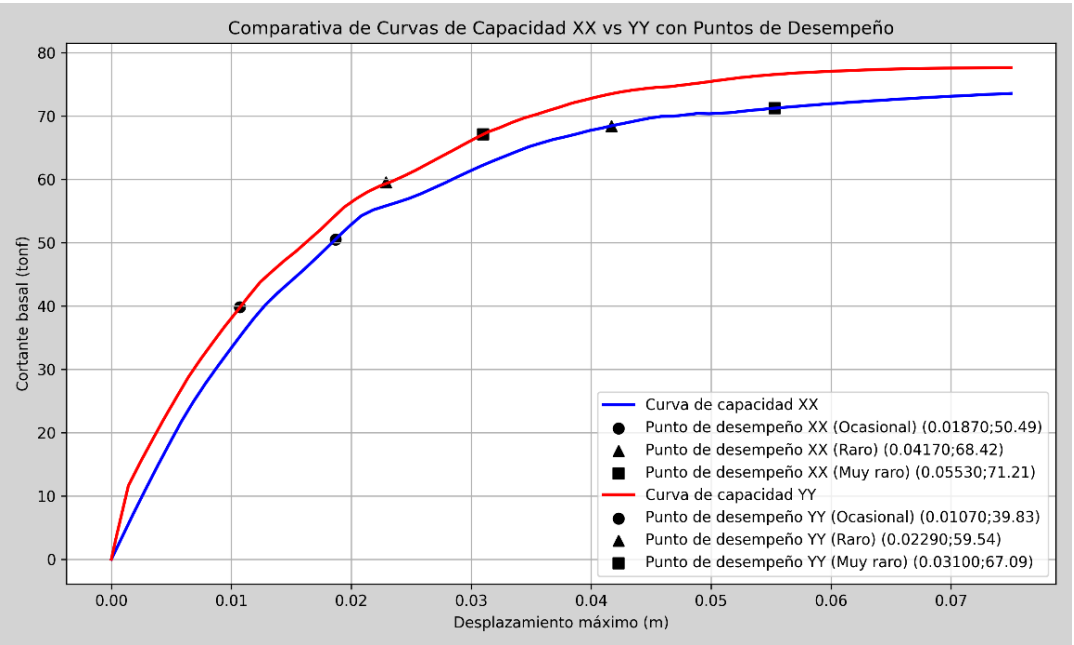
Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N° 16

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.948	te(seg)	0.192
ke(tonf/m)	8229.919	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	15.429
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.335	cm	1.000
delta(cm)	1.070	ustrg	4.141

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 1.070 cm.

Figura 160

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 16



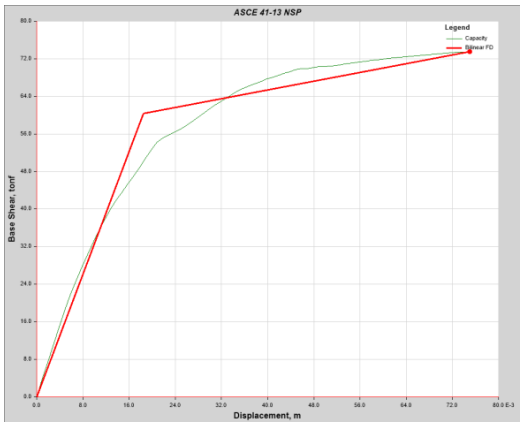
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.5.7.7. Determinación del nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N° 16

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 161

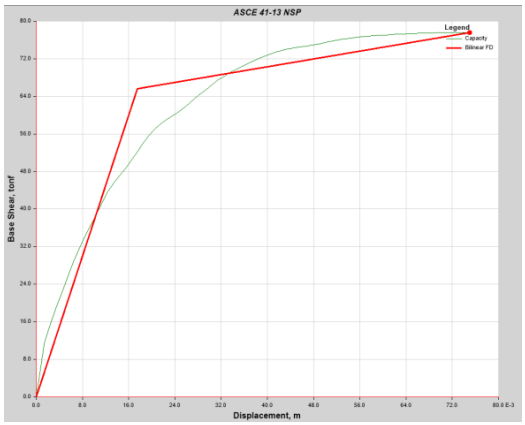
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N° 16



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.85cm.

Figura 162

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N° 16



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.75cm.

Tabla 257

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N° 16

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.85
Funcional	IO	3.545
Resguardo de vida	LS	5.24
Cerca al colapso	CP	6.37
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 258

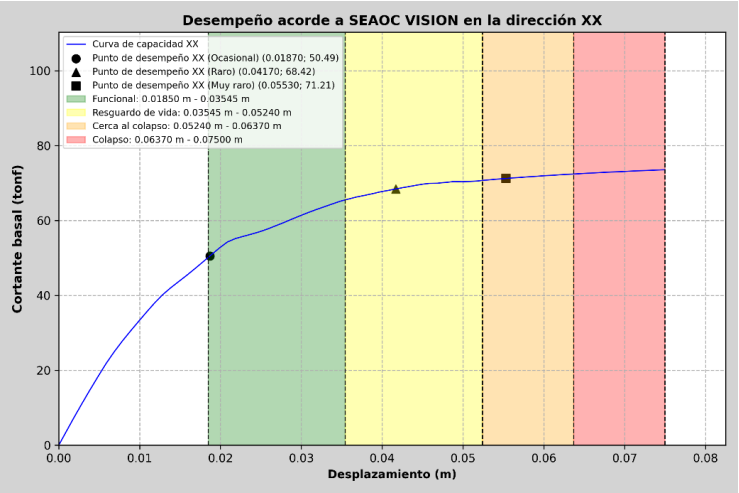
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 16

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.75
Funcional	IO	3.475
Resguardo de vida	LS	5.2
Cerca al colapso	CP	6.35
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 163

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 16

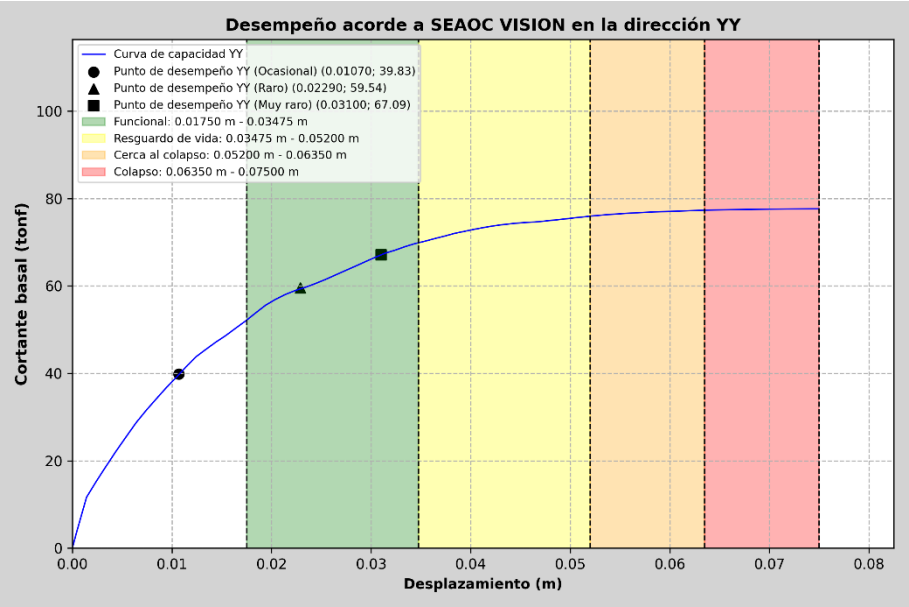


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 164

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°16



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.5.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 16.

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se

espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 259

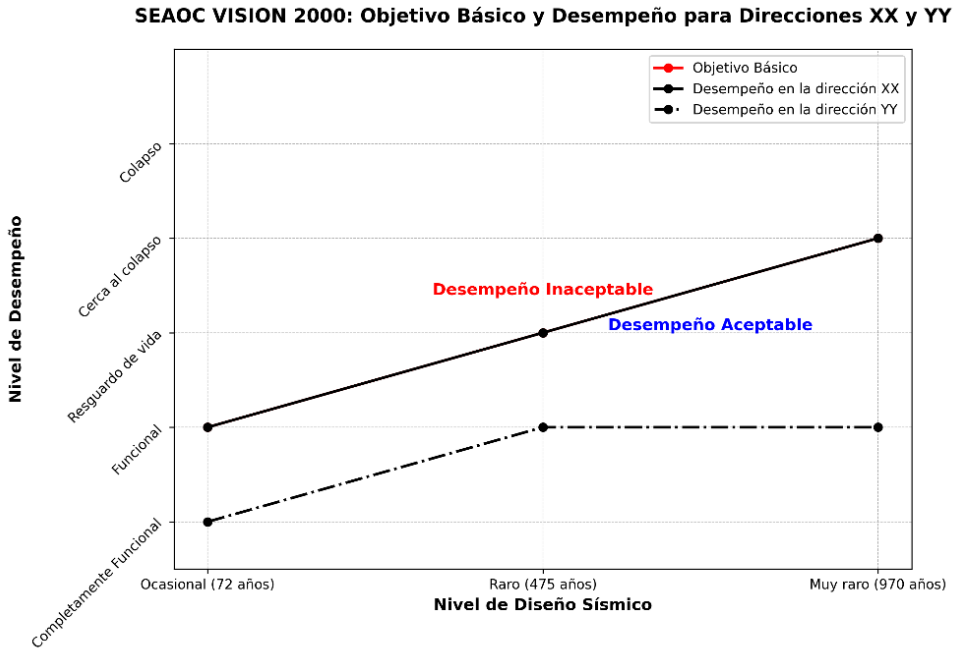
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°08

		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				
		Edificio Común	**Edificio Esencial**		**Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de “La ingeniería sismorresistente”. (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 165

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°16



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 16 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.6. Análisis de la Vivienda Tipificada N°18

1.6.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°18

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios de almacén, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios, una sala y un comedor, el área techada total de la vivienda es de 47.44 m². La altura del primer nivel es de 3.20 m, del segundo nivel 2.60 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.30 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del, eje 01-01, 02-02, 03-03 del primer y segundo nivel en el tramo A - B. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura sin confinar. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.60 m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10 m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 166

Fachada exterior de la vivienda N° 18

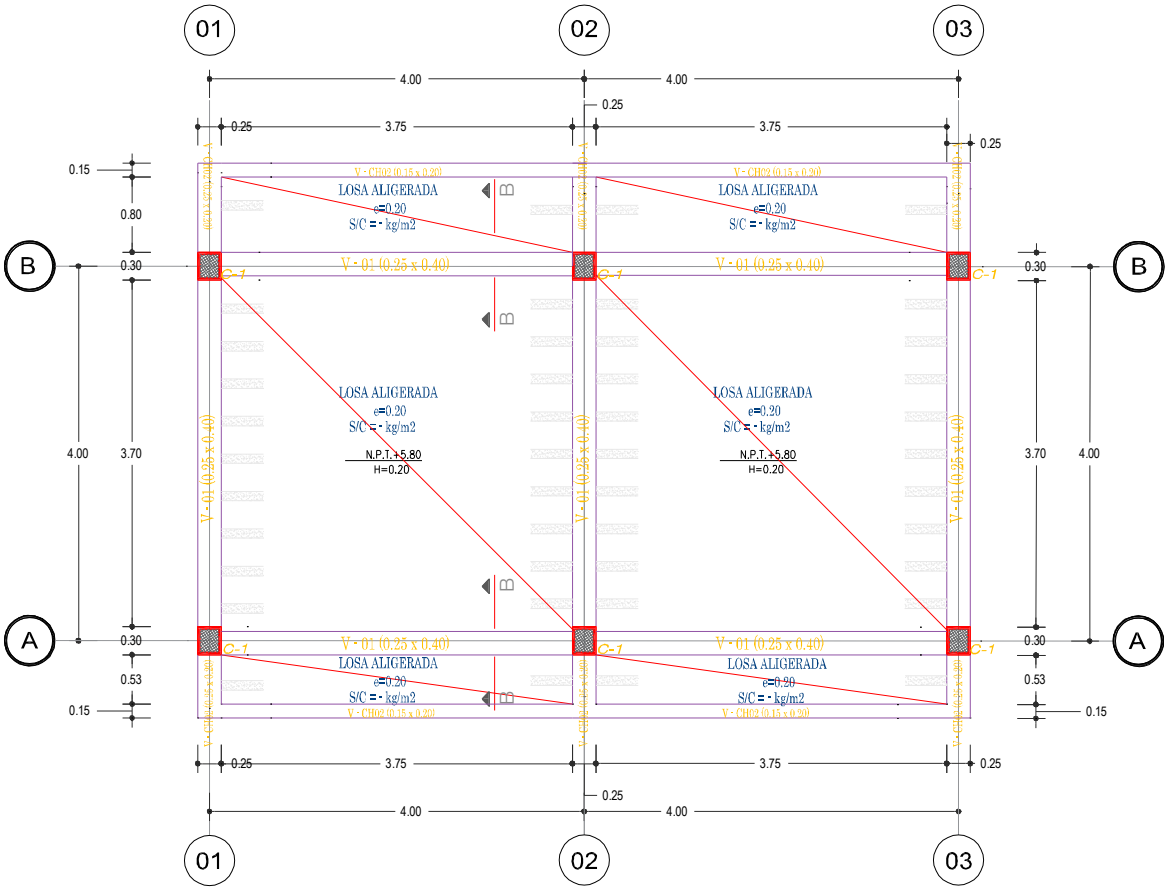


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N° 18*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 167

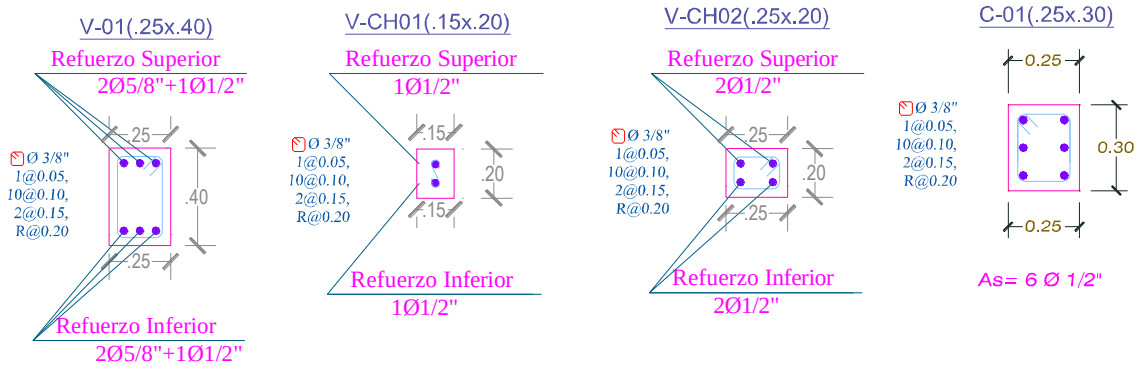
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N° 18



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 168

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N° 18.

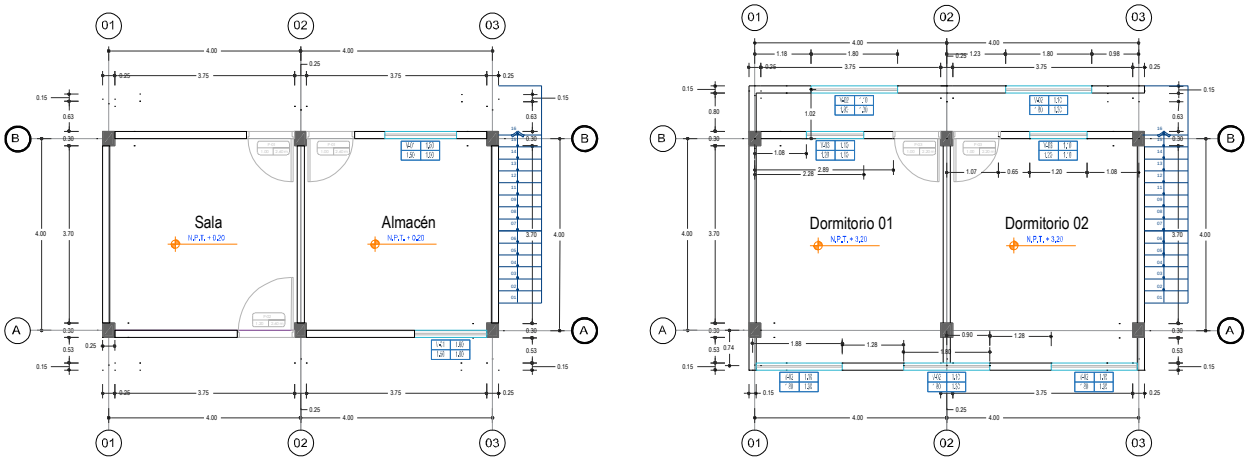


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4 cm.

Figura 169

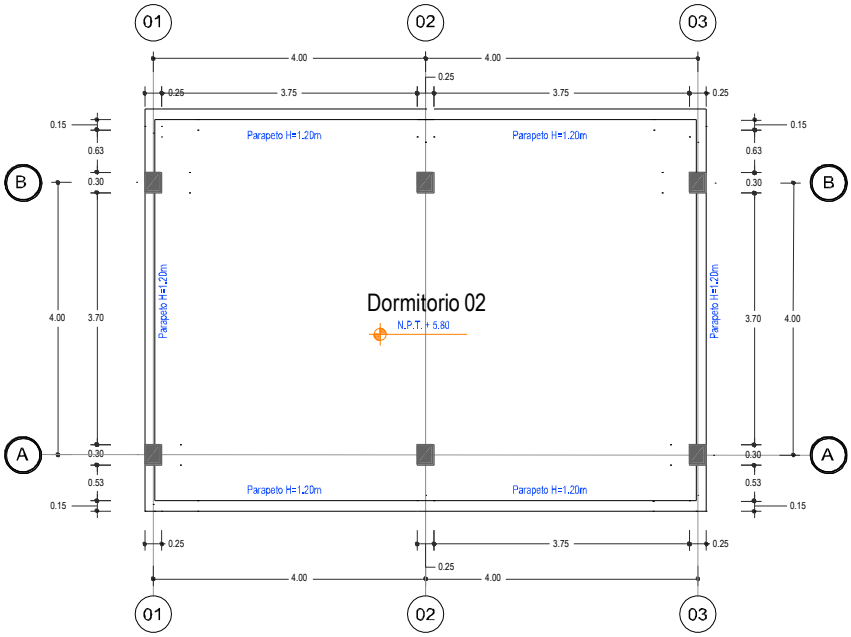
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N° 18



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 170

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N° 18



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado y una cobertura de techo autoportante de planchas de Aluzinc tipo arco apoyado sobre las columnas de concreto armado de la estructura.

1.6.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°18

Tabla 260

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°18

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 180 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 201246.12 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²

Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m3
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m3

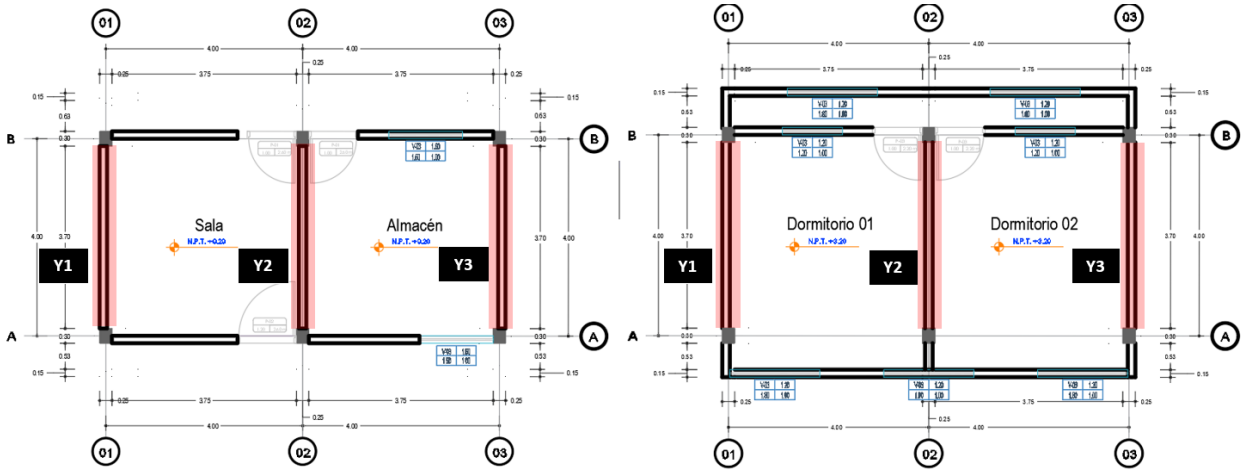
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.6.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N° 18

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 171

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N° 18



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 261

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N° 18.

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3 T1 1er Nivel	Muro Y1Y2Y3 T2 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	370.00	370.00
Altura de muro	H (cm)	320.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	489.18	452.22
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	32.75	30.28
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	122.30	113.05
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.6.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N° 18.

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 18 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 262

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N° 18

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 263

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°18

Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Peso propio	300.00	480.00

Losa 01 - Segundo Nivel	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	480.00
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
	Peso propio	300.00	
Losa 02 - Azotea	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 264

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°18

Nivel	**Tramo**	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**				
			Cargas Distribuidas				
		Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Tot**
Losa 2do Nivel +3.20	Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12	1.10	1350	244	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03	1.10	2000		
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12	2.40	1350	533	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03	2.40	2000		
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12	2.20	1350	488	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03	2.20	2000		
		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12	2.20	1350	262	Kg/m

	Muro Y4Y5Y6 T2	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03	2.20	2000	
	L = 3.65	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.52	1.13	1350

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 265

Cargas muertas de muros de albañilería y cobertura metálica en azotea de la vivienda N°18

Nivel	**Tramo**	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**PE**	**Tot**	
Losa 3er Nivel Azotea +5.80	Varios	Muro Alfeizar de bloquer de arcilla	0.12		1.20	1350	194	Kg/m

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.6.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N° 18.

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 266

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°18

Piso	**Masa (tonf-s²/m)**	**Peso (tonf)**
2	3.62	35.46
1	4.74	46.44
Total	**8.351**	**81.90**

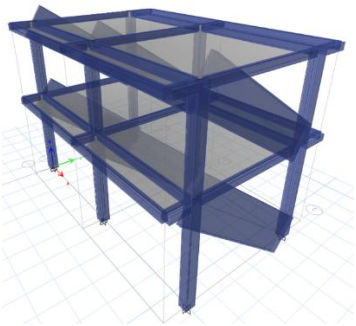
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.6.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N° 18

El modelo numérico lineal fue desarrollado utilizando el software ETABS V21.0, siguiendo los mismos lineamientos aplicados en el modelado de los elementos estructurales de la vivienda N.º 08.

Figura 172

Modelo tridimensional de la vivienda N° 18



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.6.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 18 Mediante la Normativa E.030

1.6.6.1. Parámetros Sísmicos para la Vivienda N° 18

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 267

Parámetros sísmicos para la vivienda N° 18.

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección

Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

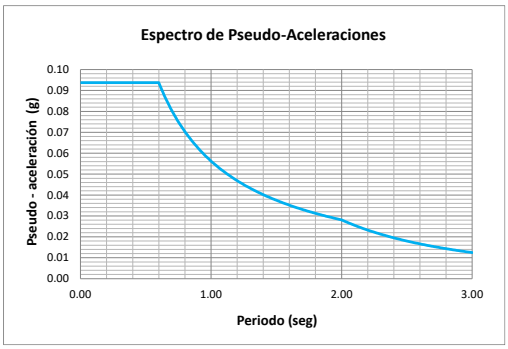
1.6.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N° 18

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°08. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 173

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°08



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 268

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 18

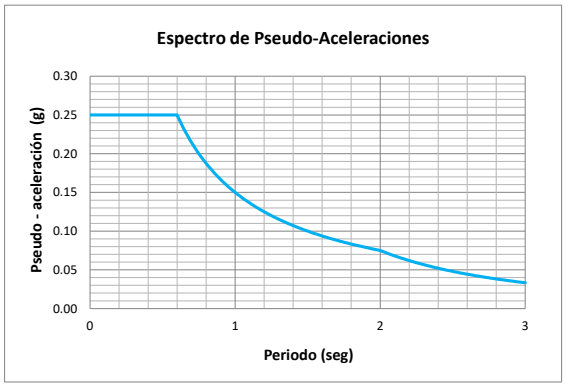
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325

0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 174

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 18



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 269

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 18

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915
0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852

0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.6.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N° 18

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 270

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 18

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.771	0.907	0.000	0.907	0.000
2	0.218	0.006	0.001	0.913	0.001
3	0.210	0.087	0.000	1.000	0.001
4	0.195	0.000	0.947	1.000	0.948
5	0.080	0.000	0.000	1.000	0.948
6	0.072	0.000	0.052	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.383 seg y en la dirección YY es de 0.188 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.6.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N° 18

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 271

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°18

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	3.31	0.0134	247.4	173.2	197.9	-	-
1	5.56	0.0071	784.4	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 272

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°18

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	10.83	0.0029	3783.9	2648.7	3027.1	-	-
1	19.77	0.0018	10976.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 273

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°08

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 274

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N° 18

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	3.31	0.0134	247.4	148.4	173.2	-	-
1	5.56	0.0071	784.4	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 275

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°18

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	10.83	0.0029	3783.9	2270.3	2648.7	-	-
1	19.77	0.0018	10976.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 276

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°18

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 277

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°18

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
2	3.62	35.46	-	-	0.76	REGULAR
1	4.74	46.44	1.31	REGULAR	-	-
Total	**8.351**	**81.90**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 278

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°18

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 279

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°08

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 280

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N° 18

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 281

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°18

Factor de irregularidad en altura - dirección X	**Iax**	**1**
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	**Iay**	**1**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas

1.6.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°18

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 282

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°18

Piso	DIRECCION X		DIRECCION Y	
	Distorsión Corregida	**Verif 50% Drift Máx**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Máx**
2	0.0147	SI REQ VERIF	0.0011	NO REQ VERIF
1	0.0134	SI REQ VERIF	0.0015	NO REQ VERIF

Nota. La estructura requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 283

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°18

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
2	0.0135	0.0134	1.002	REGULAR
1	0.0071	0.0071	1.003	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 284

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°18

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0033	0.0031	1.071	**REGULAR**
1	0.0021	0.0019	1.069	**REGULAR**
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 285

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°18

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
2	1.002	1.071	REGULAR	REGULAR
1	1.003	1.069	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 286

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N° 18

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. No existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 287

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°18

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 288

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N° 18

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 289

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N° 18

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 290

Factores de irregularidad de la vivienda N° 18

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	1

Tabla 291

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 18

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**REGULAR**
	Dirección Y	**REGULAR**

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 292

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N° 18

ITEM		Dirección X		Dirección Y	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**8.00**	**Ry**	**3.00**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción no disminuyen debido a la inexistencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.6.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°08

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 293

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8.0	0.75	6.00
Y	0.005	3.00	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 294

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00246	0.0147	MAL	0.000480	0.0011	BIEN
1	0.00223	0.0134	MAL	0.000645	0.0015	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 295

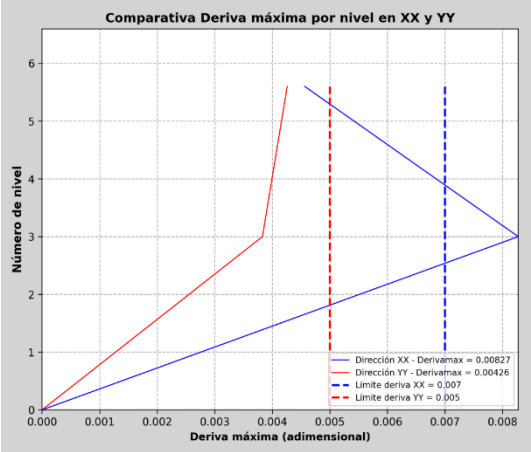
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 18

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	260	3.83	0.28	8.11	0.75
1	320	4.28	0.46	4.28	0.46
	S	**8.11**	**0.75**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 175

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°18



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 8.27% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 4.26% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.6.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°18

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 296

Fuerza cortante estática de la vivienda N°18

Factor de Zona	Z =	0.25	
Factor de Uso e Importancia	U =	1	
Factor de Suelo	S =	1.2	
	TP =	0.6	s
	TL =	2	s
Factor de Reducción	Rx =	8.00	
	Ry =	3.00	
Periodo fundamental	Tx =	0.456	s
	Ty =	0.140	s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50	
	Cy =	2.50	
Peso de la edificación	P =	81.90	tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	7.68	tonf
	Vy =	20.47	tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.3125**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**0.8333**	**BIEN**

Tabla 297

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°18

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	7.68	80%	6.14	5.56	AMPLIFICAR	10.8325
Y	20.47	80%	16.38	19.77	BIEN	No requiere

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de la fuerza cortante basal actuante en la dirección YY proveniente del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 298

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°18

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	7.68	80%	6.14	6.15	BIEN	10.83
Y	20.47	80%	16.38	19.80	BIEN	No requiere

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.6.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 18

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique.

Tabla 299

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 18

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y1 T2	DERIVA X-X	Max	0.2658	37	CUMPLE
Story2	D2	Y2 T2	DERIVA X-X	Max	0.0016	37	CUMPLE
Story2	D3	Y3 T2	DERIVA X-X	Max	0.2639	37	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DERIVA X-X	Max	0.4294	40	CUMPLE
Story1	D2	Y2 T1	DERIVA X-X	Max	0.0032	40	CUMPLE
Story1	D3	Y3 T1	DERIVA X-X	Max	0.4257	40	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 300

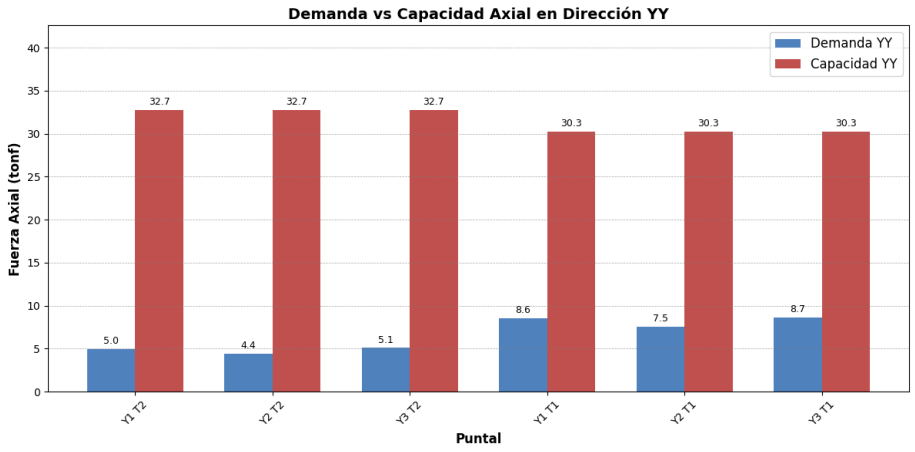
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 18.

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y1 T2	DERIVA Y-Y	Max	4.9731	37	CUMPLE
Story2	D2	Y2 T2	DERIVA Y-Y	Max	4.4053	37	CUMPLE
Story2	D3	Y3 T2	DERIVA Y-Y	Max	5.1099	37	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DERIVA Y-Y	Max	8.5589	40	CUMPLE
Story1	D2	Y2 T1	DERIVA Y-Y	Max	7.5429	40	CUMPLE
Story1	D3	Y3 T1	DERIVA Y-Y	Max	8.6707	40	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 176

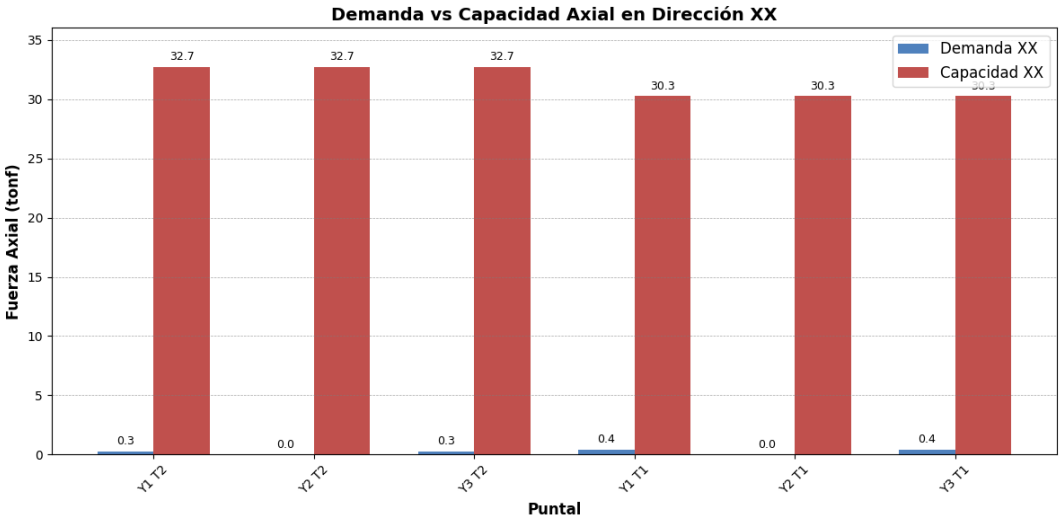
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 177

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.6.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°18

1.6.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

1.6.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 301

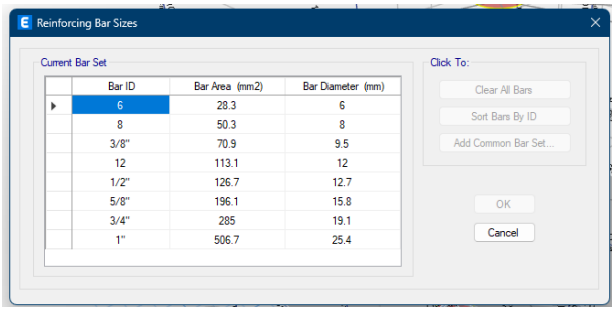
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 178

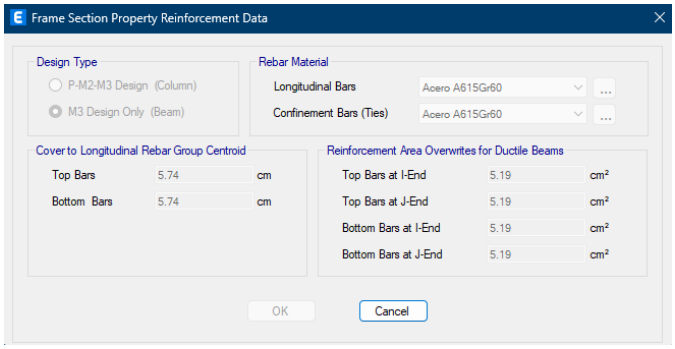
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 179

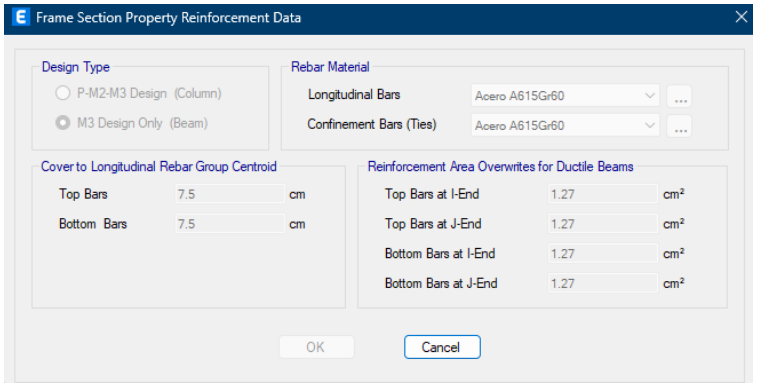
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°18



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 180

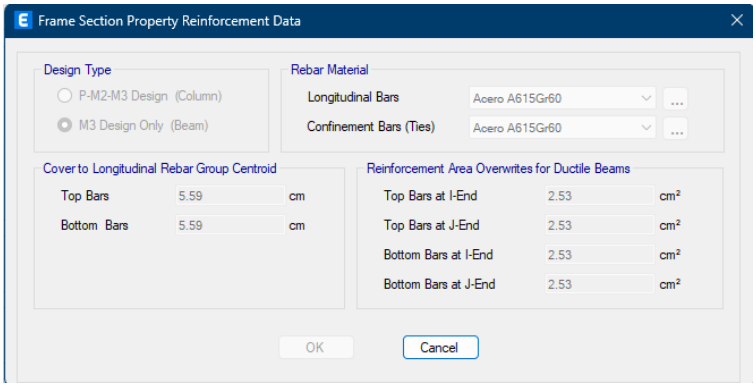
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°18



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 181

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°18

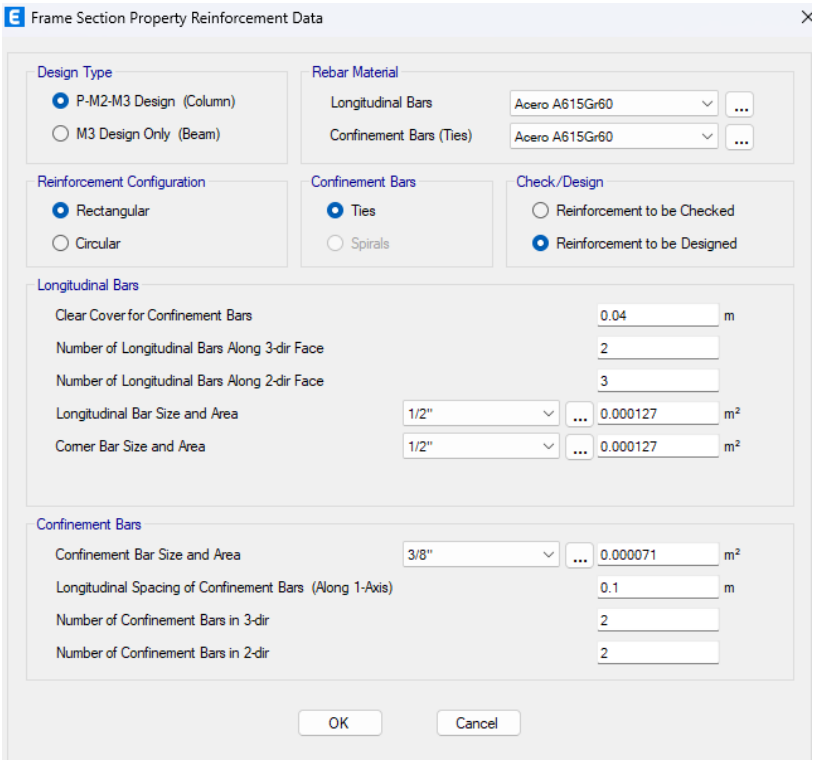


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.6.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 182

Asignación de área de acero en Columna de 0.35x0.35 de Vivienda N° 18

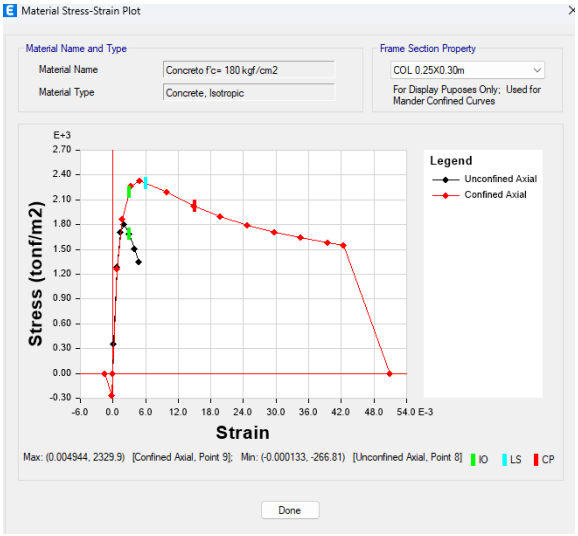


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs

1.6.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 183

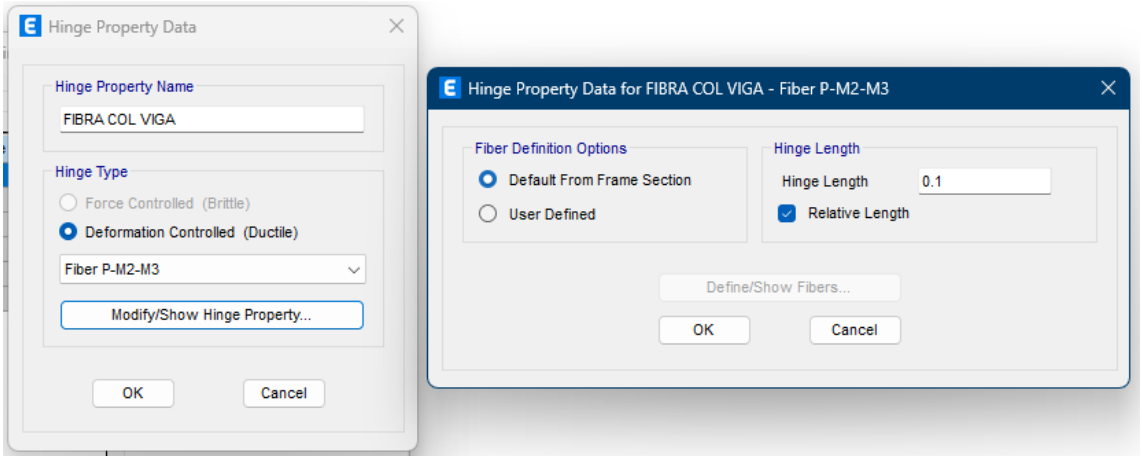
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 184

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N° 18



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.6.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 302

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N° 18

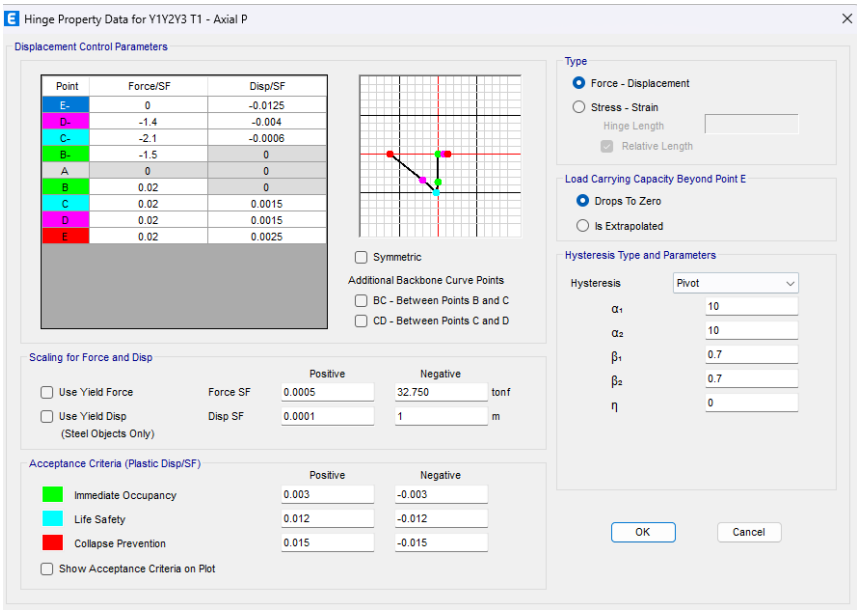
Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3Y4 1er Nivel	Muro Y5Y6Y7 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	370.00	370.00
Altura de muro	H (cm)	320.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	489.18	452.22
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	32.75	30.28
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	122.30	113.05
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.90

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 185

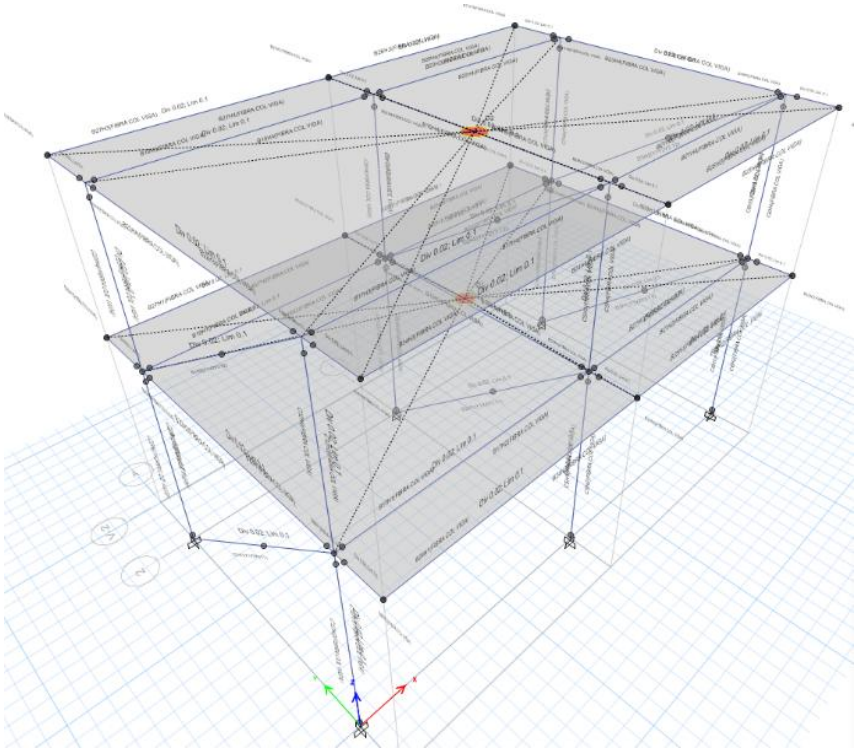
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°18



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 186

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°18

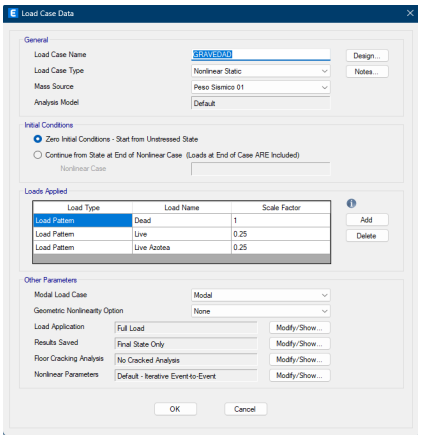


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.6.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

Figura 187

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N° 18

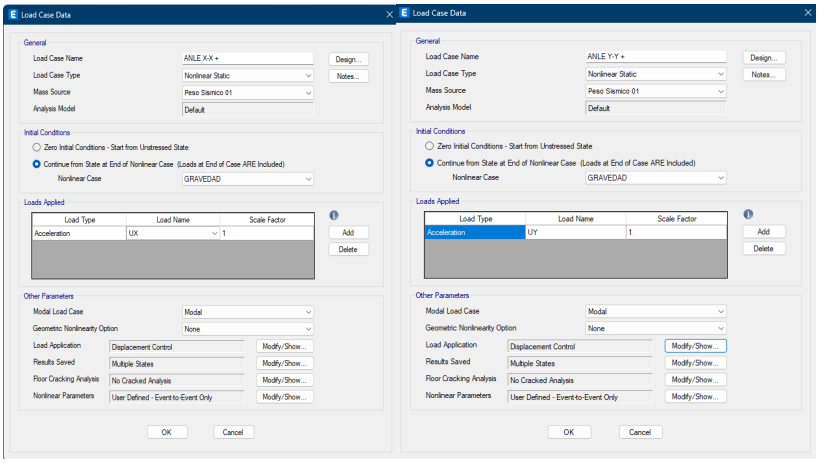


Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.° 18, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de .21 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.102 m. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “5”.

Figura 188

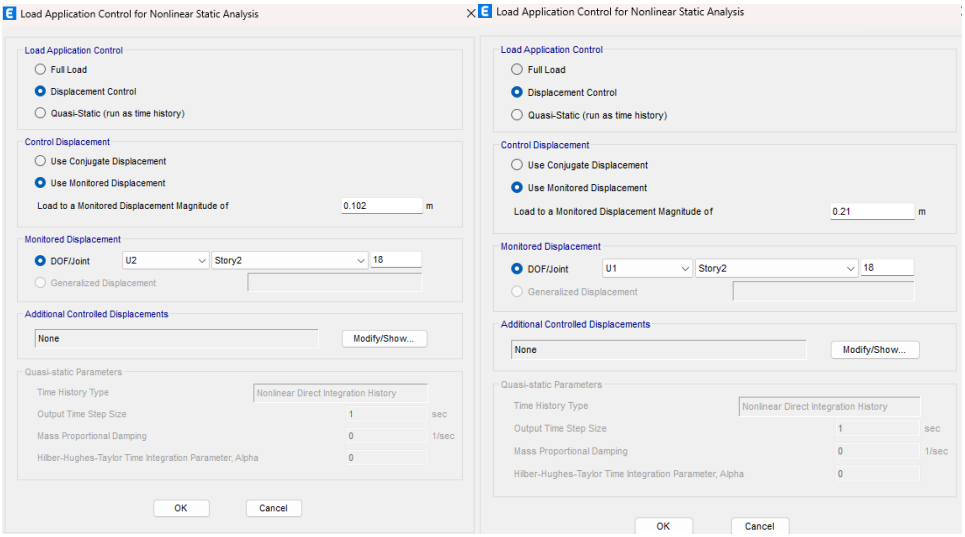
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N° 18



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 189

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 18



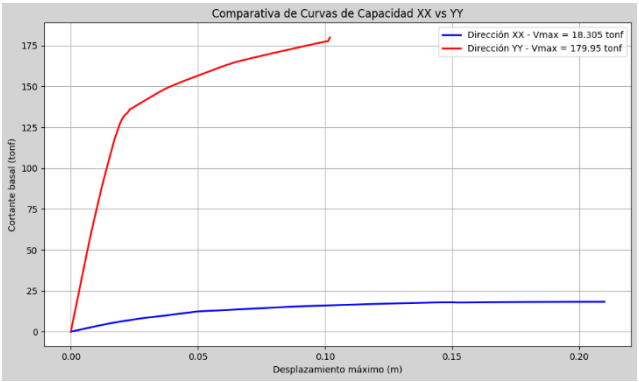
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.6.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 190

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 18



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 18.30 tonf y 179.952 tonf respectivamente para cada dirección.

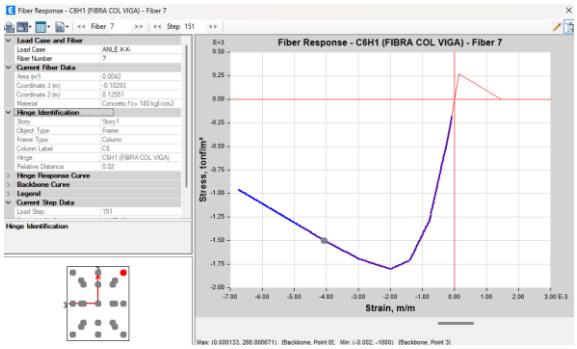
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 179.95 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un

valor máximo de 18.30 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 191

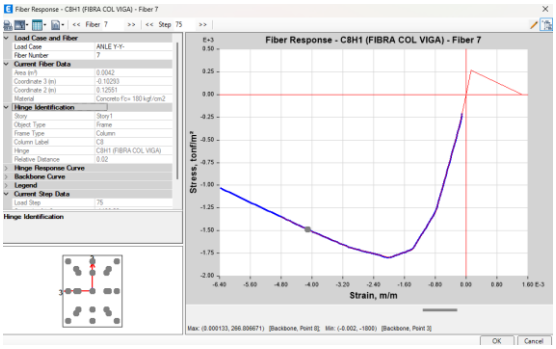
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N° 18



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 192

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N°18



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.6.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 18

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}}$$

Tabla 303

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.066	te(seg)	0.825
ke(tonf/m)	279.899	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	312.550	Vy (tonf)	15.165
ti(seg)	0.781	W(tonf)	81.900
c2	1.030	cm	1.000
delta(cm)	20.918	ustrg	5.063

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 5.526 cm.

Tabla 304

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.063	te(seg)	0.799
ke(tonf/m)	298.509	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	312.550	Vy (tonf)	13.348
ti(seg)	0.781	W(tonf)	81.900
c2	1.025	cm	1.000
delta(cm)	15.563	ustrg	4.602

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 4.167 cm.

Tabla 305

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.300	a	90.000
c1	1.043	te(seg)	0.761
ke(tonf/m)	329.472	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	312.550	Vy (tonf)	9.439
ti(seg)	0.781	W(tonf)	81.900
c2	1.011	cm	1.000
delta(cm)	7.393	ustrg	3.254

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.866 cm.

Tabla 306

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.118	te(seg)	0.196
ke(tonf/m)	7658.661	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	7653.571	Vy (tonf)	54.569
ti(seg)	0.196	W(tonf)	81.900

c2	1.005	cm	1.000
delta(cm)	1.206	ustrg	1.407

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 3.095 cm.

Tabla 307

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.073	te(seg)	0.195
ke(tonf/m)	7658.661	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	7653.571	Vy (tonf)	49.191
ti(seg)	0.195	W(tonf)	81.900
c2	1.002	cm	1.000
delta(cm)	0.913	ustrg	1.249

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 2.294 cm.

Tabla 308

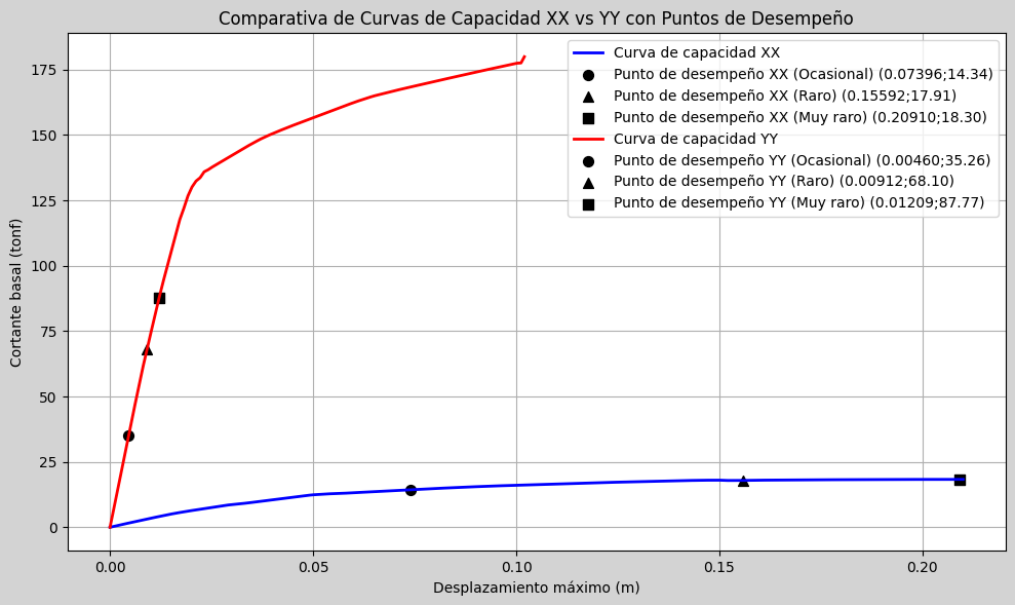
Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N° 18

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.116	te(seg)	0.195
ke(tonf/m)	7658.661	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	7653.571	Vy (tonf)	22.010
ti(seg)	0.195	W(tonf)	81.900
c2	1.005	cm	1.000
delta(cm)	0.476	ustrg	1.395

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 1.070 cm.

Figura 193

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 18



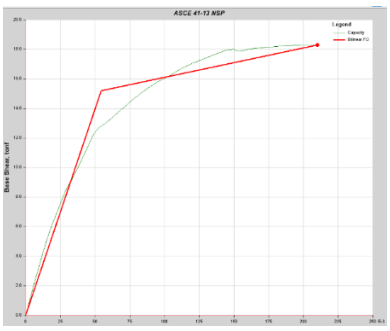
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.6.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N° 18

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 194

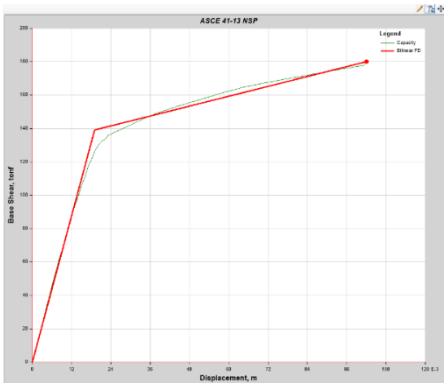
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°18



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.85cm.

Figura 195

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N° 18



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.75cm

Tabla 309

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N° 18

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	5.43
Funcional	IO	10.10
Resguardo de vida	LS	14.77
Cerca al colapso	CP	17.89
Colapso	COLAPSO	21.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 310

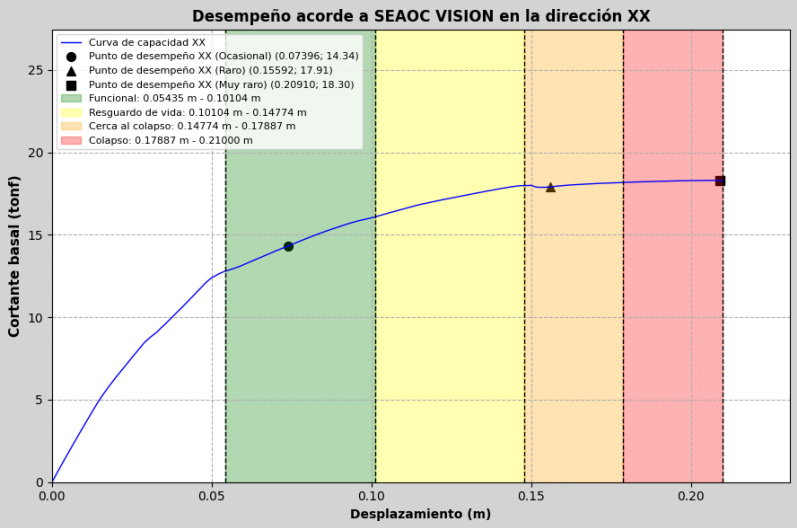
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 18

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.90
Funcional	IO	4.63
Resguardo de vida	LS	7.36
Cerca al colapso	CP	9.18
Colapso	COLAPSO	11.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 196

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 18

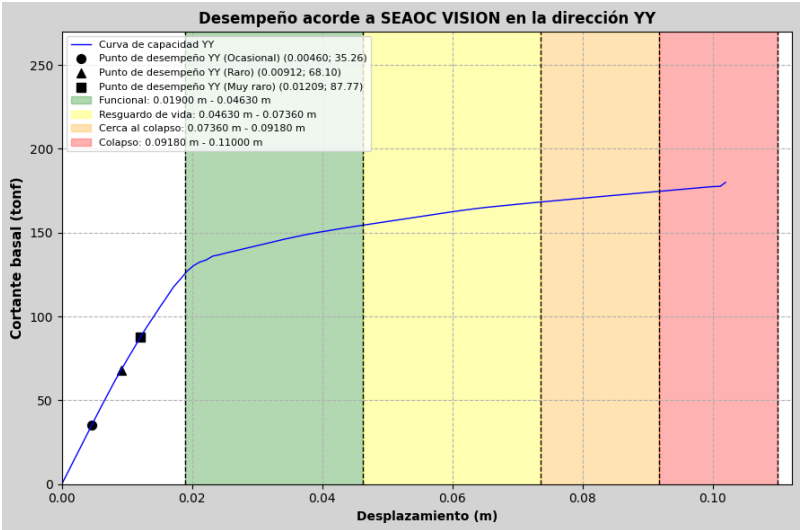


Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 197

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 18



Nota. Elaboración Propia

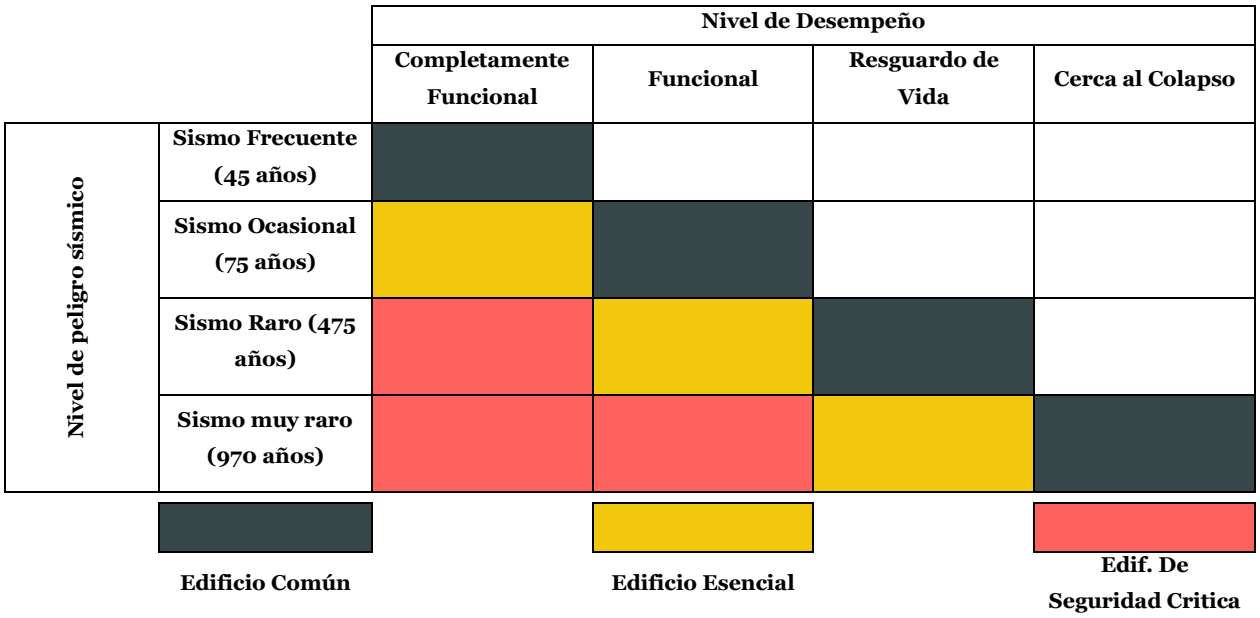
De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.6.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 18

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 311

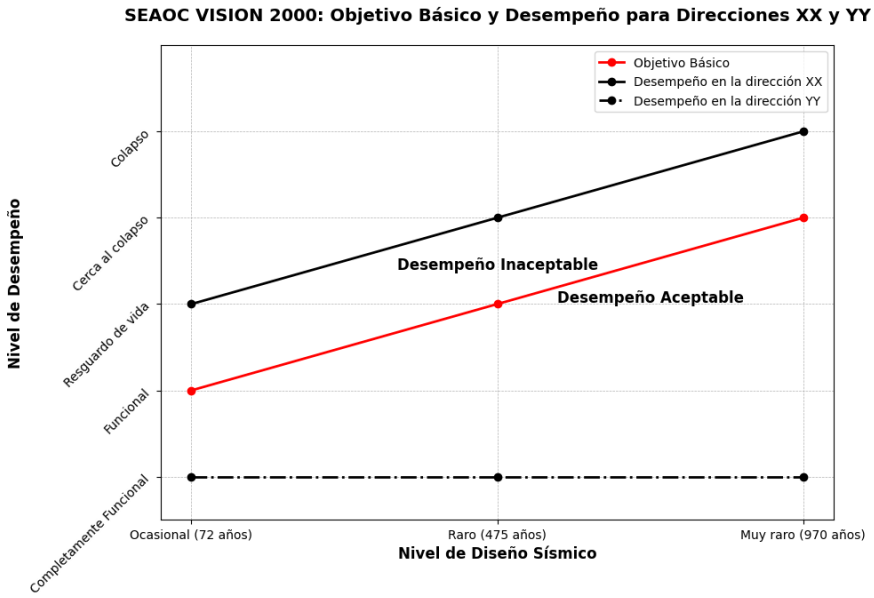
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°18



Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 198

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 18



Nota. Elaboración Propia

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.° 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.7. Análisis de la Vivienda Tipificada N°22

1.7.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°22

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea. El primer nivel consta de cuatro espacios, sala, cocina, cochera y lavandería, mientras que el segundo nivel incluye tres dormitorios, un área de estudio y dos servicios higiénicos, el área techada total de la vivienda es de 112.06 m^2. La altura del primer nivel es de 3.20 m, del segundo nivel 2.70 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado más un muro de albañilería de 12cm de espesor efectivo contenido en el eje 02-03 y C-C del segundo nivel, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.40 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del eje 01-01, 03-03, y contenido en el eje A-B y 02-02 del primer y segundo nivel respectivamente. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.25 x 0.40 m. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 199

Fachada exterior de la vivienda N°22

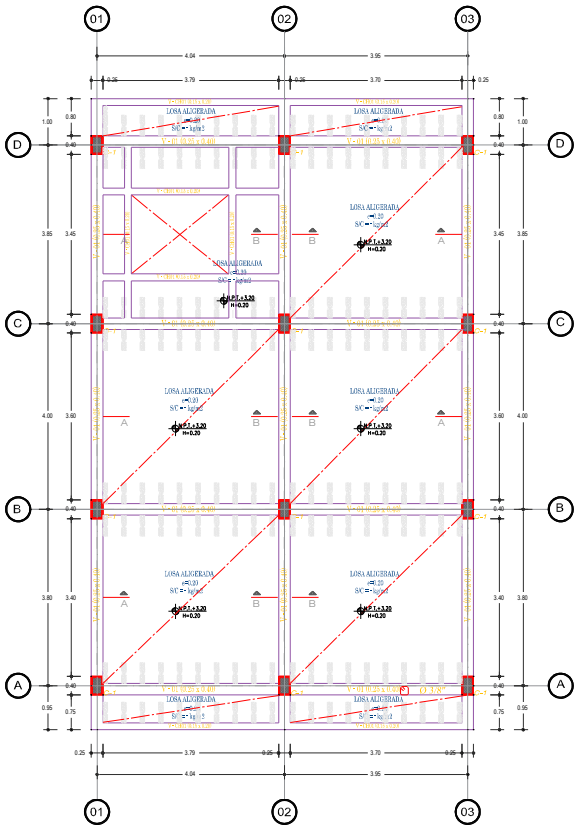


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°22*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 200

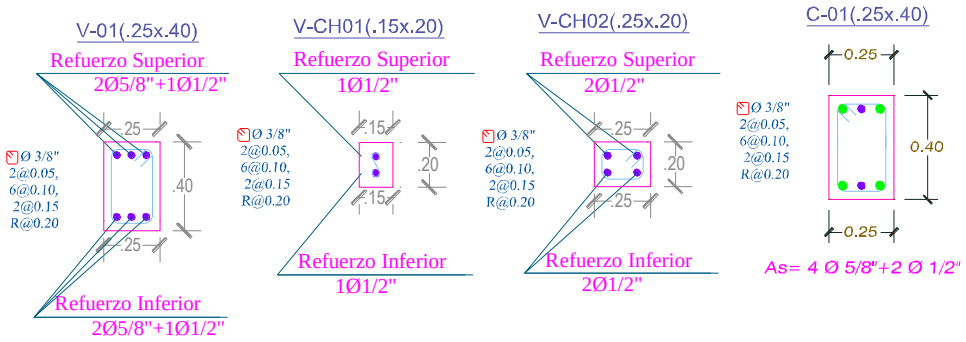
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N°22



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 201

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N°22

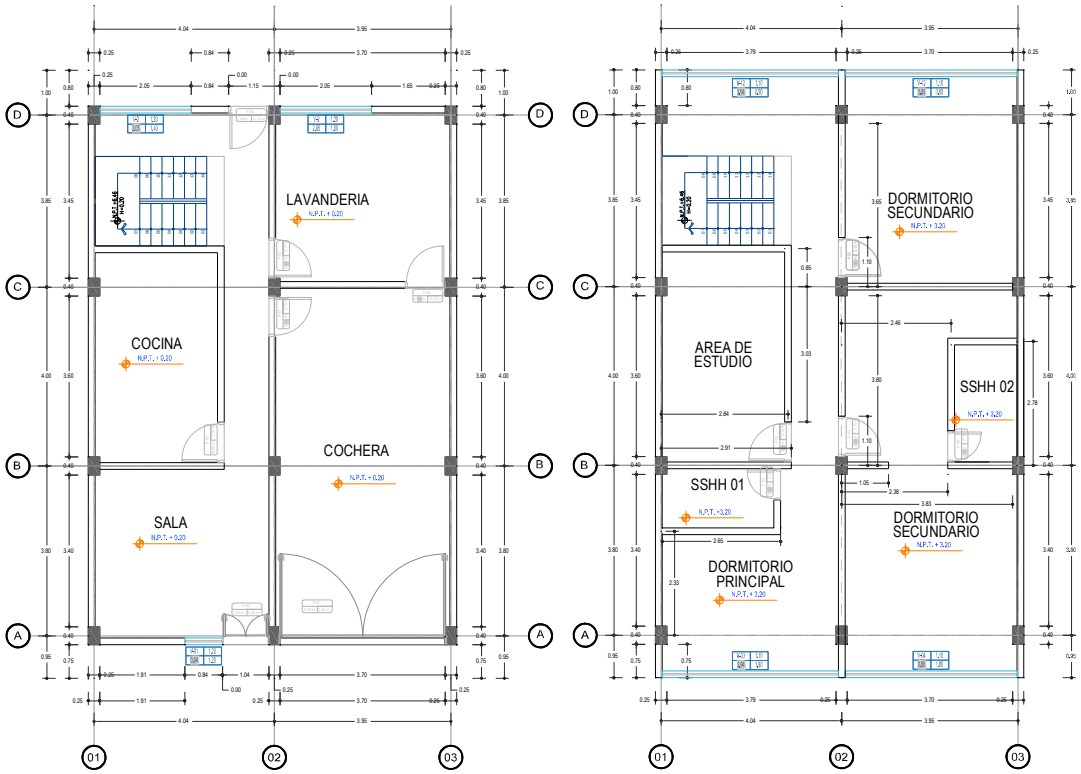


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 202

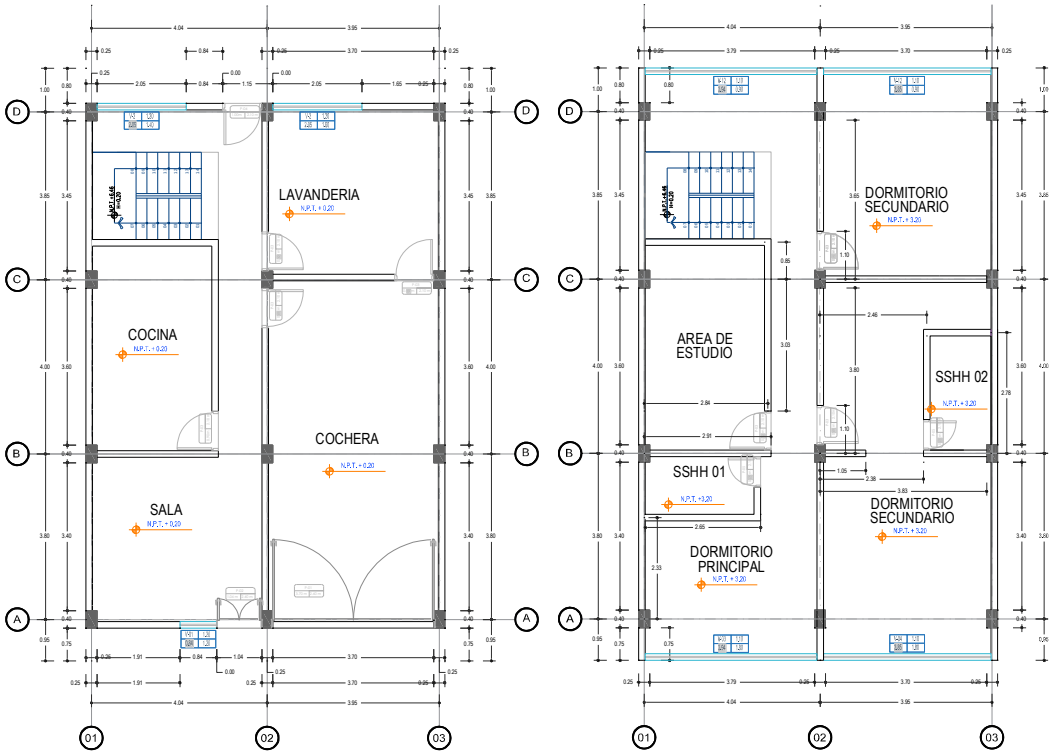
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°22



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X y Y-Y.

Figura 203

Planimetría general de la azotea de la vivienda N°22



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado.

1.7.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°22

Tabla 312

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N°22

Material	Propiedades
Concreto Armado	Resistencia a compresión axial característica f´c = 180 kgf/cm²
	Peso unitario = 2400 kgf/m³
	Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 201246.12 kgf/cm2
Albañilería	Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm²
	Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm²
	Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²

Acero de Refuerzo	Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	Peso unitario = 1000 kgf/m³

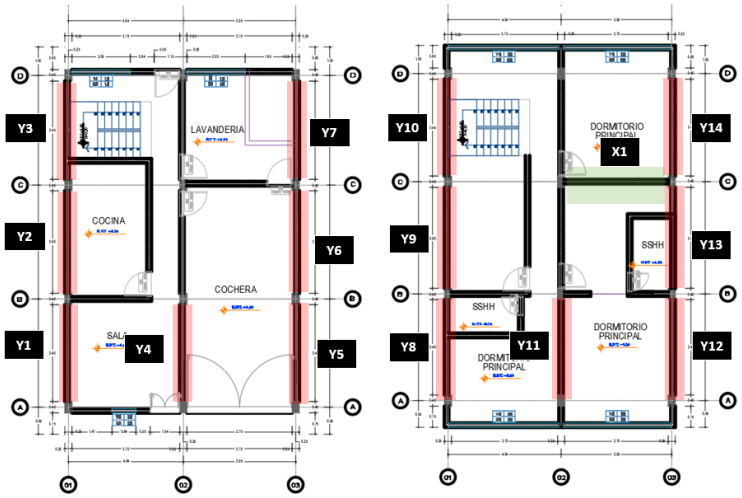
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.7.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N°22

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070.

Figura 204

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N°22



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 313

Propiedades lineales de muros de albañilería del primer nivel de la vivienda N°22

Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro Y1Y4Y5 1er Nivel**	**Muro Y2Y6 1er Nivel**	**Muro Y3Y7 1er Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	340	360	345

Altura de muro	H (cm)	320	320	320
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	466.90	481.66	470.55
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.25	32.24	31.50
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	116.72	120.41	117.64
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

Tabla 314

Propiedades lineales de muros de albañilería del segundo nivel de la vivienda N°22

Propiedades de Muro de Albañilería		**Muro Y8Y11Y12 2do Nivel**	**Muro Y9Y13 2do Nivel**	**Muro Y10Y14 2do Nivel**	**Muro X1 2do Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	340	360	345	373
Altura de muro	H (cm)	250	250	250	250
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	422.01	438.29	426.05	449.03
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	28.25	29.34	28.52	30.06
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	105.50	109.57	106.51	112.25
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.7.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N°22

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 22 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 315

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N°22

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Área de estudio	200.00
	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 316

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N°22

	Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio de losa aligerada e=20cm	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 317

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°22

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.30	1350	511	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.30	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	466	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		
Muro Y8Y11Y12 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	253	Kg/m
L = 3.40	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.22	1.06	1350		
Muro Y9Y13 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	249	Kg/m
L = 3.60	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.38	1.10	1350		
Muro Y10Y14 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350		
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000	252	Kg/m
L = 3.45	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.26	1.07	1350		
Muro X1 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.10	1350	248	Kg/m
	Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.10	2000		

L = 3.73	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.49	1.12	1350		
		Cargas Puntuales					
Entre Eje A-B y 01-02	Muro en dirección de X-X de SSHH 01	0.12	2.65	2.10	1350	1235	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	2.65	2.10	2000		
Entre Eje A-B y 01-02	Muro en dirección de Y-Y de SSHH 01	0.12	0.78	2.10	1350	364	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	0.78	2.10	2000		
Entre Eje B-C y 02-03	Muro en dirección de X-X de SSHH 02	0.12	1.55	2.10	1350	723	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	1.55	2.10	2000		
Entre Eje B-C y 02-03	Muro en dirección de Y-Y de SSHH 02	0.12	2.08	2.10	1350	970	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro de SSHH	0.03	2.08	2.10	2000		
Entre Eje B-C y 01-02	Muro en dirección de Y-Y de Área de estudio	0.12	3.03	2.10	1350	1413	Kg
	Revoque de mortero de cemento en Muro	0.03	3.03	2.10	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 318

Cargas muertas de muros de albañilería en azotea de la vivienda N°22

Tramo	**Detalle**	**Carga Permanente (Wd)**					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Varios	Muro alfeizar Perimétrico de bloquer de arcilla	0.15		1.20	1350	243	Kg/m

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco que conforman el parapeto fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

1.7.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N°22

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 319

Peso sísmico efectivo de la vivienda N°22

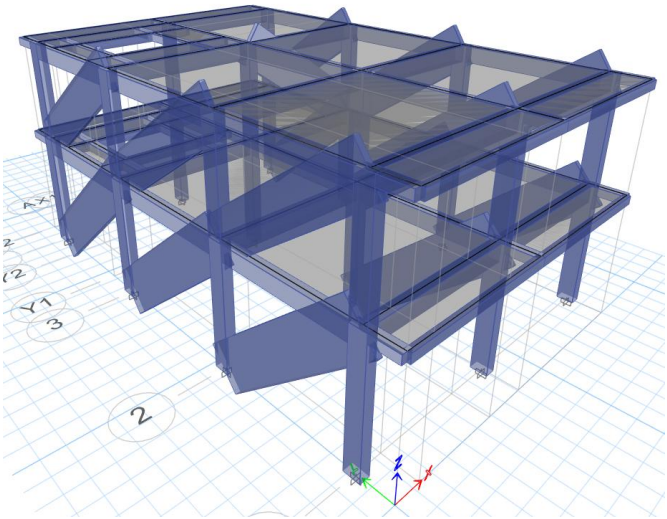
Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
2	9.12	89.39
1	11.64	114.14
Total	**20.76**	**203.54**

Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.7.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N°22

Figura 205

Modelo tridimensional de la vivienda N°22



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.7.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°22 Mediante la Normativa E.030

1.7.6.1. Parámetros Sísmicos Para la Vivienda N°22

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 320

Parámetros sísmicos para la vivienda N°22

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

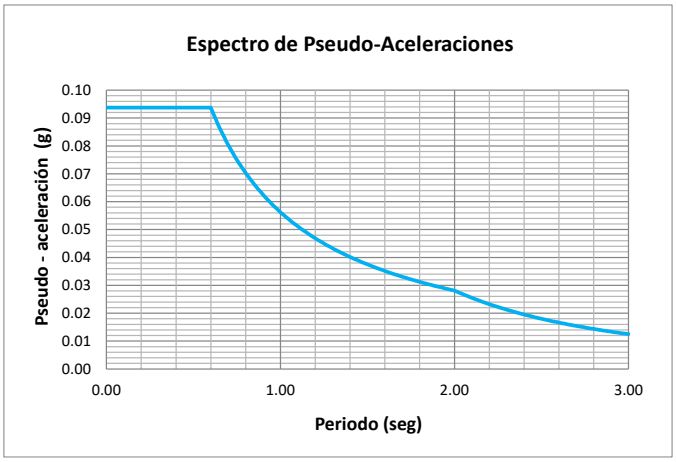
1.7.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N°22

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°22. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 206

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°22



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 321

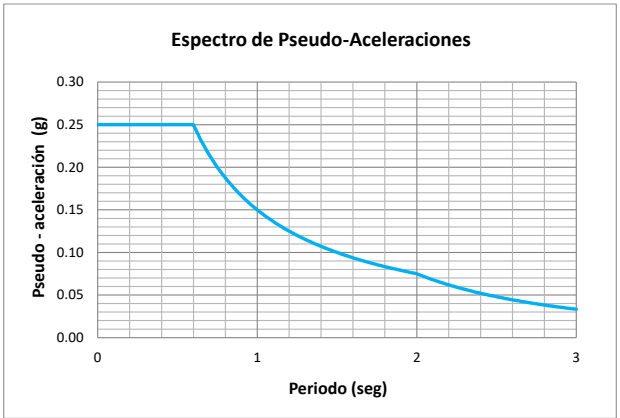
Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N°22

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 207

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°22



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 322

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N°22

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915
0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852
0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.7.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°22

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 323

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N°22

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.498	0.983	0.000	0.983	0.000
2	0.242	0.000	0.000	0.983	0.000
3	0.184	0.000	0.952	0.983	0.952
4	0.140	0.017	0.000	1.000	0.952

5	0.086	0.000	0.000	1.000	0.952
6	0.067	0.000	0.048	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.498 seg y en la dirección YY es de 0.184 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.7.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°22

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 324

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°22

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	9.52	0.0065	1458.2	1020.7	1166.5	-	-
1	18.77	0.0050	3740.2	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 325

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°22

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	10.12	0.0009	10792.1	7554.5	8633.7	-	-
1	18.21	0.0006	30296.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 326

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N°22

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 327

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N°22

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	9.52	0.0065	1458.2	874.9	1020.7	-	-
1	18.77	0.0050	3740.2	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	1

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 328

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N°22

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	10.12	0.0009	10792.1	6475.3	7554.5	-	-
1	18.21	0.0006	30296.0	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 329

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N°22

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 330

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N°22

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif. Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif. Piso Inferior
2	9.12	89.39	-	-	0.78	REGULAR
1	11.64	114.14	1.28	REGULAR	-	-
Total	15.461	151.62			Ia	1

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 331

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°22

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 332

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N°22

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 333

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N°22

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 334

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N°22

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.7.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°22

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 335

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°22

Piso	DIRECCION X		DIRECCION Y	
	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx
2	0.0039	SI REQ VERIF	0.0003	NO REQ VERIF
1	0.0097	SI REQ VERIF	0.0005	NO REQ VERIF

Nota. La estructura se requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 336

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°22

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
2	0.0069	0.0067	1.026	REGULAR
1	0.0052	0.0051	1.012	REGULAR
			Ipx	1

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 337

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°22

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0010	0.0010	1.048	REGULAR
1	0.0007	0.0006	1.049	REGULAR
			Ipy	1

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 338

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N°22

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
2	1.026	1.048	REGULAR	REGULAR

1	1.012	1.049	REGULAR	REGULAR
		Ip	1	1

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 339

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N°22

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. Si existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 340

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N°22

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 341

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N°22

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 342

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°22

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por no presentar irregularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 343

Factores de irregularidad de la vivienda N°22

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	1

Tabla 344

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N°22

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 345

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N°22

ITEM	**Dirección X**		**Dirección Y**	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	Rx	8.00	Ry	3.00

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción disminuyen debido a la existencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.7.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°22

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 346

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8.0	0.75	6.00
Y	0.005	3.0	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 347

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00065	0.0039	BIEN	0.000139	0.0003	BIEN
1	0.00162	0.0097	MAL	0.000207	0.0005	BIEN

Nota. El primer nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 348

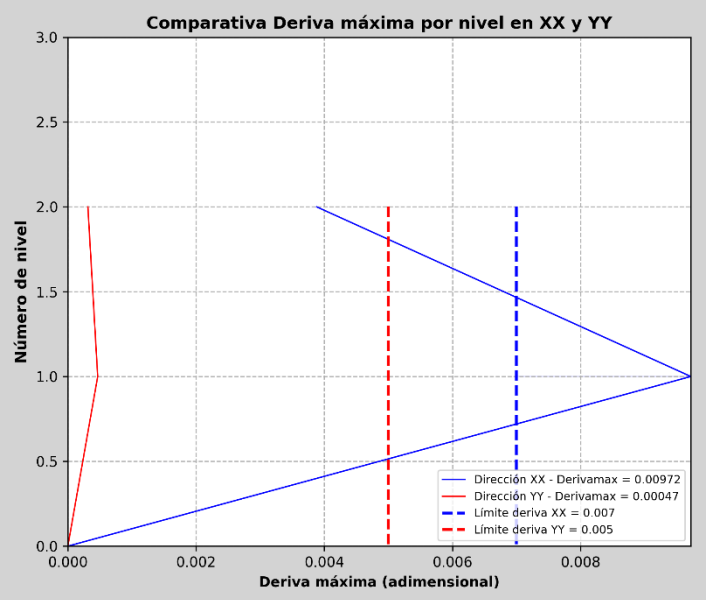
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	270	1.05	0.08	4.16	0.23
1	320	3.11	0.15	3.11	0.15
	Suma	4.16	0.23		

Nota. El primer nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 208

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N°22



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 9.72% el cual supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 0.47 % el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.7.6.7. Fuerza Cortante Mínima en la Vivienda N°22

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 349

Fuerza cortante estática de la vivienda N° 22

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	8.00
	Ry =	3.00
Periodo fundamental	Tx =	0.498 s
	Ty =	0.184 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	203.54 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	19.08 tonf
	Vy =	50.88 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.3125**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**0.8333**	**BIEN**

Tabla 350

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	19.08	80%	15.27	18.77	BIEN	No requiere
Y	50.88	80%	40.71	18.21	AMPLIFICAR	21.9249

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de las fuerzas cortantes basales actuantes provenientes del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 351

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°22

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	19.08	80%	15.27	18.77	BIEN	11.08
Y	50.88	80%	40.71	40.71	BIEN	12.56

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.7.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°22

Tabla 352

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°22

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
					Tonf		
Story2	D1	Y8t2	Sis. X-X	Max	0.6009	28.25	Cumple
Story2	D2	Y11t2	Sis. X-X	Max	0.0097	28.25	Cumple
Story2	D3	Y12t2	Sis. X-X	Max	0.5926	28.25	Cumple
Story2	D4	Y9t2	Sis. X-X	Max	0.632	29.34	Cumple
Story2	D5	Y13t2	Sis. X-X	Max	0.4928	29.34	Cumple
Story2	D6	Y10t2	Sis. X-X	Max	0.5892	28.52	Cumple
Story2	D7	Y14t2	Sis. X-X	Max	0.7262	28.52	Cumple
Story2	D10	X1t2	Sis. X-X	Max	6.3826	30.06	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Sis. X-X	Max	0.5667	31.26	Cumple
Story1	D2	Y4t1	Sis. X-X	Max	0.0278	31.26	Cumple
Story1	D3	Y5y1	Sis. X-X	Max	0.533	31.26	Cumple
Story1	D4	Y2t1	Sis. X-X	Max	0.5944	32.25	Cumple
Story1	D5	Y6t1	Sis. X-X	Max	0.5636	32.25	Cumple
Story1	D6	Y3t1	Sis. X-X	Max	0.5913	31.50	Cumple
Story1	D7	Y7t1	Sis. X-X	Max	0.714	31.50	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 353

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N°22

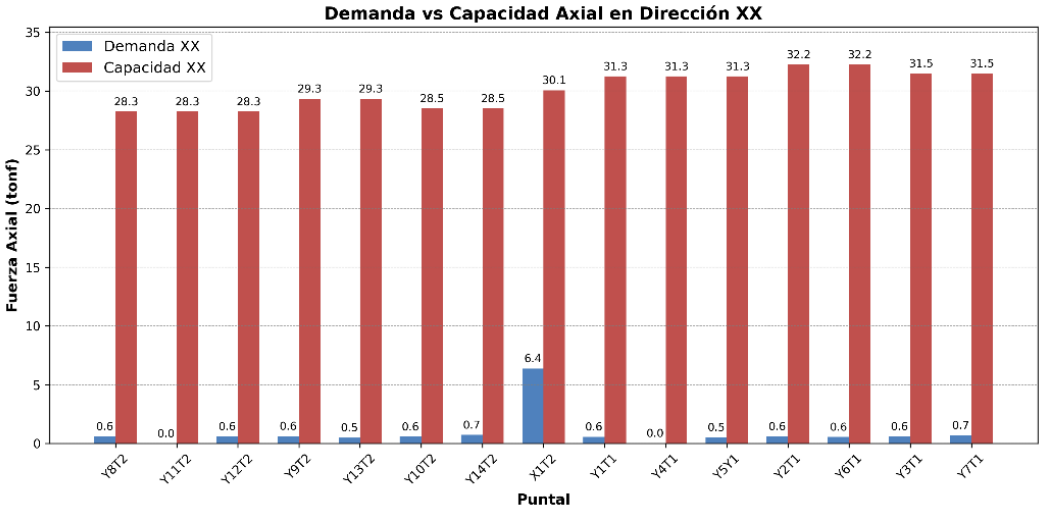
Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
					Tonf		
Story2	D1	Y8t2	Deriv Y-Y	Max	3.4943	28.25	Cumple
Story2	D2	Y11t2	Deriv Y-Y	Max	2.9547	28.25	Cumple
Story2	D3	Y12t2	Deriv Y-Y	Max	3.513	28.25	Cumple
Story2	D4	Y9t2	Deriv Y-Y	Max	3.738	29.34	Cumple
Story2	D5	Y13t2	Deriv Y-Y	Max	3.756	29.34	Cumple

Story2	D6	Y10t2	Deriv Y-Y	Max	3.3454	28.52	Cumple
Story2	D7	Y14t2	Deriv Y-Y	Max	3.369	28.52	Cumple
Story2	D10	X1t2	Deriv Y-Y	Max	0.1655	30.06	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Deriv Y-Y	Max	6.0816	31.26	Cumple
Story1	D2	Y4t1	Deriv Y-Y	Max	5.5171	31.26	Cumple
Story1	D3	Y5y1	Deriv Y-Y	Max	6.0658	31.26	Cumple
Story1	D4	Y2t1	Deriv Y-Y	Max	6.3596	32.25	Cumple
Story1	D5	Y6t1	Deriv Y-Y	Max	6.3439	32.25	Cumple
Story1	D6	Y3t1	Deriv Y-Y	Max	6.2826	31.50	Cumple
Story1	D7	Y7t1	Deriv Y-Y	Max	6.2688	31.50	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 209

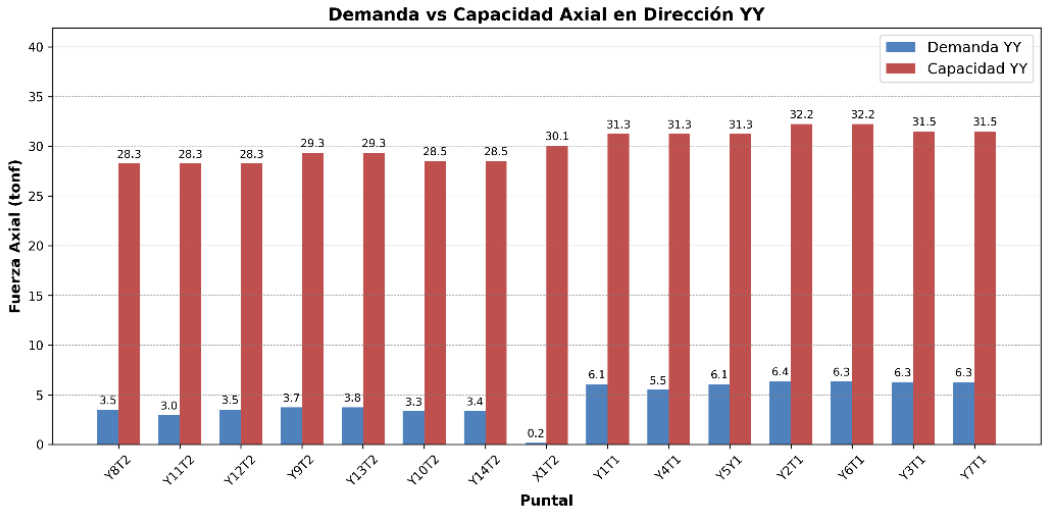
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX en la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

Figura 210

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY en la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia

1.7.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°22

1.7.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto armado

1.7.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 354

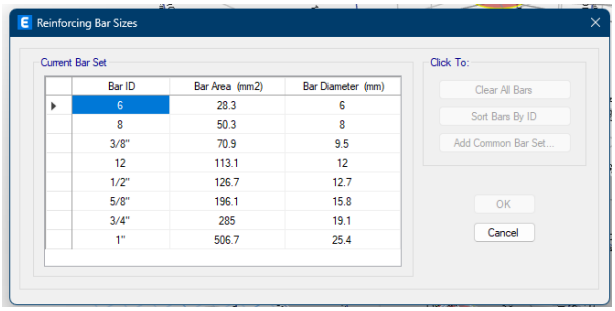
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 211

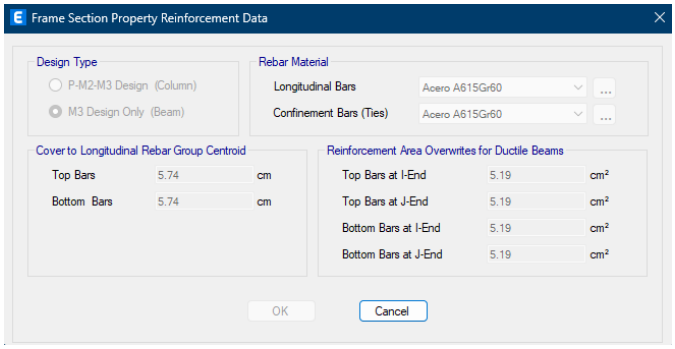
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 212

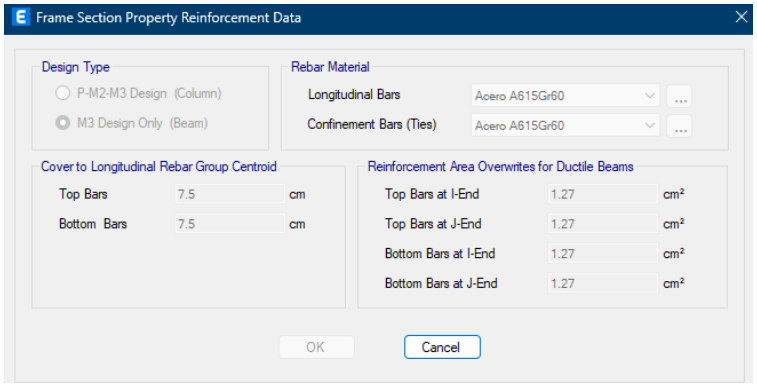
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°22



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 213

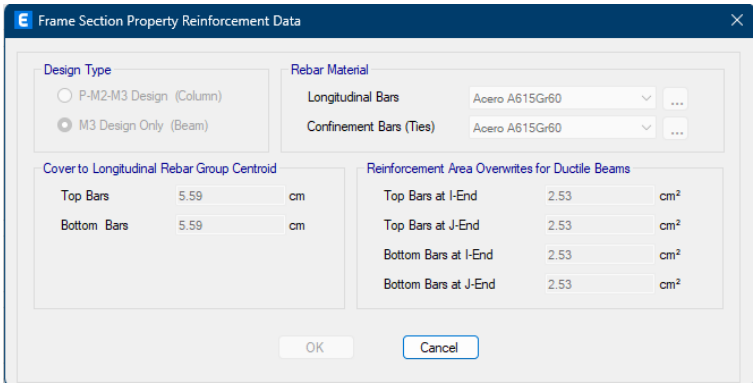
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N°22



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 214

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N°22

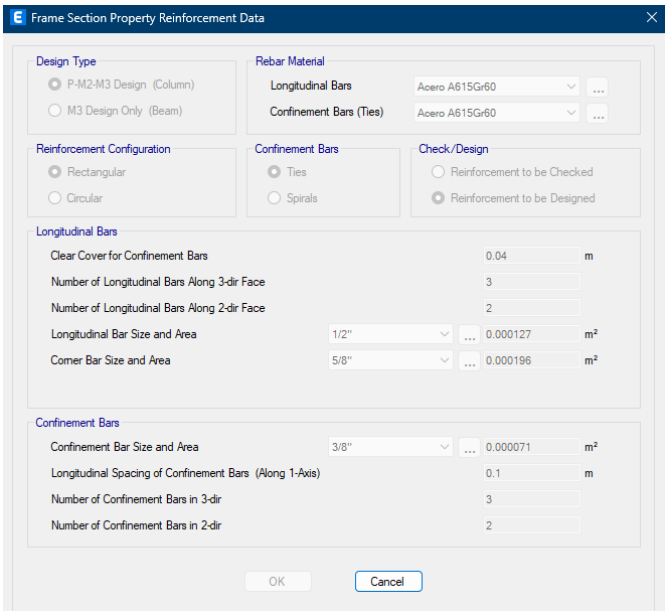


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.7.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 215

Asignación de área de acero en Columna de 0.25x0.40 de Vivienda N°22

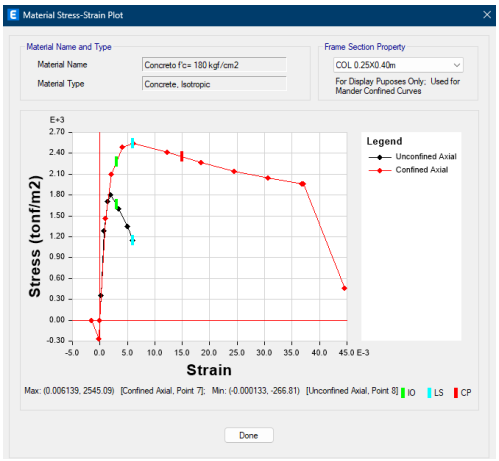


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.7.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 216

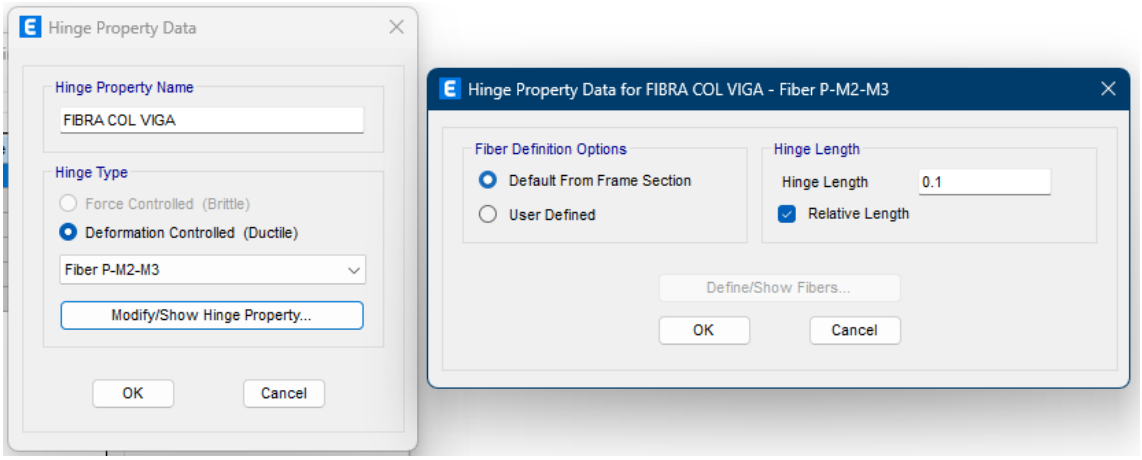
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 217

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N°22



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0

1.7.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales.

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 355

Propiedades de los muros de albañilería del primer nivel a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°22

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y4Y5 1er Nivel	Muro Y2Y6 1er Nivel	Muro Y3Y7 1er Nivel
Longitud de muro	L (cm)	340	360	345
Altura de muro	H (cm)	320	320	320
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	466.90	481.66	470.55
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	31.25	32.24	31.50
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	116.72	120.41	117.64
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería del primer nivel de la vivienda.

Tabla 356

Propiedades de los muros de albañilería del segundo nivel a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°22

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y8Y11Y12 2do Nivel	Muro Y9Y13 2do Nivel	Muro Y10Y14 2do Nivel	Muro X1 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	340	360	345	373
Altura de muro	H (cm)	250	250	250	250
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	422.01	438.29	426.05	449.03
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08

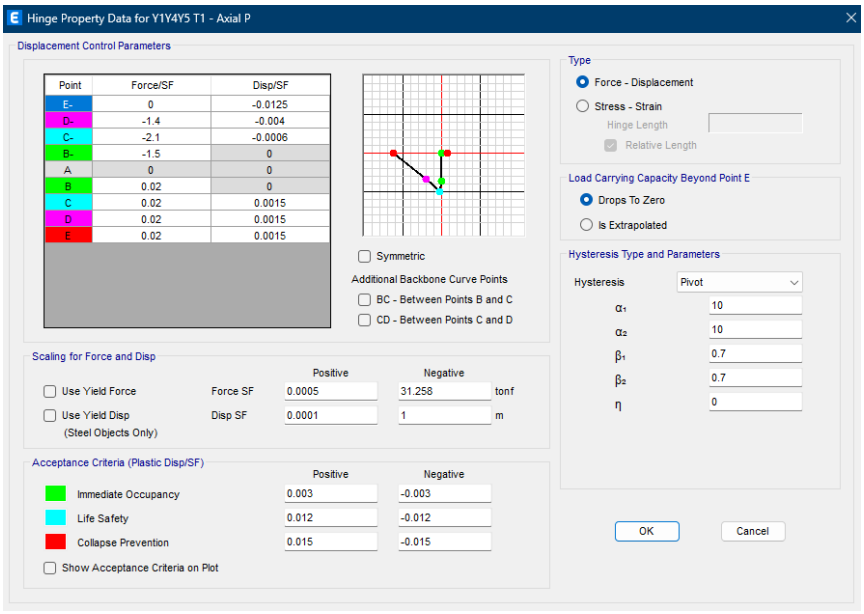
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	28.25	29.34	28.52	30.06
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	105.50	109.57	106.51	112.25
Módulo de Elasticidad de albañilería	E(kgf/m2)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería del segundo nivel de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 218

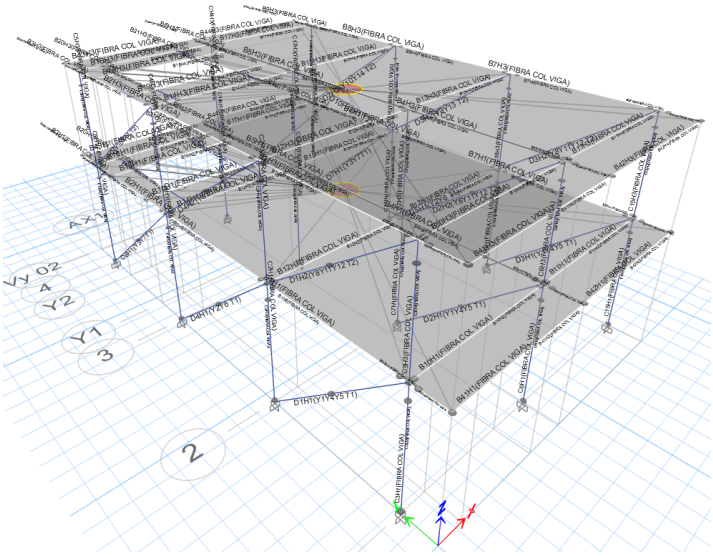
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°22



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 219

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°22

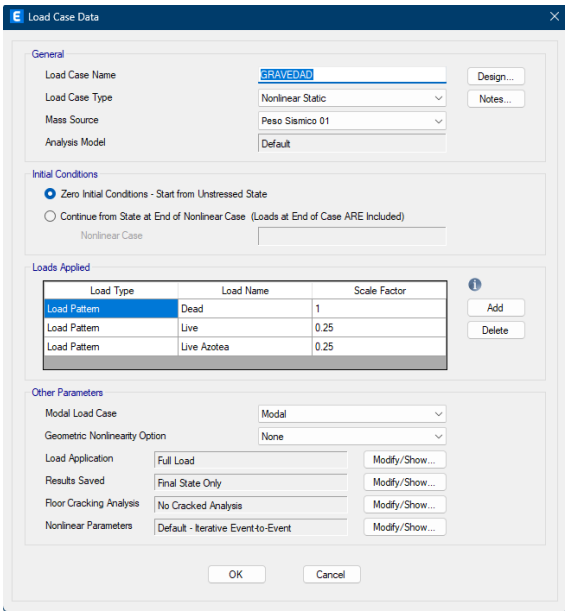


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.7.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

Figura 220

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°22



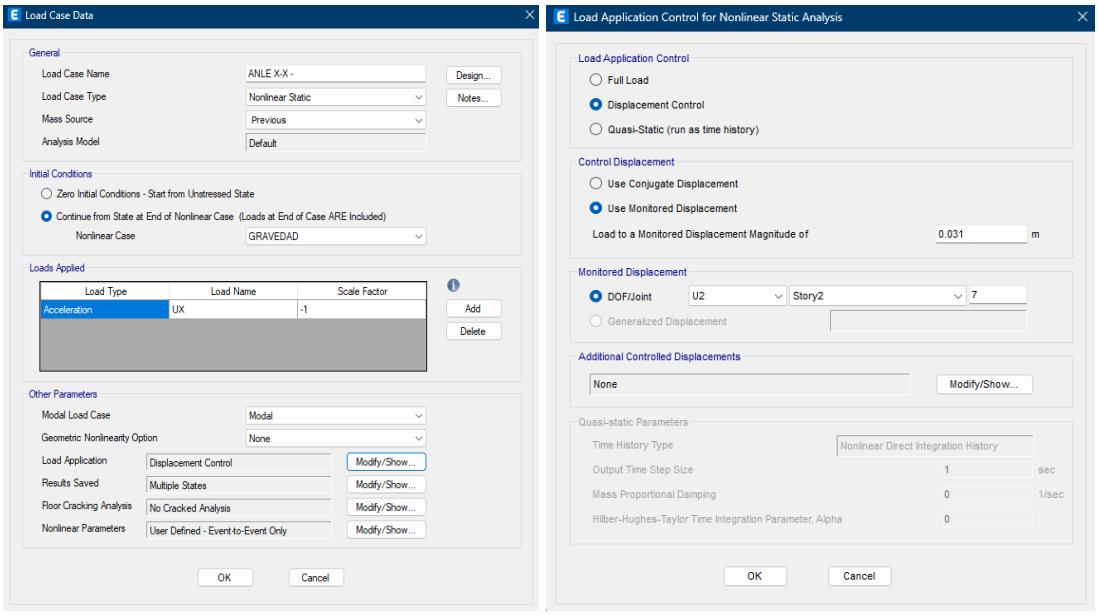
Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 22, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la

dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.10 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.031 m, valor menor debido a la mayor rigidez estructural identificada en esa dirección, proporcionada por los puntales de albañilería. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta "7".

Figura 221

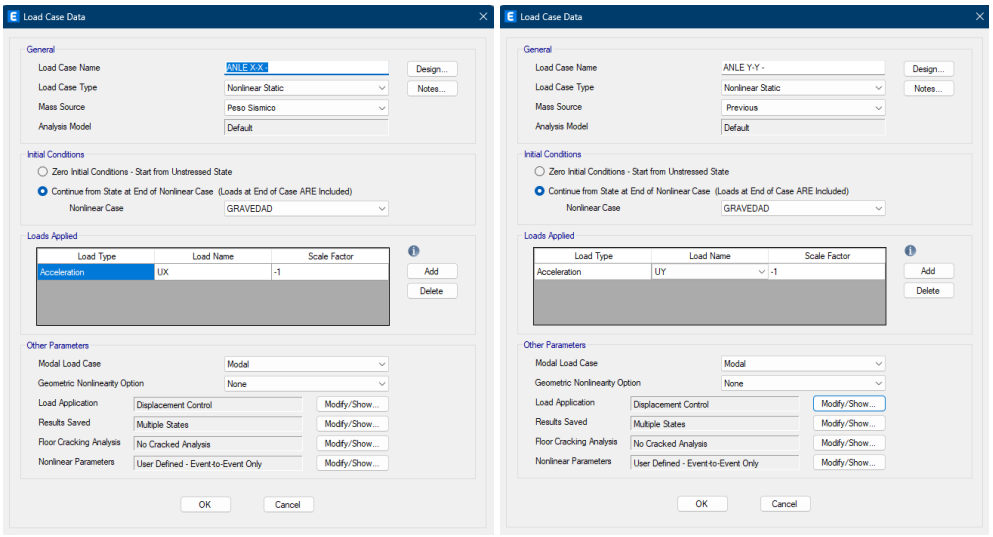
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N°22



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 222

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 22



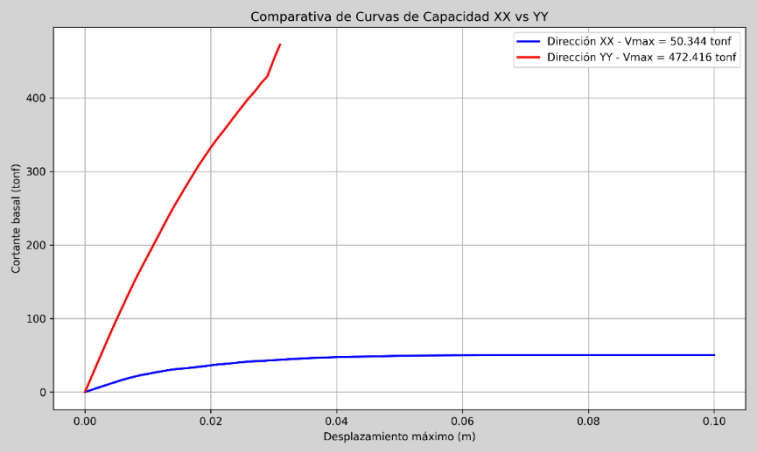
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.7.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 223

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°22



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 50.344 tonf y 472.416 tonf respectivamente para cada dirección.

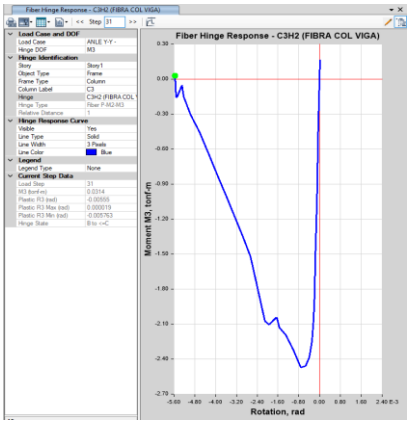
Se observa que la fuerza cortante en la base es mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 472.416 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 50.344 tonf. Asimismo, el desplazamiento máximo en la dirección Y-Y es menor (3.1 cm) en comparación con la dirección X-X (10.00 cm). Esto evidencia que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento más dúctil que el sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y), ya que desarrolla mayores desplazamientos antes del colapso. En contraste, el sistema combinado, aunque menos dúctil, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como

desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 224

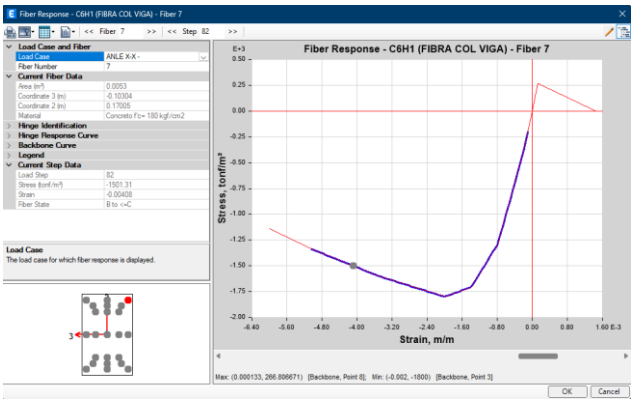
Gráfico momento – rotación de la primera columna que falla en ANLE-YY de la vivienda N°22



Nota. Se observó que, para un desplazamiento de 3.1 cm, la columna presentó una disminución en la rotación correspondiente a un momento de 0.0 tonf·m, lo cual indica que el concreto alcanzó su capacidad máxima de resistencia, iniciándose así la degradación del material.

Figura 225

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N°22



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 10.0 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.7.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N°22

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 357

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.120	te(seg)	0.545
ke(tonf/m)	2369.352	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	2841.697	Vy (tonf)	45.200
ti(seg)	0.498	W(tonf)	203.537
c2	1.044	cm	1.000
delta(cm)	9.722	ustrg	4.222

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 9.722 cm.

Tabla 358

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.103	te(seg)	0.534
ke(tonf/m)	2469.732	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	2841.697	Vy (tonf)	41.988
ti(seg)	0.498	W(tonf)	203.537
c2	1.030	cm	1.000
delta(cm)	7.251	ustrg	3.636

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 7.251 cm.

Tabla 359

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.076	te(seg)	0.503
ke(tonf/m)	2790.686	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	2841.697	Vy (tonf)	28.027
ti(seg)	0.498	W(tonf)	203.537
c2	1.015	cm	1.000
delta(cm)	3.083	ustrg	2.723

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 3.083 cm.

Tabla 360

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.222	te(seg)	0.184
ke(tonf/m)	19846.512	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	19846.169	Vy (tonf)	113.840
ti(seg)	0.184	W(tonf)	203.537
c2	1.017	cm	1.000
delta(cm)	1.176	ustrg	1.676

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 1.176 cm.

Tabla 361

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.179	te(seg)	0.184
ke(tonf/m)	19846.512	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	19846.169	Vy (tonf)	98.732
ti(seg)	0.184	W(tonf)	203.537

c2	1.011	cm	1.000
delta(cm)	0.903	ustrg	1.546

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 0.903 cm.

Tabla 362

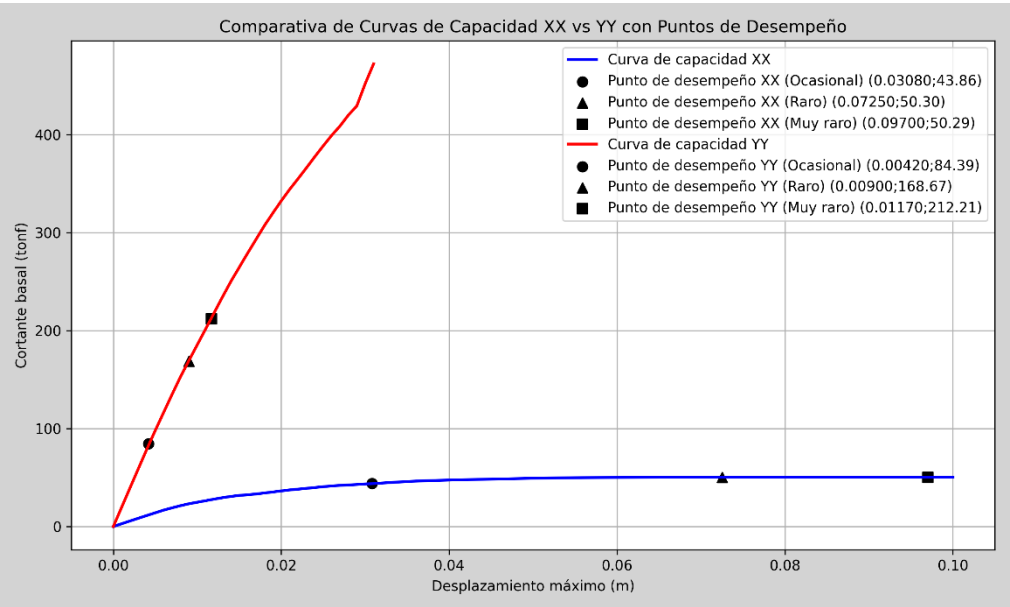
Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección YY en vivienda N°22

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.111	te(seg)	0.184
ke(tonf/m)	19846.512	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	19846.169	Vy (tonf)	57.043
ti(seg)	0.184	W(tonf)	203.537
c2	1.004	cm	1.000
delta(cm)	0.422	ustrg	1.338

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 0.422 cm.

Figura 226

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N°22



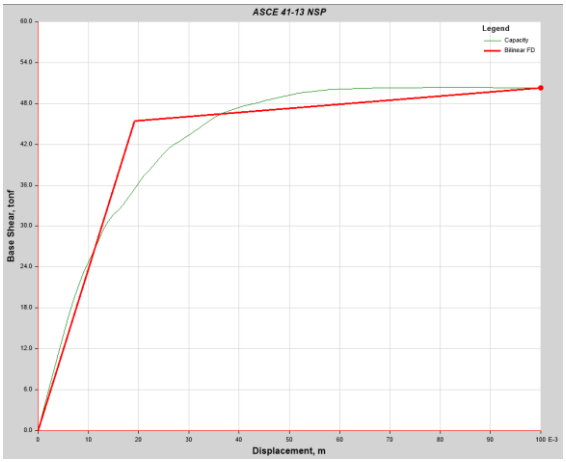
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.7.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la vivienda N°22

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 227

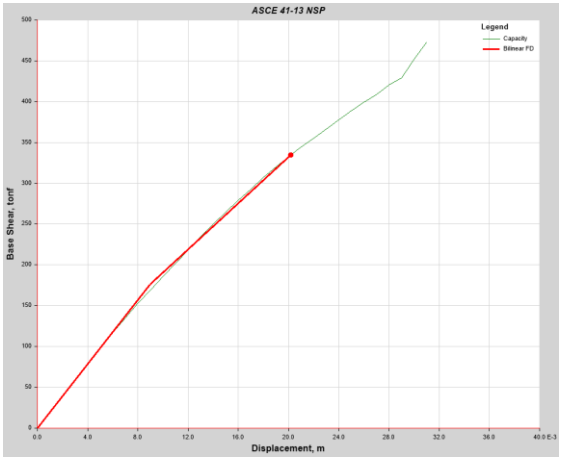
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N°22



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.92 cm.

Figura 228

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N°22



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 0.81 cm.

Tabla 363

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N°22

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.92
Funcional	IO	4.344
Resguardo de vida	LS	6.768
Cerca al colapso	CP	8.384
Colapso	COLAPSO	10.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 364

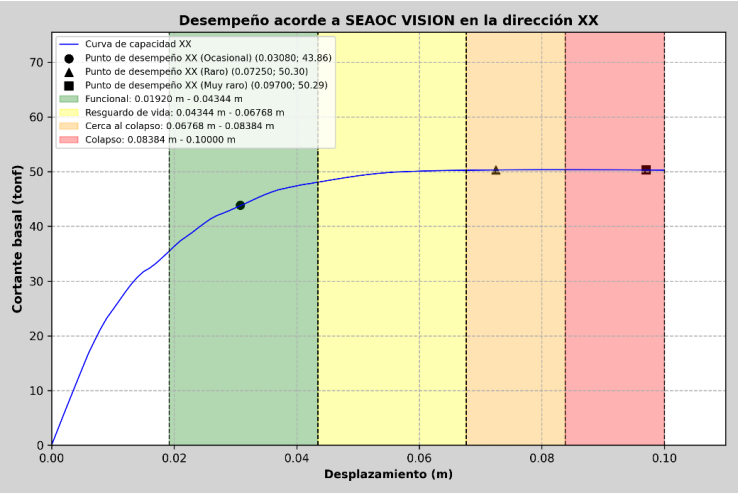
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 22

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	0.81
Funcional	IO	1.467
Resguardo de vida	LS	2.124
Cerca al colapso	CP	2.562
Colapso	COLAPSO	3.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 229

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N°22

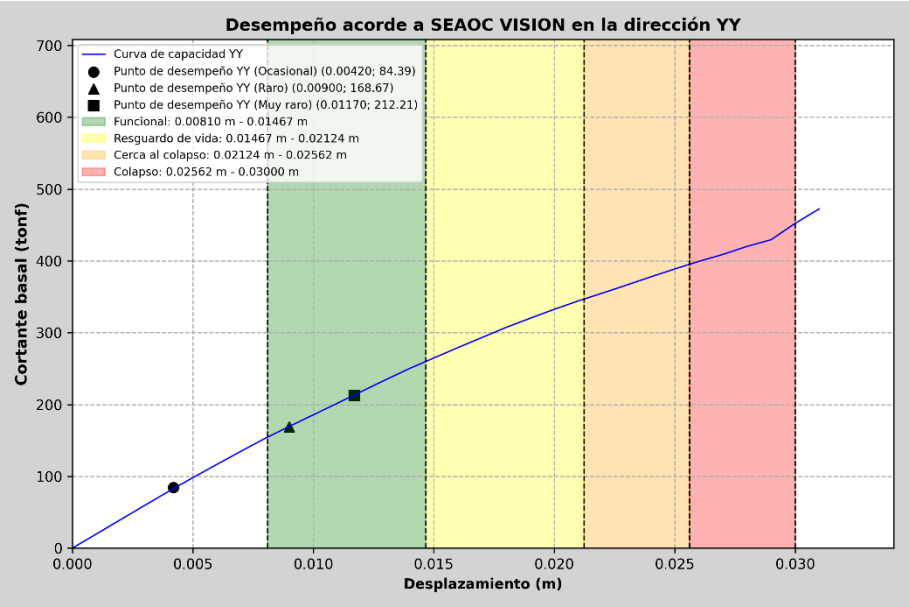


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de cerca al colapso y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de colapso.

Figura 230

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.7.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°22

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°22 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se

espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 365

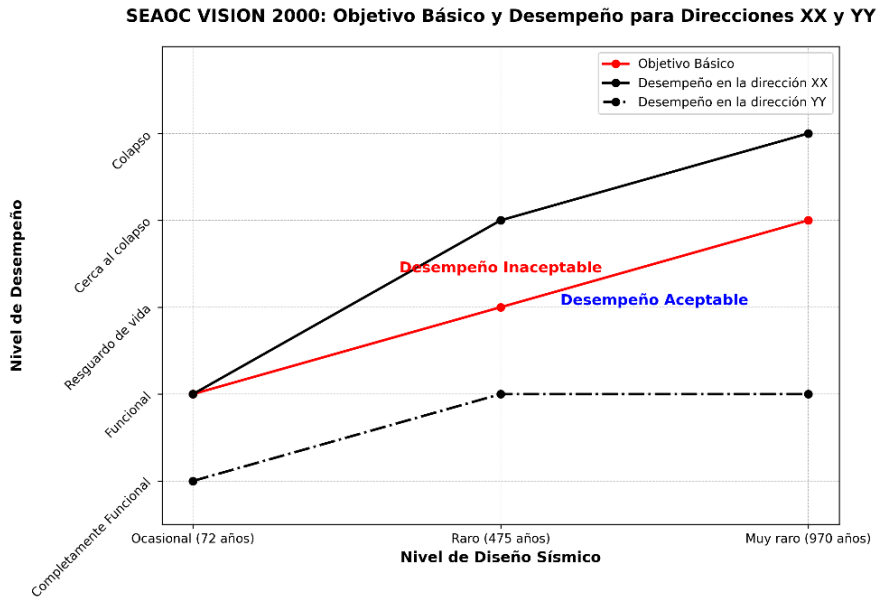
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°22

		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				
		Edificio Común	**Edificio Esencial**		**Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de “La ingeniería sismorresistente”. (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 231

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N°22



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 22 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.8. Análisis de la Vivienda Tipificada N°26

1.8.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°26

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios de almacén, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios, una sala y un comedor, el área techada total de la vivienda es de 135.36 m². La altura del primer nivel es de 2.70 m, del segundo nivel 2.60 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.25 x 0.50 m , vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del, eje 01-01, 02-02 del primer y segundo nivel. La azotea es libre sin parapetos. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 232

Fachada exterior de la vivienda N° 26

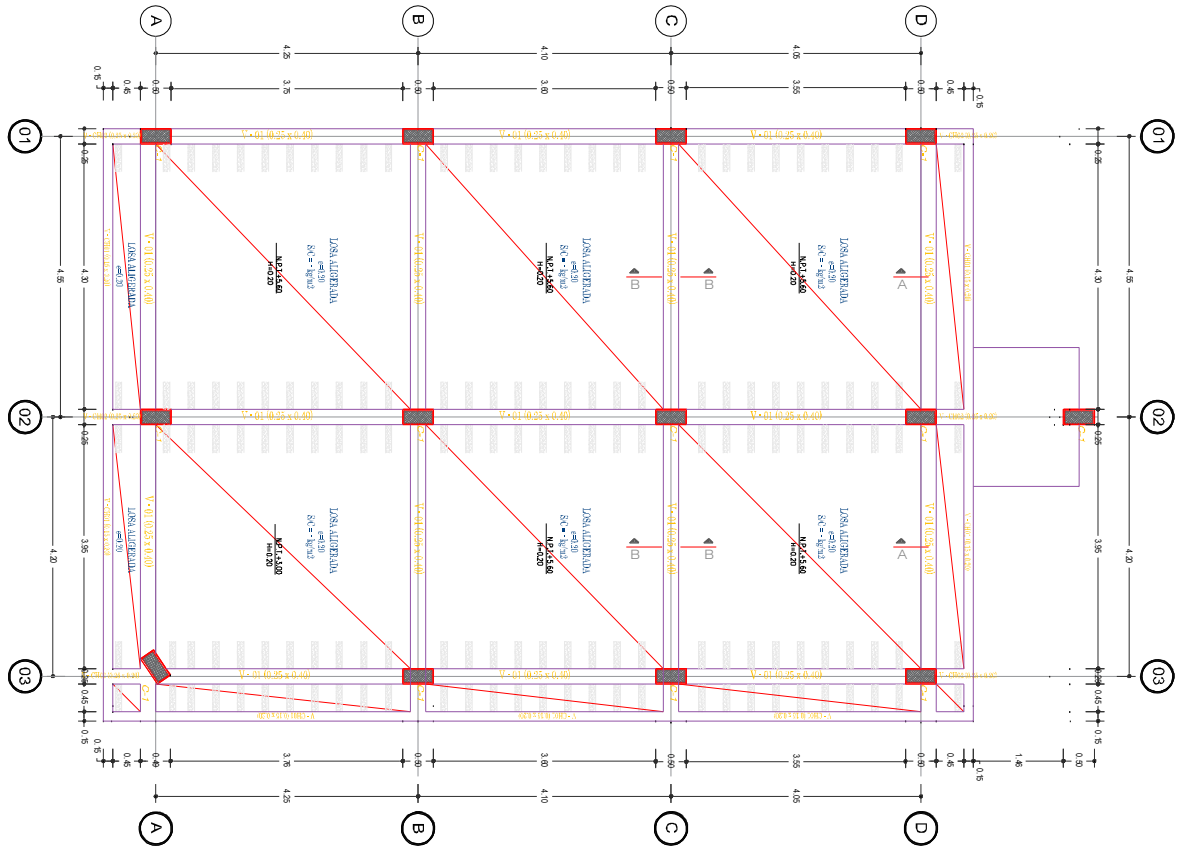


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°26*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 233

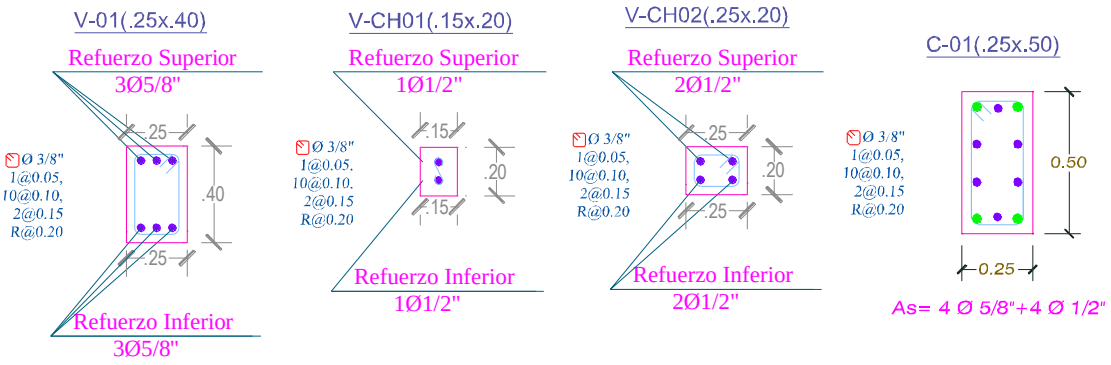
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N° 26



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 234

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N° 26

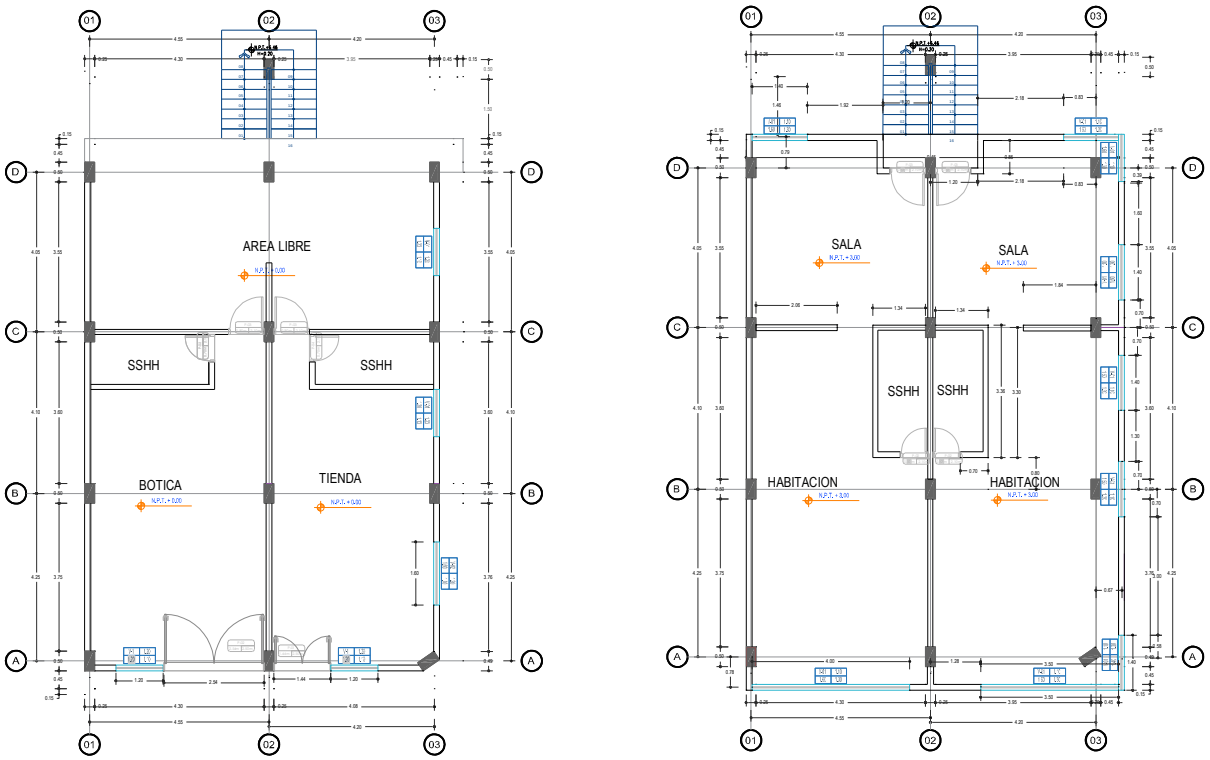


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 235

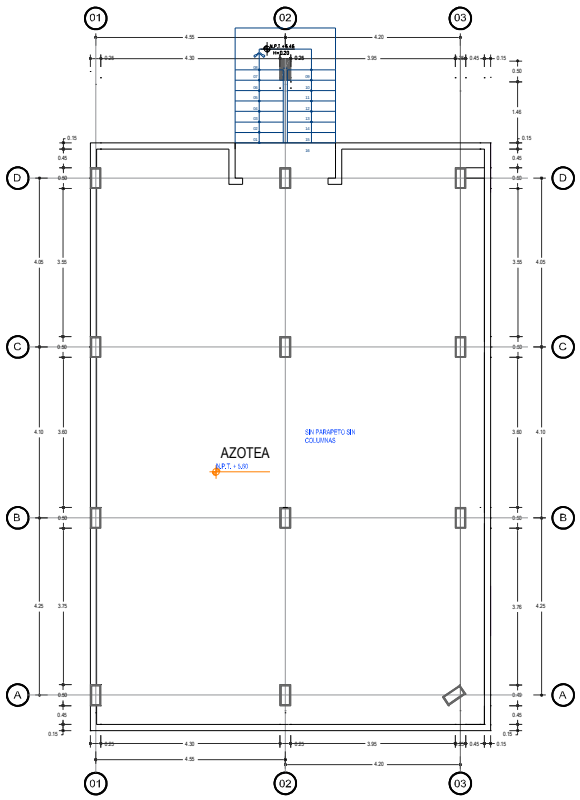
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N° 26



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 236

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N° 26



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado y una cobertura de techo autoportante de planchas de Aluzinc tipo arco apoyado sobre las columnas de concreto armado de la estructura.

1.8.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N°26

Tabla 366

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N° 26

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 185.00 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 204022.06 kgf/cm2

Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²
Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m³

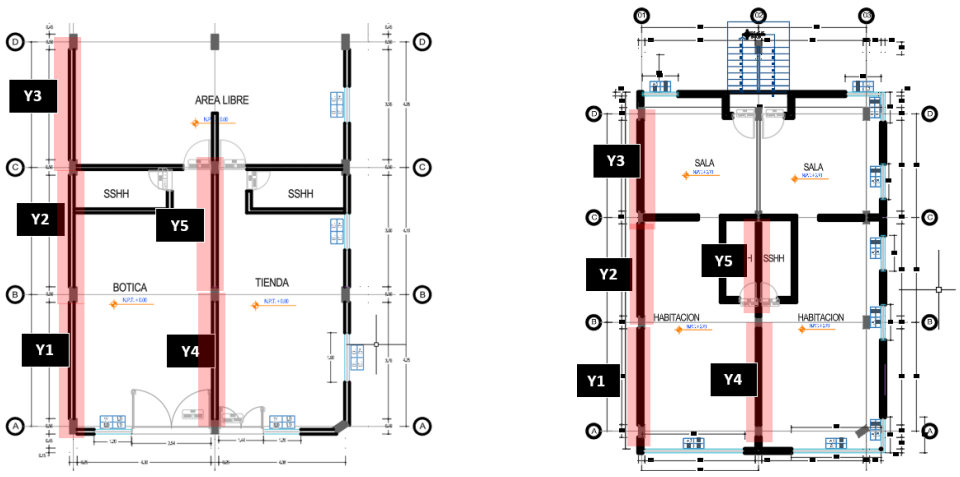
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.8.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N° 26.

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 237

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N° 26



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 367

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N° 26

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y4 1er Nivel	Muro Y1Y4 1er Nivel	Muro Y3 T1 1er Nivel	Muro Y1Y4 2do Nivel	Muro Y1Y4 2do Nivel	Muro Y3 T1 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	375.00	360.00	355.00	375.00	360.00	355.00
Altura de muro	H (cm)	270.00	270.00	270.00	260.00	260.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	462.09	450.00	446.01	456.32	444.07	440.03
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	30.94	30.13	29.86	30.55	29.73	29.46
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	115.52	112.50	111.50	114.08	111.02	110.01
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.8.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N° 26

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 08 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 368

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N° 26

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Salas	200.00
	SSHH	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 369

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N° 26

	Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 370

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N°26

Nivel	Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
			Cargas Distribuidas					
		Descripción	**Ancho**	**Largo**	**H (alto)**	**P.E.**	**Total**	
Losa 2do Nivel +2.70	Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.40	1350	533	Kg/m
		Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.40	2000		
	Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	488	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	Muro Y3 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	276	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	L= 3.55	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.40	1.06	1350		
	Muro Y2Y5 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	277	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	L= 3.60	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.44	1.06	1350		
	Muro Y1Y4 T2	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.20	1350	280	Kg/m
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.20	2000		
	L= 3.75	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	4.56	1.06	1350		
			Cargas Puntuales					
	Entre Eje B-C y 01-02-03	Muro en dirección de X-X de Dormitorio secundario y sala	0.12	0.70	2.40	1350	373	Kg
		Revoque de mortero de cemento en Muro de Dormitorio secundario y sala	0.03	0.70	2.40	2000		

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

1.8.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N° 26.

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 371

Peso sísmico efectivo de la vivienda N° 26

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
2	9.57	93.84
1	14.33	140.55
Total	**23.901**	**234.39**

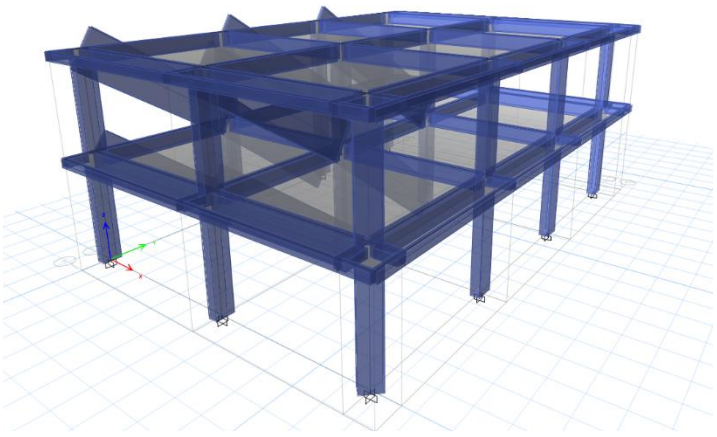
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.8.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N° 26.

El modelo numérico lineal fue desarrollado utilizando el software ETABS V21.0, siguiendo los mismos lineamientos aplicados en el modelado de los elementos estructurales de la vivienda N° 26.

Figura 238

Modelo tridimensional de la vivienda N° 26



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.8.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N°26 Mediante la Normativa E.030

1.8.6.1. Parámetros Sísmicos para la Vivienda N°26

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 372

Parámetros sísmicos para la vivienda N° 26

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

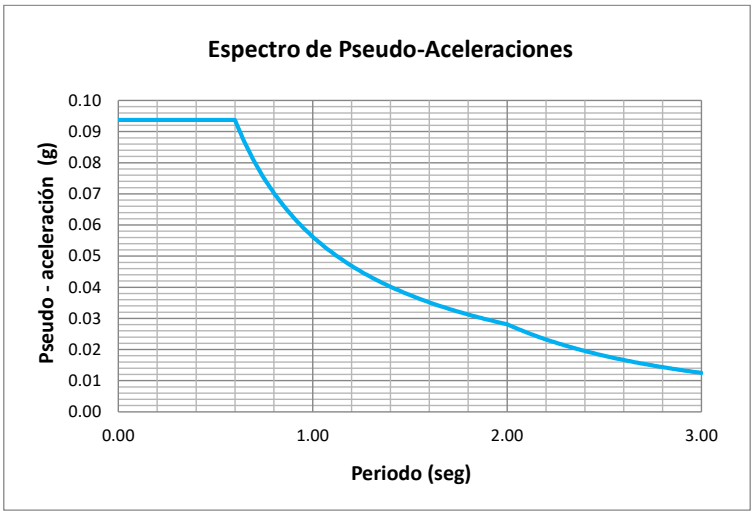
1.8.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N° 26

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°08. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 239

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 26



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X.

Tabla 373

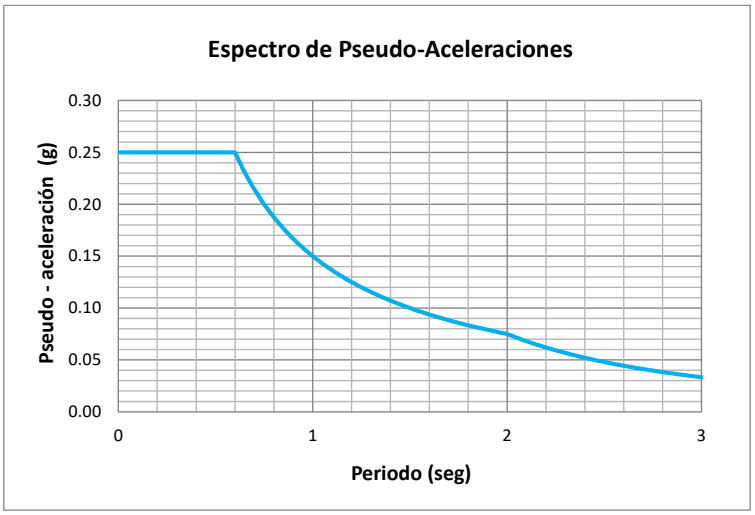
Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 26

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331
0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 240

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 26



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 374

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 26

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915
0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852
0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.8.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N°26

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 375

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 26

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.466	0.942	0.001	0.942	0.001
2	0.301	0.003	0.204	0.945	0.205
3	0.179	0.000	0.729	0.945	0.934
4	0.154	0.054	0.000	0.999	0.934
5	0.098	0.001	0.019	1.000	0.953
6	0.064	0.000	0.047	1.000	1.000

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.383 seg y en la dirección YY es de 0.188 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.8.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N°26

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 376

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N° 26

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	10.88	0.0062	1760.5	1232.3	1408.4	-	-
1	20.76	0.0039	5371.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 377

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N° 26

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
2	23.94	0.0026	9049.5	6334.6	7239.6	-	-
1	44.91	0.0015	29068.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 378

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N° 26

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 379

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N° 26

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	10.88	0.0062	1760.5	1056.3	1232.3	-	-
1	20.76	0.0039	5371.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 380

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N° 26

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
2	23.94	0.0026	9049.5	5429.7	6334.6	-	-
1	44.91	0.0015	29068.3	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 381

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N° 26

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 382

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N° 26

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
2	9.57	93.84	-	-	0.67	REGULAR
1	14.33	140.55	1.50	REGULAR	-	-
Total	**23.901**	**234.39**			**Ia**	**1**

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 383

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N°26

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 384

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N° 26

NO	**hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X**	**Iax**	**1**
NO	**hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y**	**Iay**	**1**

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 385

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N° 26

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 386

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N° 26

Factor de irregularidad en altura - dirección X	Iax	1
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	Iay	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.8.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N°26

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 387

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N°26

Piso	DIRECCION X		DIRECCION Y	
	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx	Distorsión Corregida	Verif 50% Drift Máx
2	0.0060	SI REQ VERIF	0.0018	NO REQ VERIF
1	0.0087	SI REQ VERIF	0.0019	NO REQ VERIF

Nota. La estructura requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 388

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N°08

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
2	0.0069	0.0065	1.060	REGULAR
1	0.0043	0.0040	1.076	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 389

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N°26

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0044	0.0035	1.253	REGULAR
1	0.0025	0.0020	1.242	REGULAR
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 390

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N° 26

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
2	0.0044	0.0035	1.253	REGULAR
1	0.0025	0.0020	1.242	REGULAR
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 391

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N° 26

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. No existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 392

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N° 26

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 393

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N° 26

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 394

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N°26

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas. Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 395

Factores de irregularidad de la vivienda N° 26

Factores de irregularidad en altura	**Iax**	**1**
	Iay	**1**
Factores de irregularidad en planta	**Ipx**	**1**
	Ipy	**1**

Tabla 396

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 26

Clasificación de la estructura	**Dirección X**	**REGULAR**
	Dirección Y	**REGULAR**

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = R_0 * I_a * I_p$$

Tabla 397

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N° 26

ITEM		Dirección X		Dirección Y
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**8.00**	**Ry**	**3.00**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción no disminuyen debido a la inexistencia de irregularidad en planta y altura en la estructura

1.8.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°26

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 398

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	8.0	0.75	6.00
Y	0.005	3.00	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 399

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
2	0.00099	0.0060	BIEN	0.000790	0.0018	BIEN
1	0.00145	0.0087	MAL	0.000838	0.0019	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 400

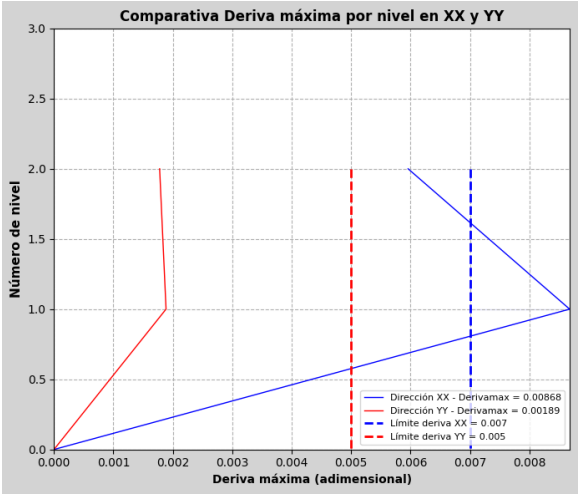
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

Piso	Altura de Piso cm		Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
2	250		1.49	0.44	3.83	0.95
1	270		2.34	0.51	2.34	0.51
		S	**3.83**	**0.95**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 241

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 26



Nota. Elaboración propia

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.8.6.7. Fuerza Cortante Mínima En la Vivienda N°26

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 401

Fuerza cortante estática de la vivienda N° 26

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	T_P =	0.6 s
	T_L =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	8.00
	Ry =	3.00
Periodo fundamental	Tx =	0.456 s
	Ty =	0.140 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	234.39 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	21.97 tonf
	Vy =	58.60 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.3125**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**0.8333**	**BIEN**

Tabla 402

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 26

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	21.97	80%	17.58	20.76	BIEN	No requiere
Y	58.60	80%	46.88	44.91	AMPLIFICAR	10.24

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de la fuerza cortante basal actuante en la dirección YY proveniente del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 403

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N°26

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	21.97	80%	17.58	19.98	BIEN	No requiere
Y	58.60	80%	46.88	46.90	BIEN	10.24

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.8.6.8. Verificación de Fuerzas de compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N° 26

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique.

Tabla 404

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N° 26

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y1 T2	DERIVA X-X	Max	0.3645	30.55	CUMPLE
Story2	D2	Y4 T2	DERIVA X-X	Max	0.4372	30.55	CUMPLE
Story2	D3	Y2 T2	DERIVA X-X	Max	0.3685	29.73	CUMPLE
Story2	D4	Y5 T2	DERIVA X-X	Max	0.4171	29.73	CUMPLE
Story2	D5	Y3 T2	DERIVA X-X	Max	0.3445	29.46	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DERIVA X-X	Max	0.7235	30.94	CUMPLE
Story1	D2	Y4 T1	DERIVA X-X	Max	0.7654	30.94	CUMPLE
Story1	D3	Y2 T1	DERIVA X-X	Max	0.7225	30.13	CUMPLE
Story1	D4	Y5 T1	DERIVA X-X	Max	0.7658	30.13	CUMPLE
Story1	D5	Y3 T1	DERIVA X-X	Max	0.7146	29.86	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 405

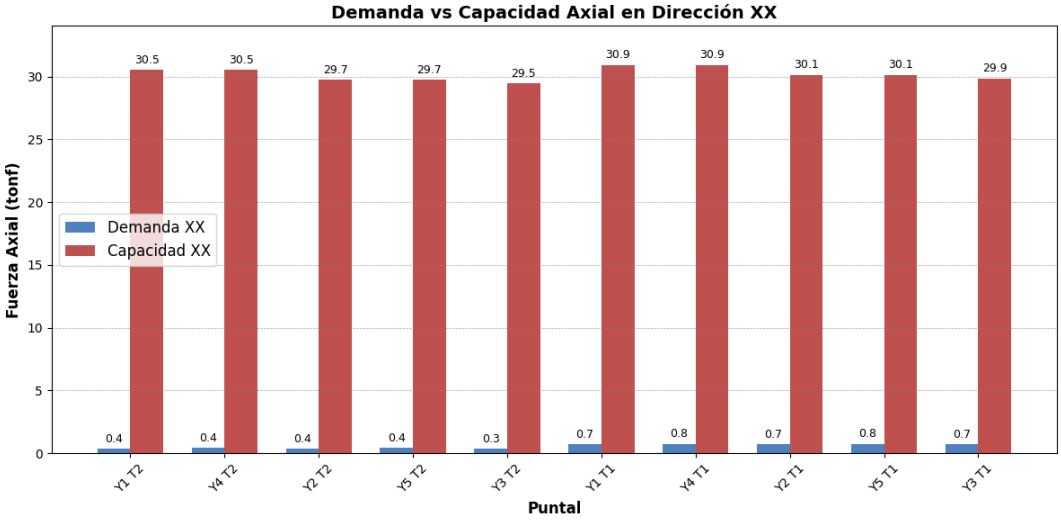
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda Nº 26

Story	Brace	Nomenclatura	Output Case	Step Type	P tonf	Resistencia a Tracción Diagonal del muro	¿CUMPLE?
Story2	D1	Y1 T2	DERIVA X-X	Max	5.5319	30.55	CUMPLE
Story2	D2	Y4 T2	DERIVA X-X	Max	5.1647	30.55	CUMPLE
Story2	D3	Y2 T2	DERIVA X-X	Max	5.6019	29.73	CUMPLE
Story2	D4	Y5 T2	DERIVA X-X	Max	5.0434	29.73	CUMPLE
Story2	D5	Y3 T2	DERIVA X-X	Max	5.268	29.46	CUMPLE
Story1	D1	Y1 T1	DERIVA X-X	Max	8.4095	30.94	CUMPLE
Story1	D2	Y4 T1	DERIVA X-X	Max	6.7203	30.94	CUMPLE
Story1	D3	Y2 T1	DERIVA X-X	Max	8.4798	30.13	CUMPLE
Story1	D4	Y5 T1	DERIVA X-X	Max	6.8215	30.13	CUMPLE
Story1	D5	Y3 T1	DERIVA X-X	Max	8.4262	29.86	CUMPLE

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 242

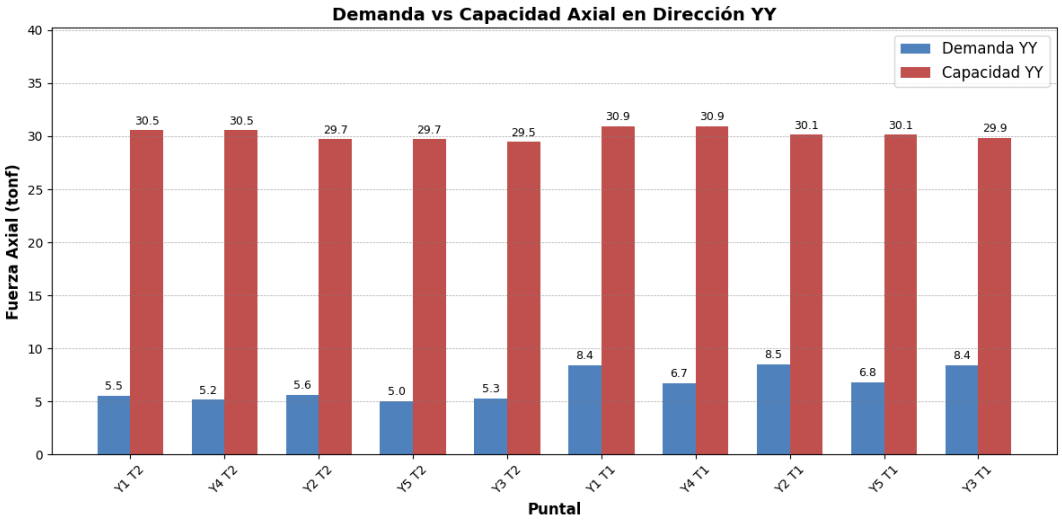
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 243

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY.



Nota. Elaboración Propia.

1.8.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N° 26

1.8.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

1.8.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 406

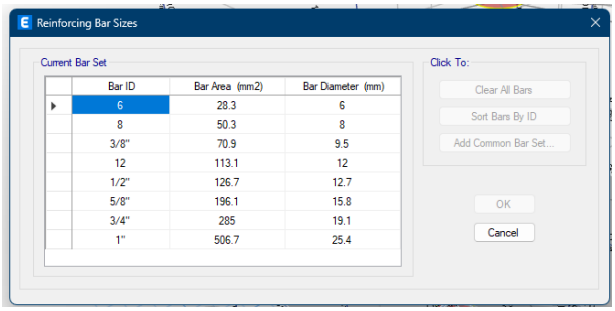
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 244

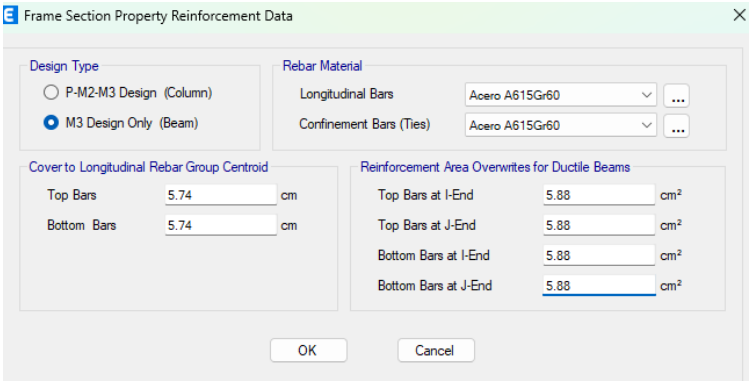
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 245

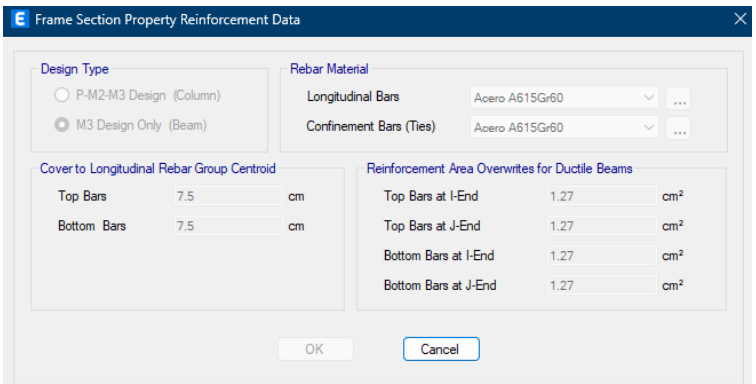
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N°26



Nota. **Asignación de acero estructural en Software Etabs.**

Figura 246

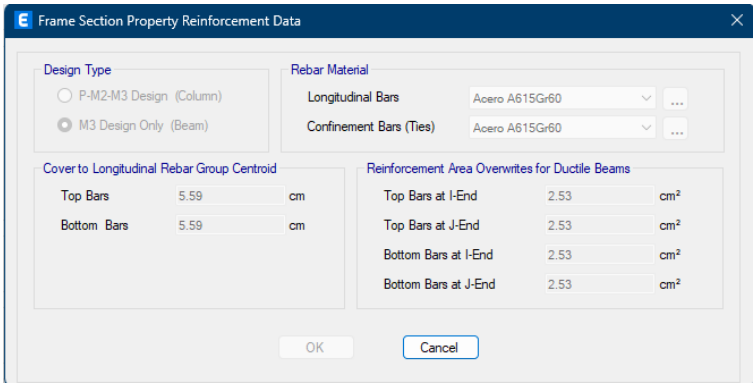
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N° 26



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 247

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N° 26

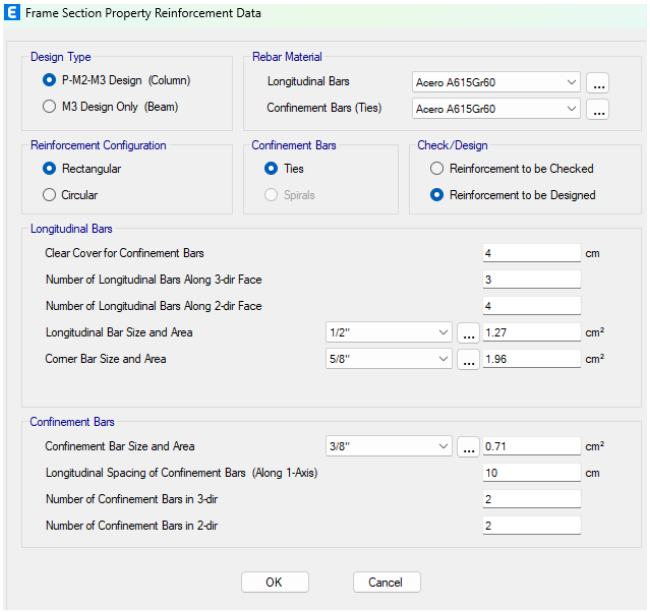


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.8.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 248

Asignación de área de acero en Columna de 0.25x0.50 de Vivienda N°26

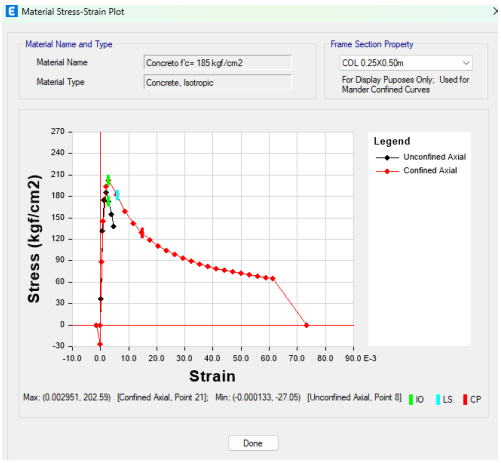


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.8.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 249

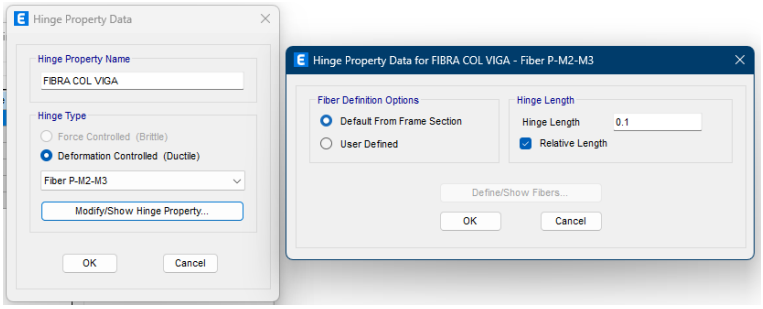
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 250

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N° 26



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.8.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 407

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N°26

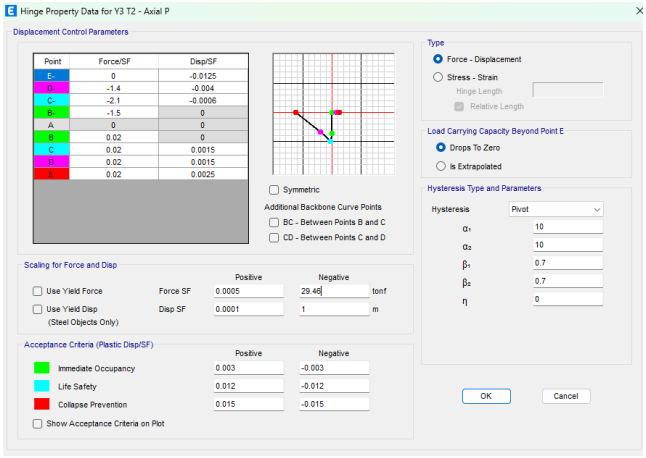
Propiedades de Albañilería	**Muro de**	**Muro Y1Y4 1er Nivel**	**Muro Y1Y4 1er Nivel**	**Muro Y3 T1 1er Nivel**	**Muro Y1Y4 2do Nivel**	**Muro Y1Y4 2do Nivel**	**Muro Y3 T1 2do Nivel**
Longitud de muro	L (cm)	375.00	360.00	355.00	375.00	360.00	355.00
Altura de muro	H (cm)	270.00	270.00	270.00	260.00	260.00	260.00
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	462.09	450.00	446.01	456.32	444.07	440.03
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	30.94	30.13	29.86	30.55	29.73	29.46
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	115.52	112.50	111.50	114.08	111.02	110.01
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 251

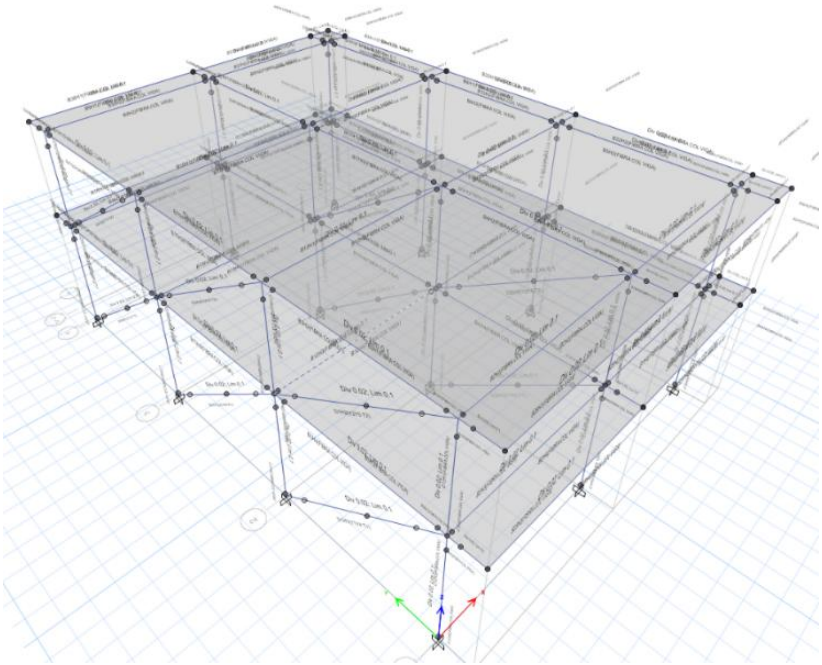
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°26



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 252

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N° 26

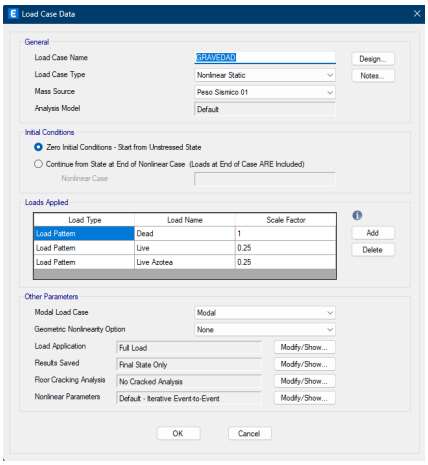


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.8.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

Figura 253

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N° 26

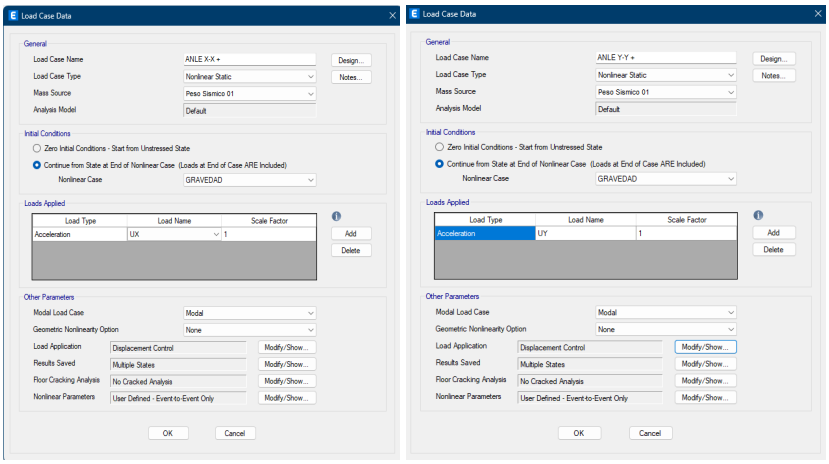


Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.° 26, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.075 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.075 m. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “5”.

Figura 254

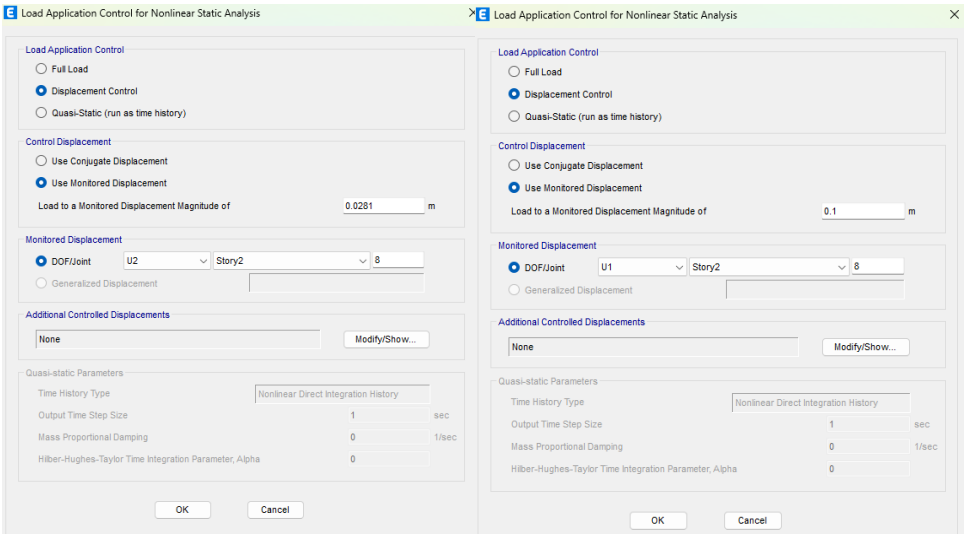
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N° 26



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 255

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N° 26



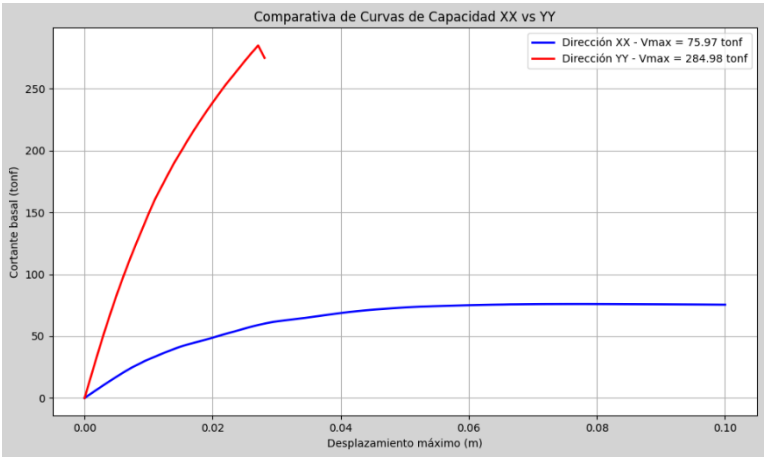
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.8.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 256

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N° 26



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

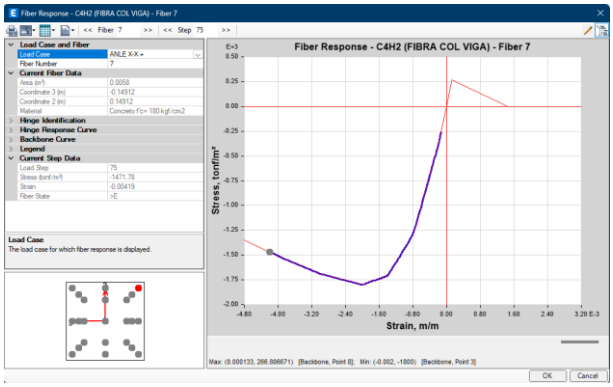
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un

valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 257

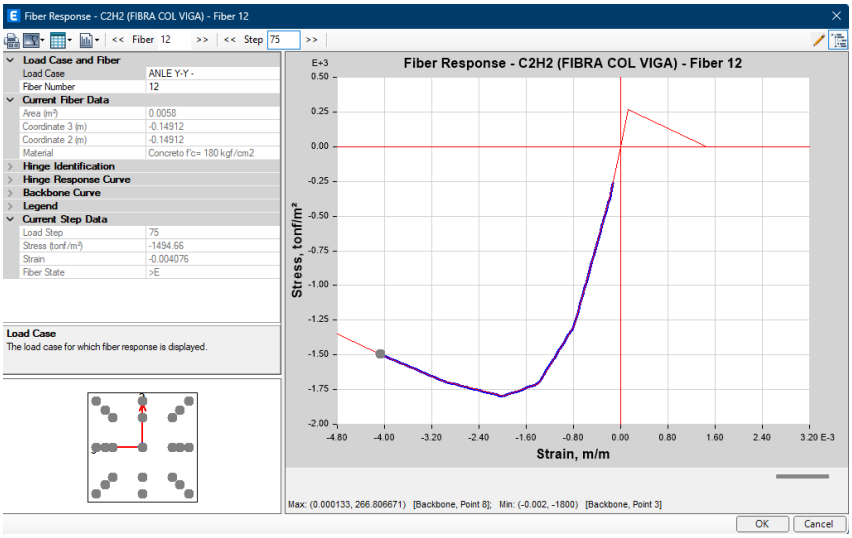
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N° 26



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 258

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N° 26



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.8.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 26

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}}$$

Tabla 408

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N° 26

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.093	te(seg)	0.527
ke(tonf/m)	2852.976	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	3548.239	Vy (tonf)	65.944
ti(seg)	0.473	W(tonf)	234.390

c2	1.024	cm	1.000
delta(cm)	8.711	ustrg	3.332

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 5.526 cm.

Tabla 409

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N° 26

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.084	te(seg)	0.514
ke(tonf/m)	3000.066	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	3548.239	Vy (tonf)	58.688
ti(seg)	0.473	W(tonf)	234.390
c2	1.019	cm	1.000
delta(cm)	6.534	ustrg	2.995

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 4.167 cm.

Tabla 410

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N° 26

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.078	te(seg)	0.481
ke(tonf/m)	3426.307	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	3548.239	Vy (tonf)	33.381
ti(seg)	0.473	W(tonf)	234.390
c2	1.014	cm	1.000
delta(cm)	2.834	ustrg	2.633

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.866 cm.

Tabla 411

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N°26

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.399	te(seg)	0.182
ke(tonf/m)	17207.812	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	17553.239	Vy (tonf)	100.416
ti(seg)	0.180	W(tonf)	234.390
c2	1.053	cm	1.000
delta(cm)	1.362	ustrg	2.188

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 3.095 cm.

Tabla 412

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N°26

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.409	te(seg)	0.181
ke(tonf/m)	17375.576	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	17553.239	Vy (tonf)	79.680
ti(seg)	0.180	W(tonf)	234.390
c2	1.056	cm	1.000
delta(cm)	1.089	ustrg	2.206

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 2.294 cm.

Tabla 413

Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N°26

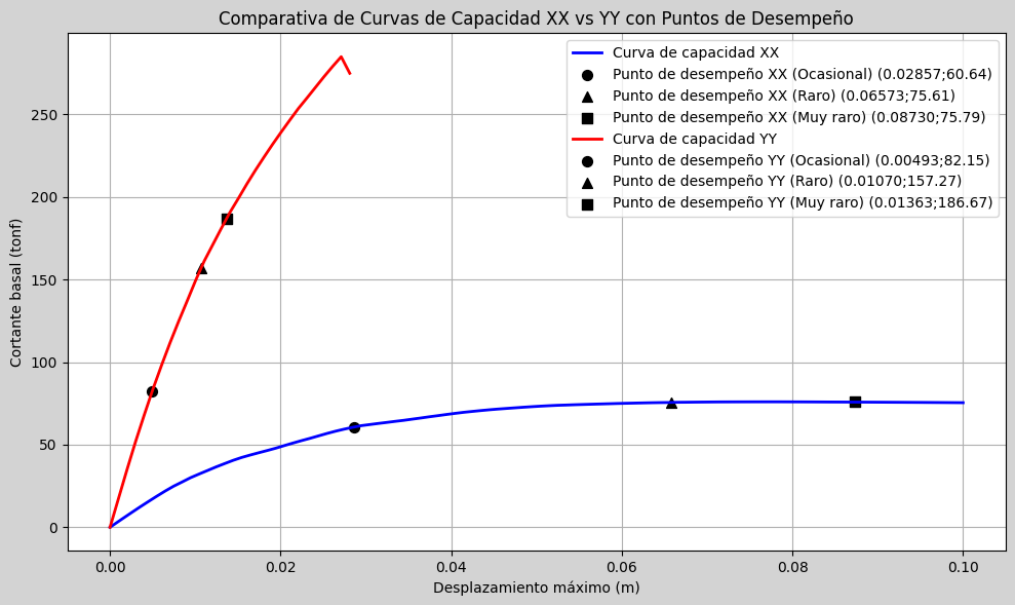
Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.316	te(seg)	0.180
ke(tonf/m)	17553.239	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	17553.239	Vy (tonf)	45.727
ti(seg)	0.180	W(tonf)	234.390

c2	1.033	cm	1.000
delta(cm)	0.493	ustrg	1.922

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 1.070 cm.

Figura 259

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 26



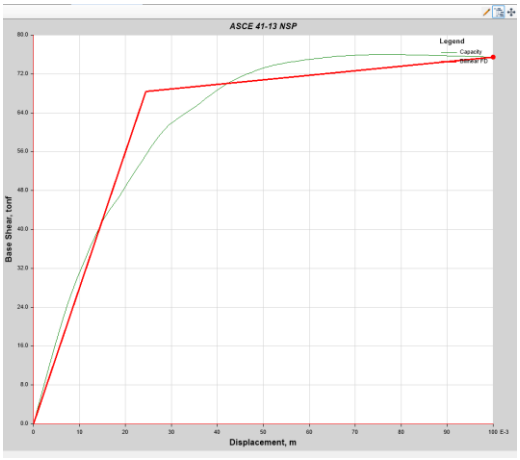
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.8.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°26

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 260

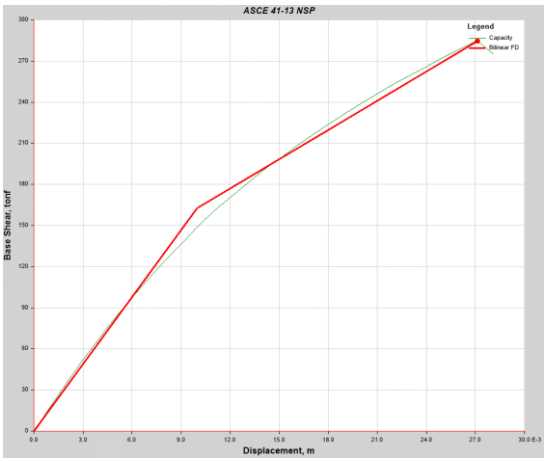
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N° 26



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.85cm.

Figura 261

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N° 26



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.75cm.

Tabla 414

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N° 26

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	2.44
Funcional	IO	4.71
Resguardo de vida	LS	6.98

Cerca al colapso	CP	8.49
Colapso	COLAPSO	10.00

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 415

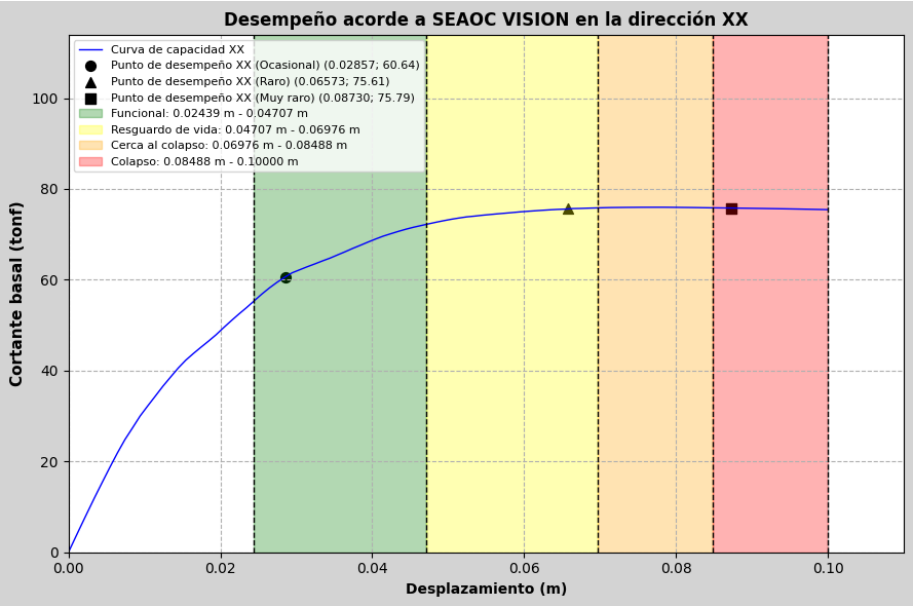
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 26

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.00
Funcional	IO	1.51
Resguardo de vida	LS	2.03
Cerca al colapso	CP	2.37
Colapso	COLAPSO	2.71

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 262

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 26

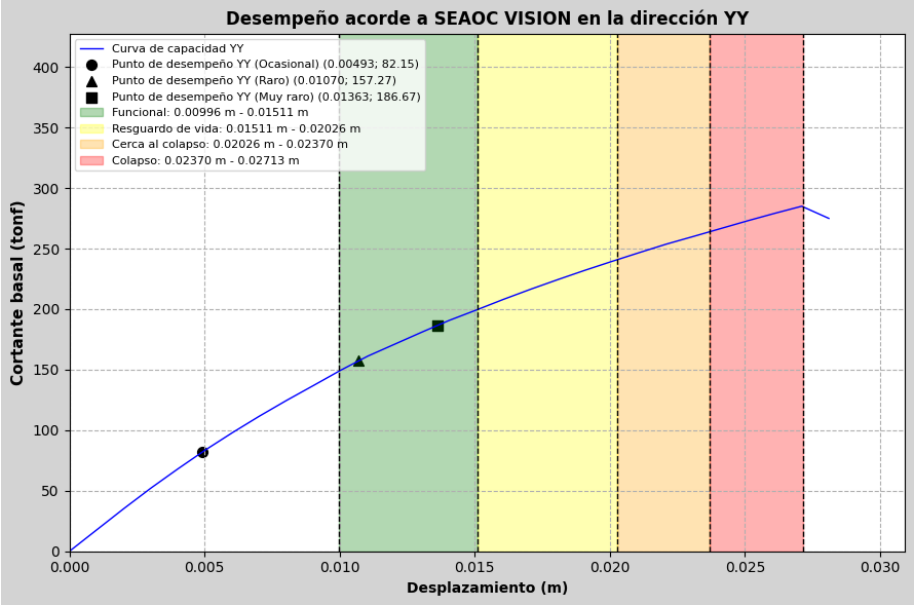


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 263

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 26



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.8.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N° 26

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°08 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 416

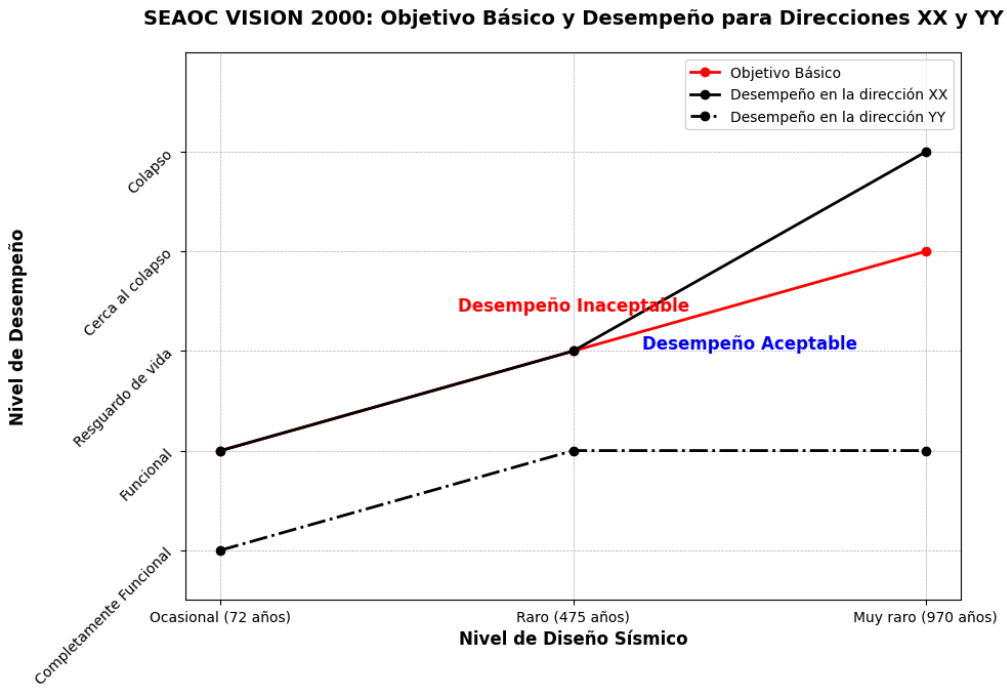
Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N° 26

		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				
		Edificio Común	**Edificio Esencial**		**Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 264

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 26



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección

X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.

1.9. Análisis de la Vivienda Tipificada N°27

1.9.1. Descripción de la Estructura de la Vivienda N°27

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características geométricas, estructurales y arquitectónicas: está conformada por dos niveles y una azotea con cubierta de estructura metálica apoyada sobre columnas de concreto armado. El primer nivel consta de dos espacios de almacén, mientras que el segundo nivel incluye dos dormitorios, una sala y un comedor, el área techada total de la vivienda es de 95.77 m^2. La altura del primer nivel es de 2.75 m, del segundo nivel 2.75 m y la altura de la azotea es de 2.50 m. En el eje longitudinal X-X, la edificación presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, compuesto por columnas rectangulares de 0.35 x 0.35 m, vigas rectangulares peraltadas de 0.25 x 0.40 m, vigas chatas de 0.25 x 0.20 m. En el eje transversal Y-Y, presenta un sistema estructural combinado de pórticos de concreto armado y muros albañilería, compuesto por las columnas rectangulares y chatas mencionados anteriormente y muros de albañilería con un espesor efectivo de 12cm a lo largo del, eje 03-03 del primer y segundo nivel respectivamente, en el eje 02 – 02 del primer nivel y en el eje 02 – 02 contenido en el tramo A - B. La azotea está conformada por parapetos de 1.20 m de altura confinados con columnas rectangulares de concreto armado de 0.35 x 0.35 m, a su vez sobre estas columnas se encuentra apoyado la estructura de la cobertura metálica. Además, la estructura presenta losa aligerada armada en la dirección X-X con un espesor de 0.20 m. Arquitectónicamente la vivienda presenta ventanas de 1.20m de alfeizar en el primer nivel y de 1.10m de alfeizar en el segundo nivel con espesores efectivos de 0.12 m.

La estructura se encuentra apoyada en un suelo intermedio S2.

Adicionalmente, en la sección de Anexos II y III se presentan detalladamente los planos estructurales y arquitectónicos correspondientes a la vivienda.

Figura 265

Fachada exterior de la vivienda N° 27

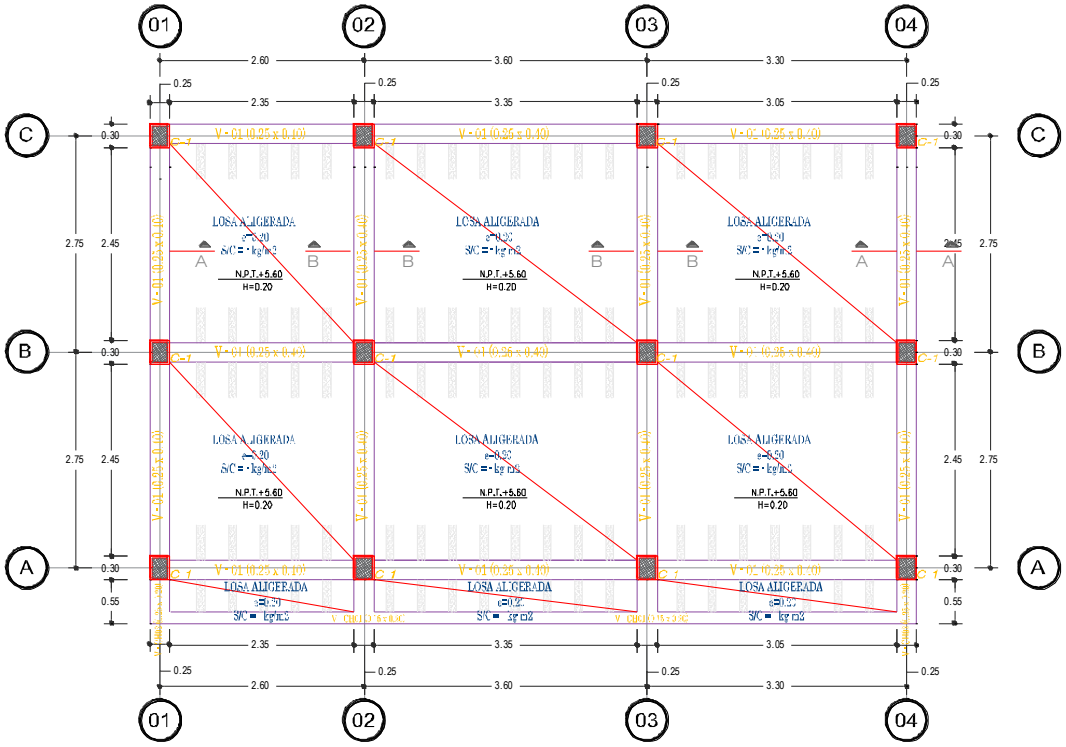


Nota. En la imagen se muestra la fachada exterior de la vivienda tipificada *N°08*.

En la siguiente figura se muestra el encofrado de la losa aligera típica del primer y segundo nivel de la vivienda.

Figura 266

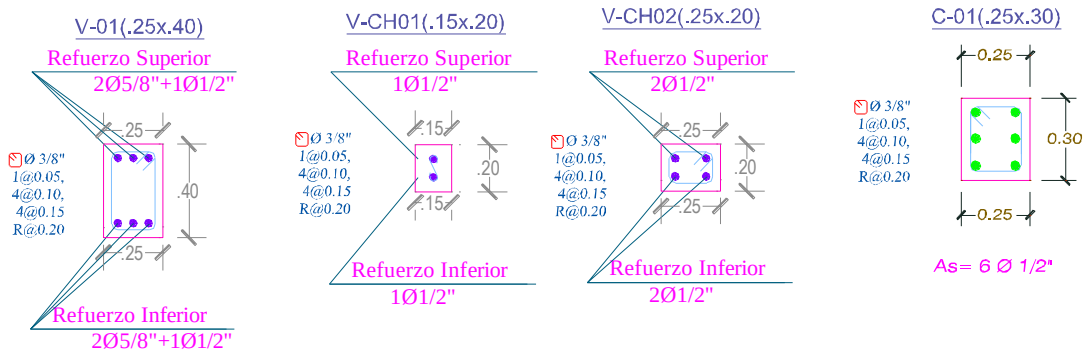
Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo nivel de la vivienda N° 27



Nota. En la imagen se muestra los elementos estructurales que conforman la estructura.

Figura 267

Columnas y vigas de concreto armado correspondientes a la vivienda N° 27

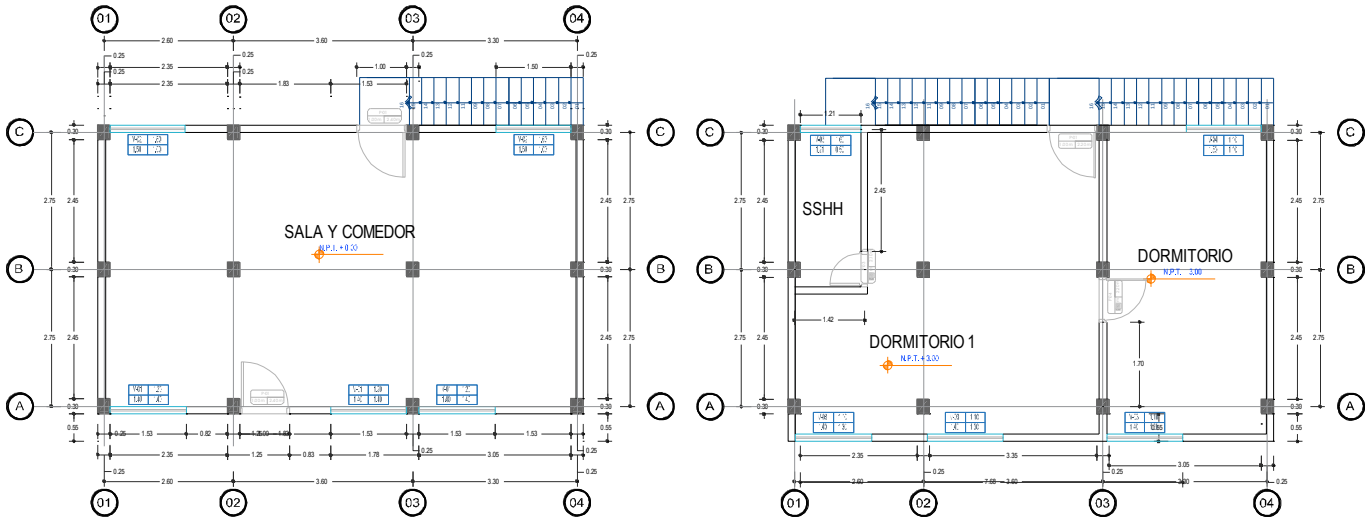


Nota 01: En la imagen se muestra el detalle de los elementos estructurales de acorde al trabajo en campo realizado y a las encuestas aplicadas al maestro de obra quien ejecuto la vivienda.

Nota 02: El recubrimiento de los elementos estructurales es de 4cm.

Figura 268

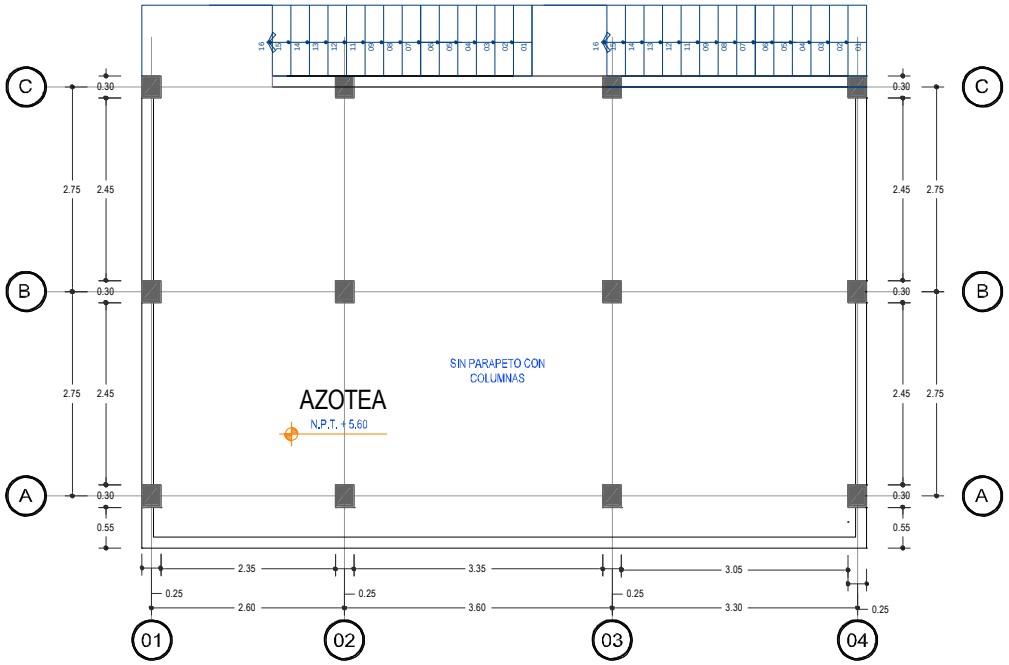
Planimetría general del primer y segundo nivel de la vivienda N°27



Nota. En la imagen se evidencia que existe un sistema estructural combinado de pórticos y muros de albañilería en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 269

Planimetría general de la azotea y cobertura metálica de la vivienda N 27



Nota. En la imagen se evidencia que en la azotea de la vivienda se presenta parapetos de 1.20 m de altura, confinados en las columnas de concreto armado y una cobertura de techo autoportante de planchas de Aluzinc tipo arco apoyado sobre las columnas de concreto armado de la estructura.

1.9.2. Propiedades Mecánicas de los Materiales en la Vivienda N° 27

Tabla 417

Propiedades mecánicas de los materiales en la vivienda N° 27

Material	Propiedades
Concreto Armado	▪ Resistencia a compresión axial característica f´c = 185.00 kgf/cm² ▪ Peso unitario = 2400 kgf/m³ ▪ Módulo de elasticidad $\mathbf{E} = \mathbf{15000} * \sqrt{f'c}$ = 204022.06 kgf/cm2
Albañilería	▪ Resistencia a la compresión axial f'm = 43.08 kgf/cm² ▪ Peso unitario de unidades de albañilería cocida huecas = 1350 kgf/cm² ▪ Módulo de Elasticidad E_m = 20185.11 kgf/cm²

Acero de Refuerzo	▪ Esfuerzo de Fluencia fy = 4200 kg/ cm² ▪ Módulo de elasticidad = 2000000 kg/ cm²
Mortero de Cemento	▪ Peso unitario = 2000 kgf/m³
Yeso	▪ Peso unitario = 1000 kgf/m³

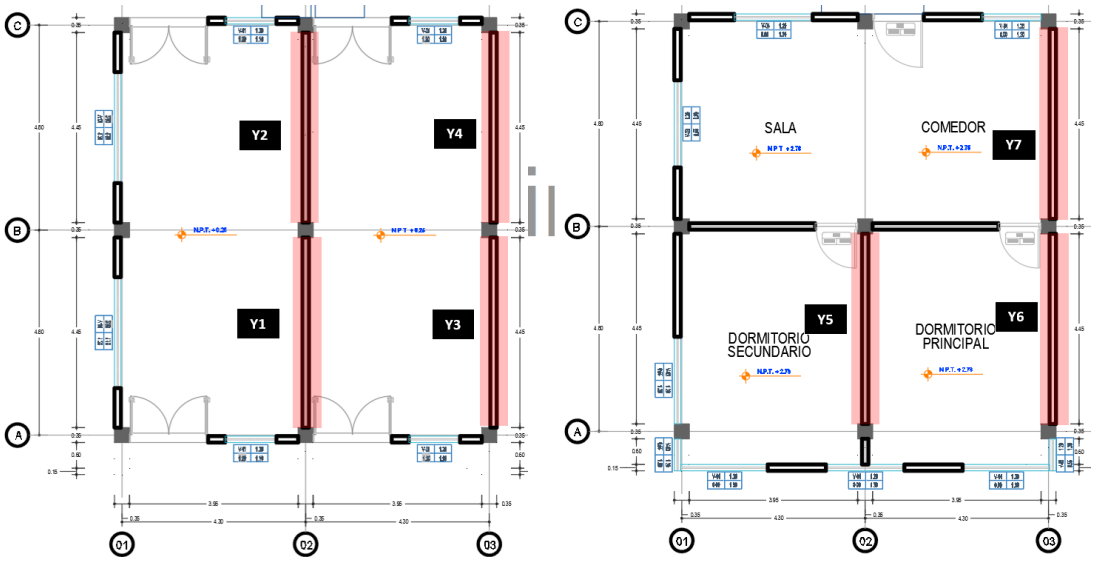
Nota. Propiedades lineales de los materiales obtenidos mediante ensayos en campo, laboratorio y de acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones 2024.

1.9.2.1. Propiedades Lineales de los Muros de Albañilería de la Vivienda N° 27

Propiedades lineales a considerar para la representación de los muros de albañilería mediante puntales, de acorde a la norma peruana de albañilería E.070. Para la representación de las propiedades lineales de los muros de albañilería de la vivienda se creó una nomenclatura para cada muro respectivamente.

Figura 270

Nomenclatura de muros de albañilería de la vivienda N° 27



Nota. Nomenclatura de muros de albañilería del primer y segundo nivel de la vivienda respectivamente.

Tabla 418

Propiedades lineales de muros de albañilería de la vivienda N°27

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3Y4 1er Nivel	Muro Y5Y6Y7 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	445	445
Altura de muro	H (cm)	276	275
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	523.64	523.12
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	35.057	35.022
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	130.911	130.779
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda.

1.9.3. Cargas a Considerar en el Análisis de la Vivienda N° 27

Las cargas permanentes (muertas) y vivas consideradas en la estructura de la vivienda N.º 08 han sido determinadas conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana de cargas (E.020, 2006).

Tabla 419

Cargas vivas a considerar en el modelo de la vivienda N° 27

Nivel de Losa	Ocupación o uso	Cargas (Kgf/m2)
Losa 01 - Segundo Nivel	Dormitorios	200.00
	Sala y Comedor	200.00
Losa 02 - Azotea	Azotea	150.00

Nota. Las cargas vivas se determinaron conforme a la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006), en función del uso específico de cada ambiente de la vivienda.

Tabla 420

Cargas muertas de losas aligeradas por nivel de la vivienda N° 27

	Descripción	Peso específico kgf/m²	Carga muerta Total, kgf/m²
Losa 01 - Segundo Nivel	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	
Losa 02 - Azotea	Peso propio	300.00	480.00
	Peso de Enlucido con yeso en cielo raso e=3cm	30.00	
	Peso de falso piso con concreto simple e=5cm	115.00	
	Peso de losetas de cerámico inc. mortero de pegamento e=1cm	35.00	

Nota. Las cargas muertas consideradas en las losas aligeradas fueron determinadas en función de los pesos unitarios de los materiales y del espesor de la losa, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

Tabla 421

Cargas muertas de muros de albañilería sobre losa del segundo nivel de la vivienda N° 27

Tramo	Detalle	Carga Permanente (Wd)					
		Cargas Distribuidas					
	Descripción	Ancho	Largo	H (alto)	P.E.	Tot	
Varios	Muro Alfeizar Tipo I de bloquer de arcilla	0.12		1.10	1350	244	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro Alfeizar	0.03		1.10	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de losa	0.12		2.55	1350	566	Kg/m
	Revoque de mortero de cemento en Muro de bloquer de arcilla Hasta fondo de losa	0.03		2.55	2000		
Varios	Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.35	1350	522	Kg/m

		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.35	2000			
Muro Y5Y6Y7 T2		Muro de bloquer de arcilla hasta fondo de Viga	0.12		2.35	1350			
		Revoque de mortero en Muro hasta fondo de Viga	0.03		2.35	2000	272	Kg/m	
L =	4.5	Dscto. De Peso de Puntal asignado en Etabs	-0.12	5.23	1.31	1350			

Nota. Las cargas muertas correspondientes a los muros de albañilería de ladrillo cocido hueco fueron determinadas considerando su peso unitario especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 – Cargas (2006).

1.9.4. Peso Sísmico Efectivo de la Vivienda N° 27

El peso sísmico efectivo de la estructura se consideró de acuerdo a la norma (E.030, 2019), para la vivienda en análisis se consideró el 100% de la carga muerta más el 25% de carga viva del primer entrepiso y el 25% de la carga viva de la azotea.

Tabla 422

Peso sísmico efectivo de la vivienda N° 27

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)
3	0.41	4.06
2	7.87	77.20
1	9.09	89.10
Total	**17.371**	**170.35**

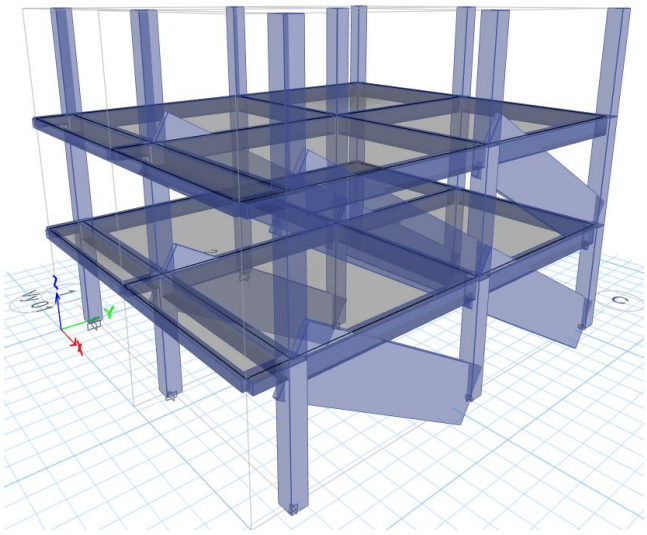
Nota. Las cargas puntuales de la cobertura metálica se determinaron considerando el peso unitario de los materiales que lo conforman.

1.9.5. Modelo Lineal Numérico de la Vivienda N° 27

El modelo numérico lineal fue desarrollado utilizando el software ETABS V21.0, siguiendo los mismos lineamientos aplicados en el modelado de los elementos estructurales de la vivienda N° 27.

Figura 271

Modelo tridimensional de la vivienda N° 27



Nota. Modelo lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.9.6. Análisis Sísmico de la Vivienda N° 27 Mediante la Normativa E.030

1.9.6.1. Parámetros Sísmicos para la Vivienda N° 27

El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019).

Tabla 423

Parámetros sísmicos para la vivienda N° 27

Factor de Zona	Zona	2	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría	C	U =	1
Parámetros de Sitio	S2	Suelos Intermedios	S =	1.2
			TP =	0.6 s
			TL =	2 s
Factor de Reducción	Dirección X	Sistema de Pórticos	Rx =	8.00
	Dirección Y	Sistema de Muros	Ry =	3.00

Nota. Se consideró un coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica de Rx=8.00, para la dirección X-X, correspondiente a pórticos de concreto armado y Ry=3.00 para la dirección Y-Y, correspondiente a muros de albañilería armada o confinada, dado que en esta última dirección predominan los muros de albañilería adosados a los pórticos.

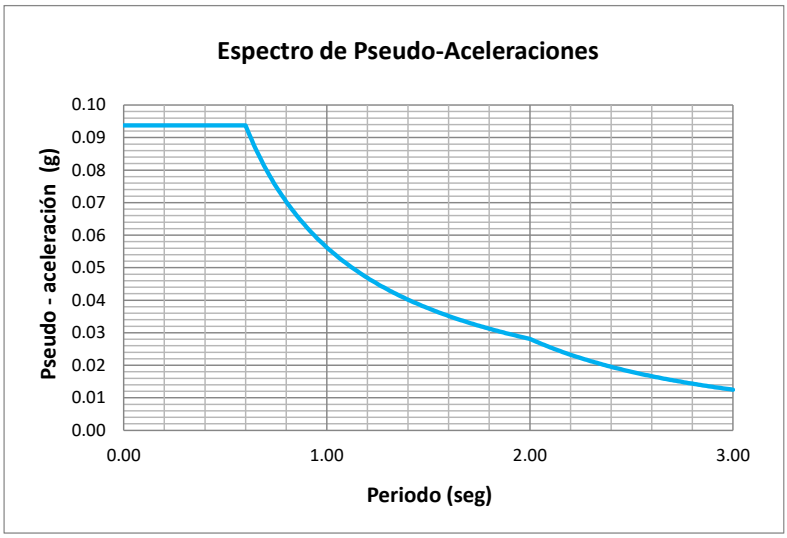
1.9.6.2. Espectro de Seudo Aceleraciones para la Vivienda N° 27

Para determinar el espectro de pseudo aceleraciones se usa los parámetros sísmicos definidos anteriormente para la vivienda N°08. Debido a que la vivienda presenta dos sistemas estructurales, se tendrá dos espectros para ambas direcciones. Los valores de pseudo aceleraciones se determinó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z * U * S * C}{R} * g$$

Figura 272

Espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 27



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección X-X

Tabla 424

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección X-X, para la vivienda N° 27

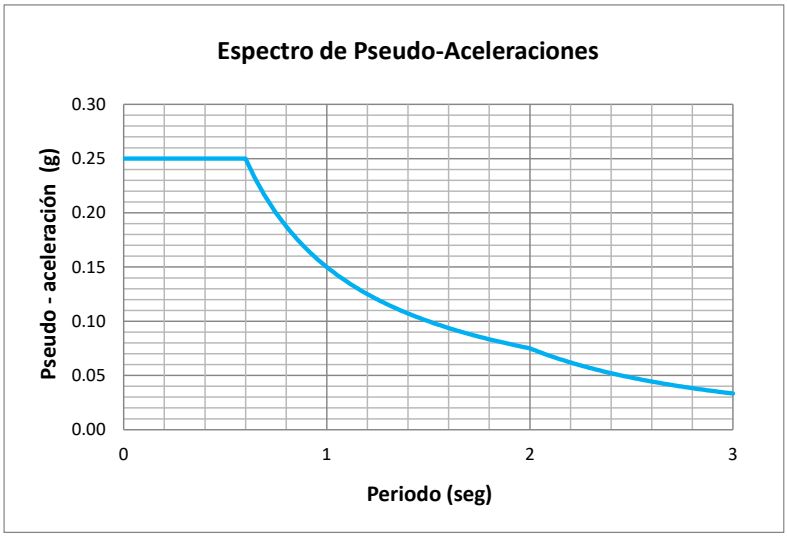
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0938	0.41	0.0938	0.81	0.0694	1.21	0.0465	1.61	0.0349
0.04	0.0938	0.44	0.0938	0.84	0.0670	1.24	0.0454	1.64	0.0343
0.07	0.0938	0.47	0.0938	0.87	0.0647	1.27	0.0443	1.67	0.0337
0.10	0.0938	0.50	0.0938	0.90	0.0625	1.30	0.0433	1.70	0.0331

0.13	0.0938	0.53	0.0938	0.93	0.0605	1.33	0.0423	1.73	0.0325
0.16	0.0938	0.56	0.0938	0.96	0.0586	1.36	0.0414	1.76	0.0320
0.19	0.0938	0.59	0.0938	0.99	0.0568	1.39	0.0405	1.79	0.0314
0.22	0.0938	0.62	0.0907	1.02	0.0551	1.42	0.0396	1.82	0.0309
0.25	0.0938	0.65	0.0865	1.05	0.0536	1.45	0.0388	1.85	0.0304
0.28	0.0938	0.68	0.0827	1.08	0.0521	1.48	0.0380	1.88	0.0299
0.31	0.0938	0.71	0.0792	1.11	0.0507	1.51	0.0373	1.91	0.0295
0.34	0.0938	0.74	0.0760	1.14	0.0493	1.54	0.0365	1.94	0.0290
0.37	0.0938	0.77	0.0731	1.17	0.0481	1.57	0.0358	1.97	0.0286
0.40	0.0938	0.80	0.0703	1.20	0.0469	1.60	0.0352	2.00	0.0281

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

Figura 273

Espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 27



Nota. Espectro de Pseudo aceleraciones en función al periodo, para la dirección horizontal en la dirección Y-Y.

Tabla 425

Valores de Seudo aceleraciones para el espectro horizontal en la dirección Y-Y, para la vivienda N° 27

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2500	0.41	0.2500	0.81	0.1852	1.21	0.1240	1.61	0.0932
0.04	0.2500	0.44	0.2500	0.84	0.1786	1.24	0.1210	1.64	0.0915

0.07	0.2500	0.47	0.2500	0.87	0.1724	1.27	0.1181	1.67	0.0898
0.10	0.2500	0.50	0.2500	0.90	0.1667	1.30	0.1154	1.70	0.0882
0.13	0.2500	0.53	0.2500	0.93	0.1613	1.33	0.1128	1.73	0.0867
0.16	0.2500	0.56	0.2500	0.96	0.1563	1.36	0.1103	1.76	0.0852
0.19	0.2500	0.59	0.2500	0.99	0.1515	1.39	0.1079	1.79	0.0838
0.22	0.2500	0.62	0.2419	1.02	0.1471	1.42	0.1056	1.82	0.0824
0.25	0.2500	0.65	0.2308	1.05	0.1429	1.45	0.1034	1.85	0.0811
0.28	0.2500	0.68	0.2206	1.08	0.1389	1.48	0.1014	1.88	0.0798
0.31	0.2500	0.71	0.2113	1.11	0.1351	1.51	0.0993	1.91	0.0785
0.34	0.2500	0.74	0.2027	1.14	0.1316	1.54	0.0974	1.94	0.0773
0.37	0.2500	0.77	0.1948	1.17	0.1282	1.57	0.0955	1.97	0.0761
0.40	0.2500	0.80	0.1875	1.20	0.1250	1.60	0.0938	2.00	0.0750

Nota. Valores de pseudo aceleraciones determinados para periodos desde 0.01 seg hasta 3.00 seg.

1.9.6.3. Verificación de la Participación Modal de Masa en la Vivienda N° 27

Se presenta a continuación un resumen de los modos, periodos y masas participativas.

Tabla 426

Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda N° 27

Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.383	0.868	0.003	0.868	0.003
2	0.311	0.015	0.238	0.883	0.241
3	0.188	0.000	0.635	0.883	0.876
4	0.125	0.112	0.002	0.994	0.878
5	0.107	0.004	0.052	0.998	0.930
6	0.079	0.000	0.048	0.998	0.979

Nota. El periodo fundamental de la estructura en la dirección XX es de 0.383 seg y en la dirección YY es de 0.188 seg.

Se observa que se consigue el requerimiento mínimo de la norma (E.030, 2019) de alcanzar el 90% de la masa participativa en las direcciones X e Y.

1.9.6.4. Verificación de las Irregularidades en Altura de la Vivienda N° 27

Se realizo la verificación de las irregularidades en altura que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Tabla 427

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección XX en la vivienda N°27

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	0.63	0.0051	124.2	87.0	99.4	-	-
2	9.25	0.0041	2274.3	1592.0	959.4	REGULAR	REGULAR
1	14.04	0.0020	7125.7	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 428

Verificación de la irregularidad de rigidez – piso blando en la dirección YY en la vivienda N°27

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. CM (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	70% Rigidez (tonf/m)	80% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 70% Rigidez	Control 80% Rig.Pro
3	1.67	0.0041	405.3	283.7	324.2	-	-
2	19.21	0.0029	6590.2	4613.1	2798.2	REGULAR	REGULAR
1	29.49	0.0014	21357.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad de rigidez – piso blando en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

b) Verificación de irregularidad de resistencia – Piso débil

Tabla 429

Verificación de la irregularidad de resistencia – Piso débil en la vivienda N° 27

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1
NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad de resistencia – piso débil en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

c) Verificación de extrema de rigidez

Tabla 430

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección XX en la vivienda N° 27

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	0.63	0.0051	124.2	74.5	87.0	-	-
2	9.25	0.0041	2274.3	1364.6	839.5	REGULAR	REGULAR
1	14.04	0.0020	7125.7	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iax	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección XX.

Tabla 431

Verificación de la irregularidad extrema de rigidez en la dirección YY en la vivienda N° 27

Piso	Cortante (tonf)	Desplaz. Rel (m)	Rigidez Lat. (tonf/m)	60% Rigidez (tonf/m)	70% Rig.Pro. (tonf/m)	Control 60% Rigidez	Control 70% Rig.Pro
3	1.67	0.0041	405.3	243.2	283.7	-	-
2	19.21	0.0029	6590.2	3954.1	2448.4	REGULAR	REGULAR
1	29.49	0.0014	21357.1	-	-	REGULAR	REGULAR
						Iay	**1**

Nota. No existe irregularidad extrema de rigidez en la estructura de la vivienda en la dirección YY.

d) Verificación de irregularidad extrema de resistencia

Tabla 432

Verificación de la irregularidad extrema de resistencia en la vivienda N° 27

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección X	Iax	1

NO	hay reducción de las secciones transversales en Dirección Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad extrema de resistencia en las direcciones XX e YY en la estructura de la vivienda.

e) Verificación de irregularidad de masa o peso

Tabla 433

Verificación de la irregularidad de masa o peso en la vivienda N° 27

Piso	Masa (tonf-s²/m)	Peso (tonf)	Control Piso Superior	Verif Piso Superior	Control Piso Inferior	Verif Piso Inferior
3	0.41	4.06	-	-	0.05	REGULAR
2	7.87	77.20	19.03	REGULAR	0.87	REGULAR
1	9.09	89.10	1.15	REGULAR	-	-
Total	17.371	170.35			Ia	1

Nota. No existe irregularidad de masa o peso en la estructura de la vivienda.

f) Verificación de irregularidad geométrica vertical

Tabla 434

Verificación de la irregularidad geométrica vertical en la vivienda N° 27

NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en X	Iax	1
NO	hay diferencia (dim) mayor a 1.3 veces de los pisos adyacentes en Y	Iay	1

Nota. No existe irregularidad geométrica vertical en la estructura de la vivienda.

g) Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes

Tabla 435

Verificación de la discontinuidad en los sistemas resistentes en la vivienda N° 27

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

h) Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Tabla 436

Verificación de la discontinuidad extrema de los sistemas resistentes en la vivienda N° 27

NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en X	Iax	1
NO	hay desalineamiento de elem. resistentes a fuerzas laterales en Y	Iay	1

Nota. No existe discontinuidad extrema en los sistemas resistentes de la estructura de la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en la altura para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 437

Factores de irregularidad en altura de la vivienda N° 27

Factor de irregularidad en altura - dirección X	**Iax**	**1**
Factor de irregularidad en altura - dirección Y	**Iay**	**1**

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es regular en las direcciones XX e YY analizadas.

1.9.6.5. Verificación de las Irregularidades en Planta de la Vivienda N° 27

Se realizo la verificación de las irregularidades en planta que podría presentar la vivienda de acuerdo a la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019).

a) Verificación de irregularidad torsional

Tabla 438

Comprobación si requiere la verificación de irregularidad torsional en planta la vivienda N° 27

	DIRECCION X		DIRECCION Y	
Piso	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Max**	**Distorsión Corregida**	**Verif 50% Drift Max**
3	0.0030	NO REQ VERIF	0.0016	NO REQ VERIF
2	0.0054	SI REQ VERIF	0.0024	NO REQ VERIF
1	0.0049	SI REQ VERIF	0.0021	NO REQ VERIF

Nota. La estructura requiere la verificación de irregularidad torsional en planta.

Tabla 439

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección XX en la vivienda N° 27

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir X (Factor 1.3)
3	0.0059	0.0054	1.091	REGULAR
2	0.0047	0.0042	1.095	REGULAR
1	0.0023	0.0021	1.099	REGULAR
			Ipx	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección XX de la vivienda.

Tabla 440

Verificación de la irregularidad torsional en la dirección YY en la vivienda N° 27

Piso	Despl. Max. (m)	Despl. Prom. (m)	Ratio	Verif Dir Y (Factor 1.3)
3	0.0070	0.0056	1.267	REGULAR
2	0.0054	0.0042	1.294	REGULAR
1	0.0025	0.0020	1.292	REGULAR
			Ipy	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional en la dirección YY de la vivienda.

b) Verificación de irregularidad torsional extrema

Tabla 441

Verificación de la irregularidad torsional extrema en la vivienda N° 27

Piso	Ratio X	Ratio Y	Verif Dir X (Factor 1.5)	Verif Dir Y (Factor 1.5)
3	1.091	1.267	REGULAR	REGULAR
2	1.095	1.294	REGULAR	REGULAR
1	1.099	1.292	REGULAR	REGULAR
		Ip	**1**	**1**

Nota. No existe irregularidad torsional extrema en la dirección YY de la vivienda.

c) Verificación de esquinas entrantes

Tabla 442

Verificación de esquinas entrantes en la vivienda N° 27

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	Ipx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	Ipy	1

Nota. No existe esquinas entrantes en ambas direcciones de la vivienda.

d) Verificación de discontinuidad de diafragma

Tabla 443

Verificación de la discontinuidad del diafragma en la vivienda N° 27

NO	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del área bruta	Ip	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en X	Ipx	1
NO	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en Y	Ipy	1

Nota. No existe discontinuidad de diafragmas en vivienda.

e) Verificación de Sistemas no paralelos

Tabla 444

Verificación de sistemas no paralelos en la vivienda N° 27

NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	Ipx	1
NO	hay inclinación de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	Ipy	1

Nota. No existe sistemas no paralelos en la vivienda.

Finalmente, a partir de la verificación de las irregularidades en planta para la vivienda se tiene los siguientes factores de irregularidad.

Tabla 445

Factores de irregularidad en planta de la vivienda N° 27

Factor de irregularidad en planta - dirección X	Ipx	1
Factor de irregularidad en planta - dirección Y	Ipy	1

Nota. Se verifica que la estructura de la vivienda es irregular en las direcciones XX e YY analizadas.

Finalmente, la estructura se clasifica como una estructura regular en las direcciones XX y YY, por presentar regularidad en planta en ambas direcciones.

Tabla 446

Factores de irregularidad de la vivienda N° 27

Factores de irregularidad en altura	Iax	1
	Iay	1
Factores de irregularidad en planta	Ipx	1
	Ipy	4

Tabla 447

Clasificación de la regularidad estructural de la vivienda N° 27

Clasificación de la estructura	Dirección X	REGULAR
	Dirección Y	REGULAR

A partir de los factores de irregularidad en altura y planta se calcula el factor de reducción de fuerza sísmica para la estructura en las direcciones XX y YY, siguiendo la siguiente formula.

$$\mathbf{R} = \boldsymbol{R_0} * \boldsymbol{I_a} * \boldsymbol{I_p}$$

Tabla 448

Coeficientes de reducción de fuerza sísmica de la vivienda N° 27

ITEM		**Dirección X**		**Dirección Y**
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	3
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	1.00	Ipy	1.00
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	**Rx**	**8.00**	**Ry**	**3.00**

Nota. Los Coeficientes básicos de reducción no disminuyen debido a la inexistencia de irregularidad en planta y altura en la estructura.

1.9.6.6. Desplazamientos Máximos y Derivas de la Vivienda N°27

Los desplazamientos máximos absolutos y las derivas de entrepiso calculados a partir del análisis sísmico, se resumen a continuación.

Tabla 449

Valores del Factor de reducción sísmica corregido para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Dirección	**Distorsión Límite**	**R**	**Factor de Corrección de R**	**R Corregido**
X	0.007	8.0	0.75	6.00

Y	0.005	3.00	0.75	2.25

Nota. El factor de corrección del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica, RRR, fue determinado según lo establecido en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), específicamente en el artículo 31.1, el cual indica que, para estructuras sin irregularidades, dicho factor de corrección es igual a 0.75.

Tabla 450

Valores de derivas máximos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación	Distorsión del análisis	Distorsión Corregida	Verificación
3	0.00052	0.0032	BIEN	0.001314	0.0020	BIEN
2	0.00082	0.0050	BIEN	0.001946	0.0030	BIEN
1	0.00043	0.0026	BIEN	0.001811	0.0028	BIEN

Nota. El segundo nivel de la vivienda es la que presenta mayores derivas de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Tabla 451

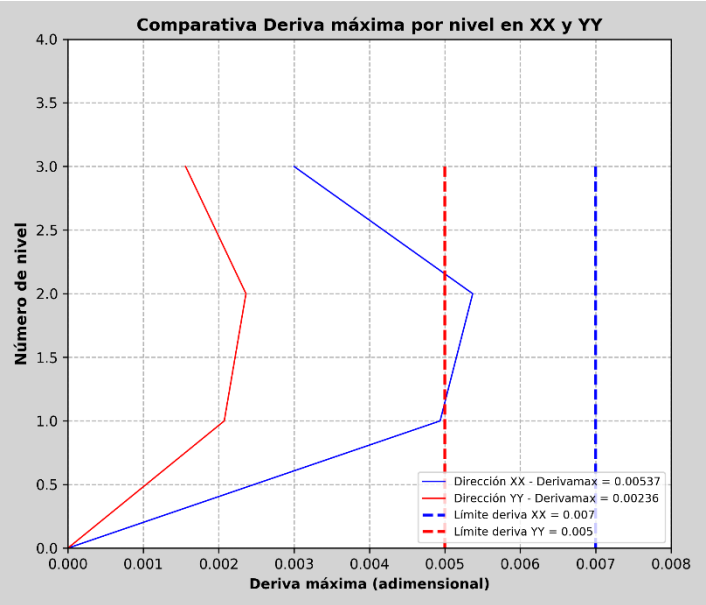
Valores de desplazamientos relativos de entrepiso para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Piso	Altura de Piso cm	Desplazam. Relativo X cm	Desplazam. Relativo Y cm	Desplazam. Abs. X cm	Desplazam. Abs. Y cm
3	250	0.75	0.39	3.58	1.61
2	275	1.48	0.65	2.83	1.22
1	275	1.36	0.57	1.36	0.57
	Suma	**3.58**	**1.61**		

Nota. El segundo nivel de la vivienda es el que presenta mayores desplazamientos relativos de entrepiso en las direcciones XX e YY del análisis.

Figura 274

Distorsiones máximas por piso en la vivienda N° 27



Nota. Elaboración propia.

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior se observa que la deriva máxima obtenida para la dirección X es de 5.37% el cual no supera el límite establecido para estructuras de concreto armado (7.0%). Por otro lado, se observa que la deriva máxima para la dirección Y es de 2.36% el cual no supera el límite establecido para estructuras de albañilería (5.0%).

1.9.6.7. Fuerza cortante Mínima en la Vivienda N° 27

A partir de los parámetros sísmicos definidos, según la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019) fijado en su artículo 29.4.2, se debe verificar el cumplimiento de la fuerza cortante mínima, estableciendo que la fuerza cortante modal espectral en el primer nivel de la estructura debe ser igual o mayor al 80 % de la fuerza cortante estática. La fuerza cortante estática se determina mediante la siguiente formula.

$$V_{estatica} = \frac{Z * U * S * C}{R} * Peso$$

Tabla 452

Fuerza cortante estática de la vivienda N°27

Factor de Zona	Z =	0.25
Factor de Uso e Importancia	U =	1
Factor de Suelo	S =	1.2
	TP =	0.6 s
	TL =	2 s
Factor de Reducción	Rx =	8.00
	Ry =	3.00
Periodo fundamental	Tx =	0.383 s
	Ty =	0.188 s
Factor de amplificación sísmica	Cx =	2.50
	Cy =	2.50
Peso de la edificación	P =	170.35 tonf
Cortante Basal Estático	Vx =	15.97 tonf
	Vy =	42.59 tonf

Nota. Los periodos fundamentales de la estructura fueron determinados a partir de la tabla de Porcentaje de participación modal de masa en la vivienda.

De conformidad al artículo 28.2.2 de la norma peruana de diseño sismorresistente (E.030, 2019), el valor del cociente entre el factor de amplificación sísmica (C) y el factor de reducción sísmica (R) no debe ser menor que 0.11.

Dir. X: Cx/Rx =	**0.3125**	**BIEN**
Dir. Y: Cy/Ry =	**0.8333**	**BIEN**

Tabla 453

Verificación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	15.97	80%	12.78	14.04	BIEN	No requiere
Y	42.59	80%	34.07	29.49	AMPLIFICAR	11.3284

Nota 01: Se consideró como fuerza cortante basal mínima el 80 % de la fuerza cortante estática, dado que la vivienda no presenta irregularidades estructurales, conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.030 – Diseño Sismorresistente (2019).

Nota 02: Se requiere la amplificación de la fuerza cortante basal actuante en la dirección YY proveniente del análisis modal espectral en ambas direcciones del análisis.

A partir de los factores de amplificación requerido, se realiza las modificaciones en el software etabs 21.0

Tabla 454

Aceptación de la fuerza cortante mínima para las direcciones XX y YY en la vivienda N° 27

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	15.97	80%	12.78	14.04	BIEN	No requiere
Y	42.59	80%	34.07	34.07	BIEN	No requiere

Nota. Con base en los factores de amplificación requeridos, se realizaron las modificaciones correspondientes en el software ETABS v21.0, a fin de asegurar el cumplimiento de la fuerza cortante basal actuante en el primer nivel de la estructura dentro del análisis modal espectral.

1.9.6.8. Verificación de Fuerzas de Compresión Axial Actuantes en los Puntales de la Vivienda N°27

De acuerdo con la Norma Peruana de Albañilería (E.070, 2019), la fuerza de compresión axial actuante en el puntal, proveniente de la fuerza cortante mínima establecida por la Norma (E.030, 2019), debe ser menor que la resistencia a la rotura del tabique.

Tabla 455

Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección XX en la vivienda N°27

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y5t1	Sismo X-X	Max	0.9891	35.02	Cumple
Story2	D3	Y6t1	Sismo X-X	Max	0.6204	35.02	Cumple
Story2	D4	Y7t1	Sismo X-X	Max	0.6034	35.02	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Sismo X-X	Max	0.7995	35.06	Cumple
Story1	D2	Y2t1	Sismo X-X	Max	0.8325	35.06	Cumple
Story1	D3	Y3t1	Sismo X-X	Max	0.8267	35.06	Cumple
Story1	D4	Y4t1	Sismo X-X	Max	0.8285	35.06	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección XX.

Tabla 456

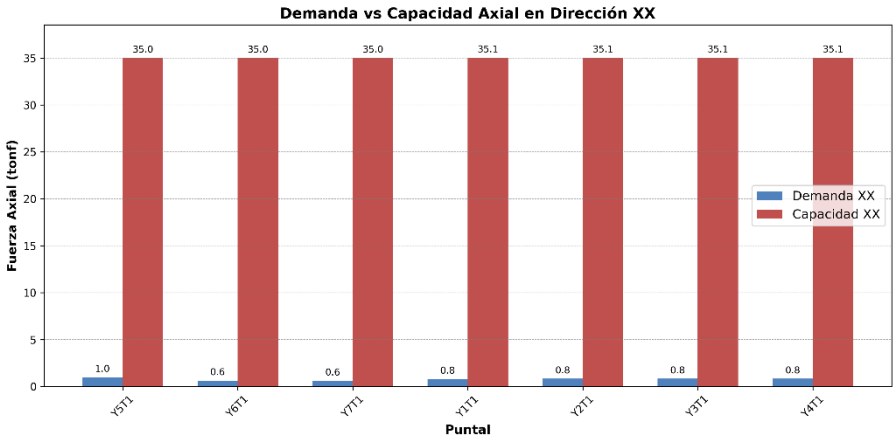
Verificación de las fuerzas de compresión axial actuantes en la dirección YY en la vivienda N° 27

Story	Brace	Nomenclatura De Muro	Output Case	Step Type	P Tonf	Resistencia A Tracción Diagonal Del Muro	¿Cumple?
Story2	D1	Y5t1	Deriva Y-Y	Max	8.5905	35.02	Cumple
Story2	D3	Y6t1	Deriva Y-Y	Max	7.9258	35.02	Cumple
Story2	D4	Y7t1	Deriva Y-Y	Max	7.7939	35.02	Cumple
Story1	D1	Y1t1	Deriva Y-Y	Max	7.6997	35.06	Cumple
Story1	D2	Y2t1	Deriva Y-Y	Max	7.9881	35.06	Cumple
Story1	D3	Y3t1	Deriva Y-Y	Max	9.2995	35.06	Cumple
Story1	D4	Y4t1	Deriva Y-Y	Max	9.4298	35.06	Cumple

Nota. Se verifico que las fuerzas de compresión axial actuantes en los puntales de albañilería son menores que la resistencia de rotura a tracción diagonal de los muros en la dirección YY.

Figura 275

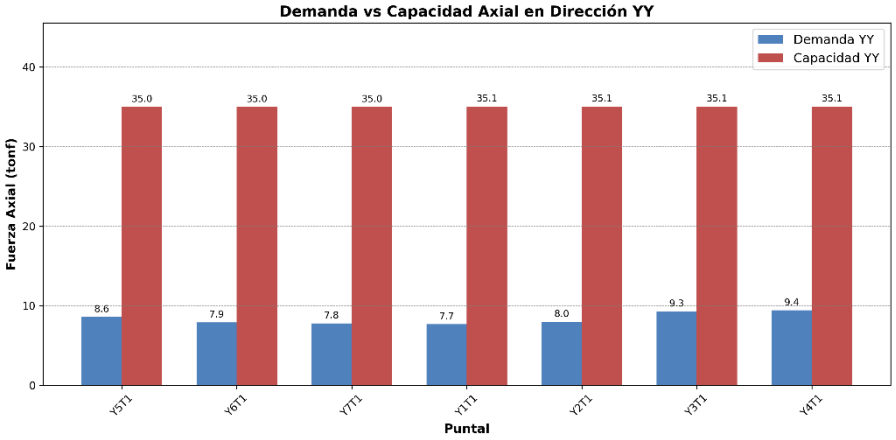
Gráfico demanda vs Capacidad a fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección XX



Nota. Elaboración Propia.

Figura 276

Gráfico demanda vs Capacidad de fuerzas de compresión axial en puntales en la dirección YY



Nota. Elaboración Propia.

1.9.7. Análisis no Lineal Estático de la Vivienda N°27

1.9.7.1. Asignación de Acero Estructural en Elementos de Concreto Armado

1.9.7.1.1. Vigas Estructurales

Tabla 457

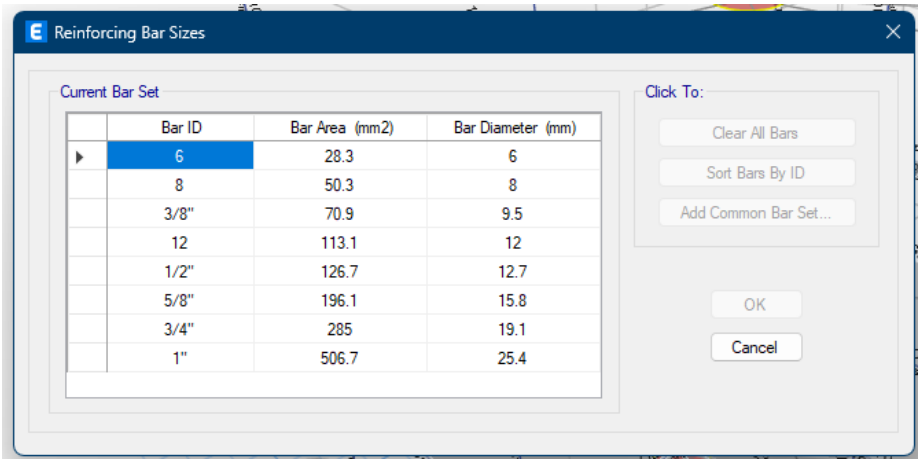
Secciones y diámetro de Acero

Varilla	Diámetro (mm)	Área nominal(mm2)
1/4"	6	28.3
8mm	8	50.3
3/8"	9.5	70.9
12mm	12	113.1
1/2"	12.7	126.7
5/8"	15.8	196.1
3/4"	19.05	285
1"	25.4	506.7

Nota. Obtenido de Catálogo de Productos de Aceros Arequipa.

Figura 277

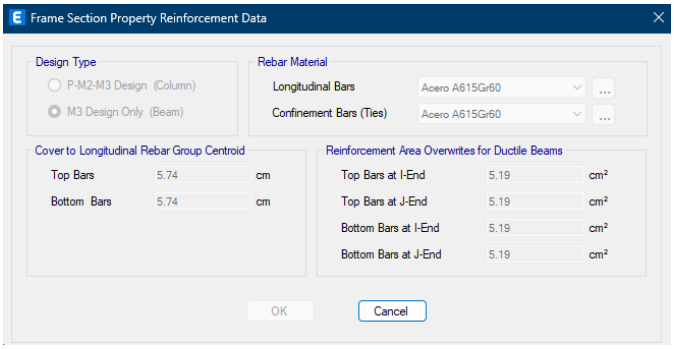
Definición de secciones y diámetro de aceros en el Software Etabs



Nota. La definición de las secciones y diámetros de los aceros se unificó para todas las viviendas tipificadas, dado que en todas ellas se identificó el uso de acero de la marca Aceros Arequipa.

Figura 278

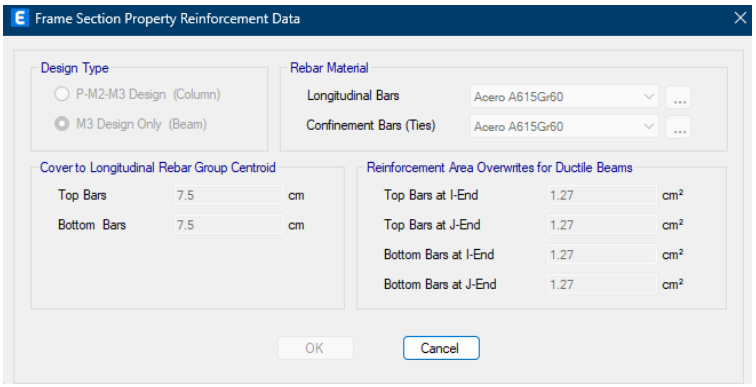
Asignación de área de acero en Viga de 0.25x0.40 de Vivienda N° 27



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 279

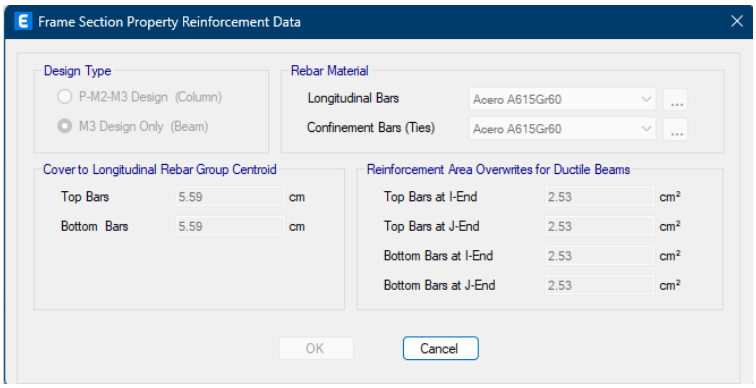
Asignación de área de acero en Viga chata de 0.15x0.20 de Vivienda N° 27



Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

Figura 280

Asignación de área de acero en Viga chata de 0.25x0.20 de Vivienda N° 27

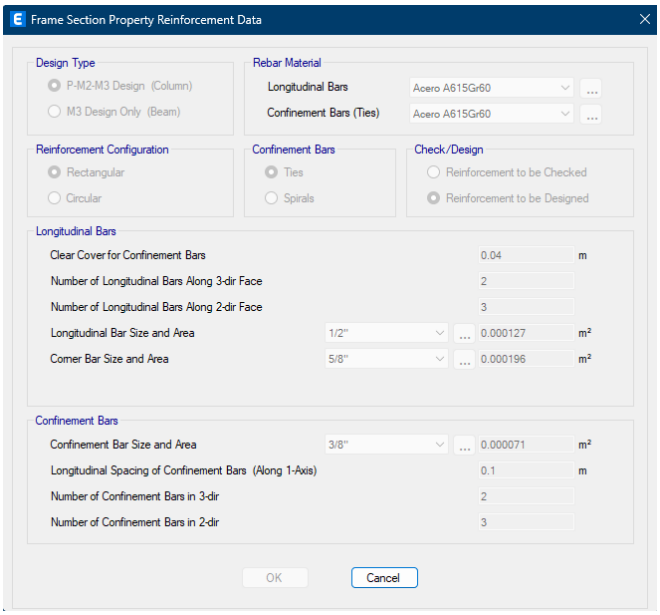


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.9.7.1.2. Columnas Estructurales

Figura 281

Asignación de área de acero en Columna de 0.35x0.35 de Vivienda N° 27

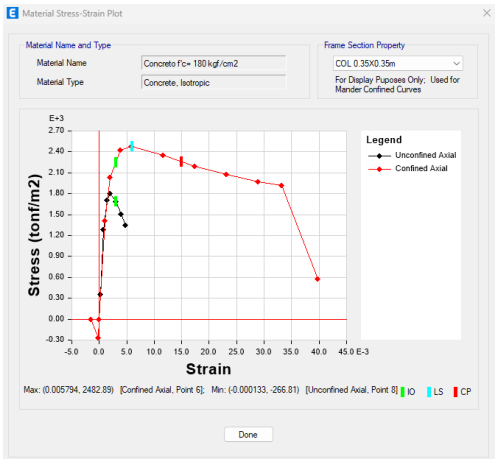


Nota. Asignación de acero estructural en Software Etabs.

1.9.7.2. Creación de la no Linealidad en Elementos de Concreto Armado – Plasticidad Tipo Fibra

Figura 282

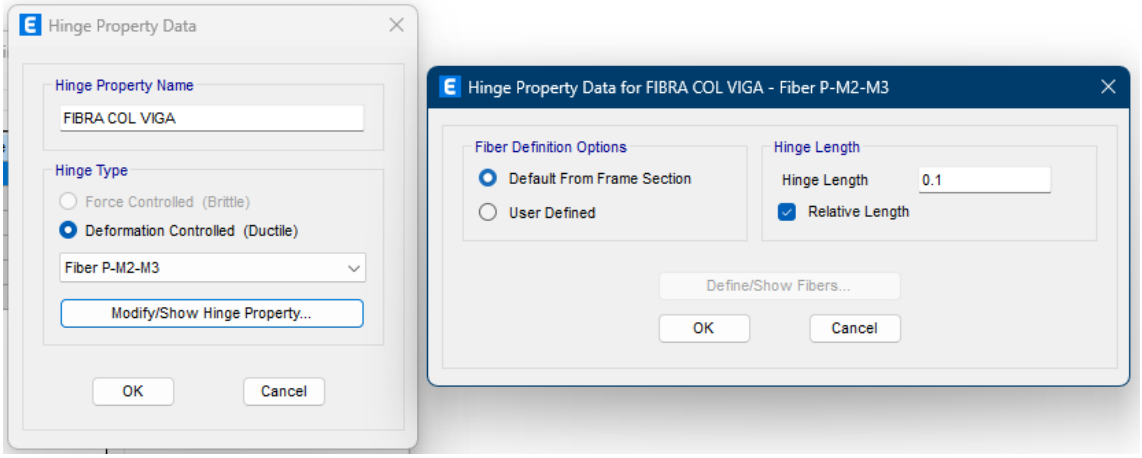
Modelo no lineal para el concreto tipo Mander



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

Figura 283

Creación de los elementos tipo fibra para columnas y vigas en vivienda N° 27



Nota. Adaptado del software Etabs v.21.0.

1.9.7.3. Creación de la no Linealidad en Elementos de Albañilería Como Rotulas Axiales

A continuación, se muestran las dimensiones y propiedades mecánicas de los puntales de albañilería que conforman la estructura de la vivienda a considerar en el análisis no lineal en base a la calibración desarrollada en el capítulo V.

Tabla 458

Propiedades de los muros de albañilería a considerar en el análisis no lineal de la vivienda N° 27

Propiedades de Muro de Albañilería		Muro Y1Y2Y3Y4 1er Nivel	Muro Y5Y6Y7 2do Nivel
Longitud de muro	L (cm)	445	445
Altura de muro	H (cm)	276	275
Longitud de diagonal de muro/puntal	D (cm)	523.64	523.12
Espesor efectivo de muro	t (cm)	12	12
Resistencia característica a compresión axial	f'm (kg/cm2)	43.08	43.08

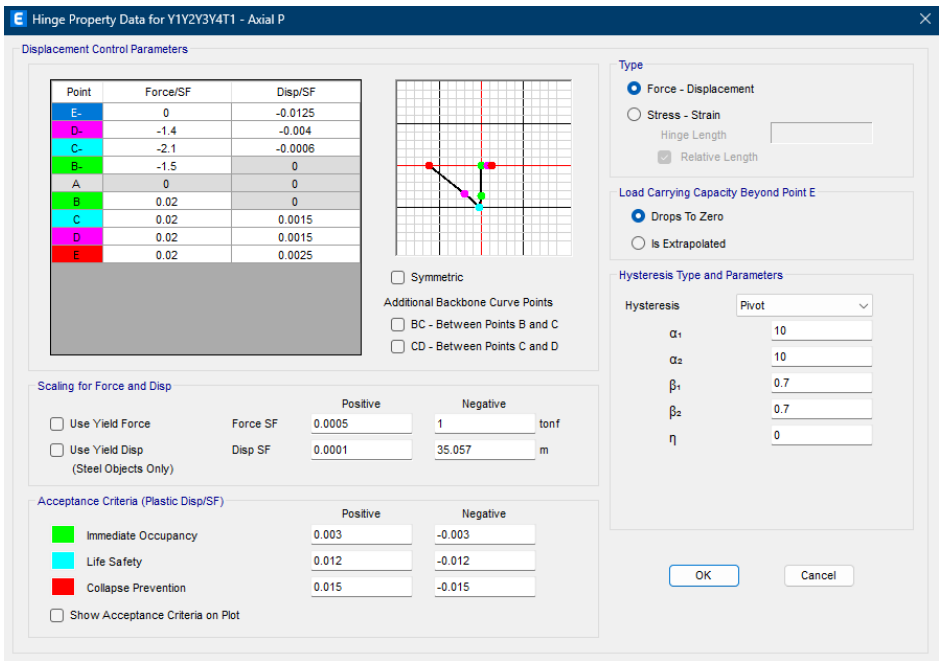
Resistencia a tracción diagonal	Rt (tonf)	35.057	35.022
Ancho equivalente del puntal albañilería	Ancho (b)(m)	130.911	130.779
Módulo de Elasticidad de albañilería	E_m (kgf/cm²)	20185.11	20185.11
Rigidez Axial Efectiva	I Axial	0.9	0.9

Nota. Propiedades geométricas y mecánicas de puntales, para la representación de los muros de albañilería de la vivienda en el análisis no lineal.

La definición de las rótulas axiales a compresión se realizó en función de los valores de fuerza/SF y desplazamiento/SF previamente calibrados en el Capítulo V del presente trabajo de investigación.

Figura 284

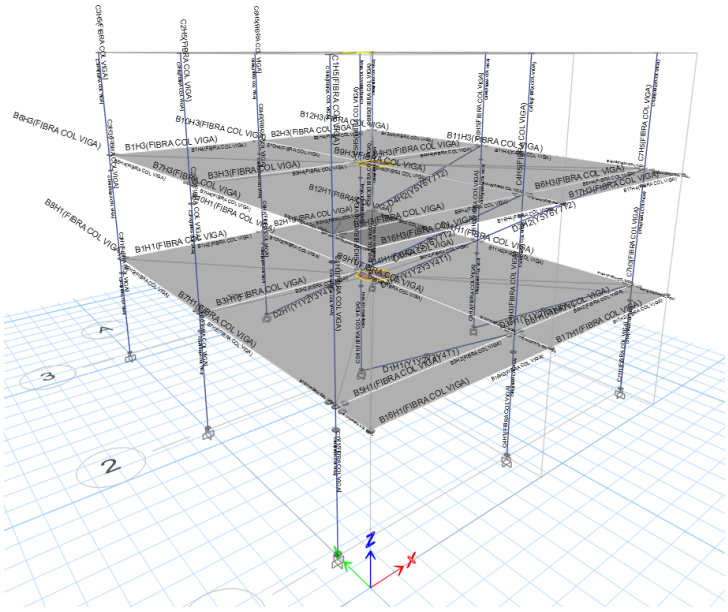
Creación de rotulas axiales en puntales de albañilería de la vivienda N°27



Nota. Se creo las rotulas axiales independientemente para cada puntal de albañilería de la estructura de la vivienda.

Figura 285

Modelo Numérico no lineal de la vivienda N°27

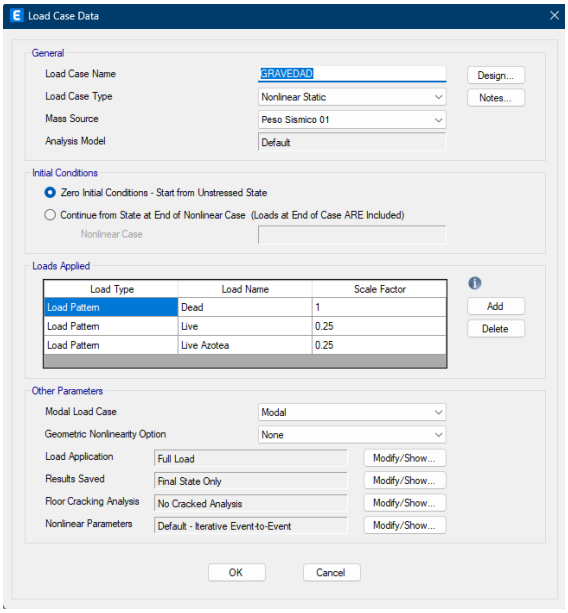


Nota. Modelo No lineal numérico elaborado en el software ETABS V21.0.

1.9.7.4. Demanda Sísmica para el Análisis no Lineal Estático

Figura 286

Creación de la carga gravitacional no lineal de la vivienda N°27



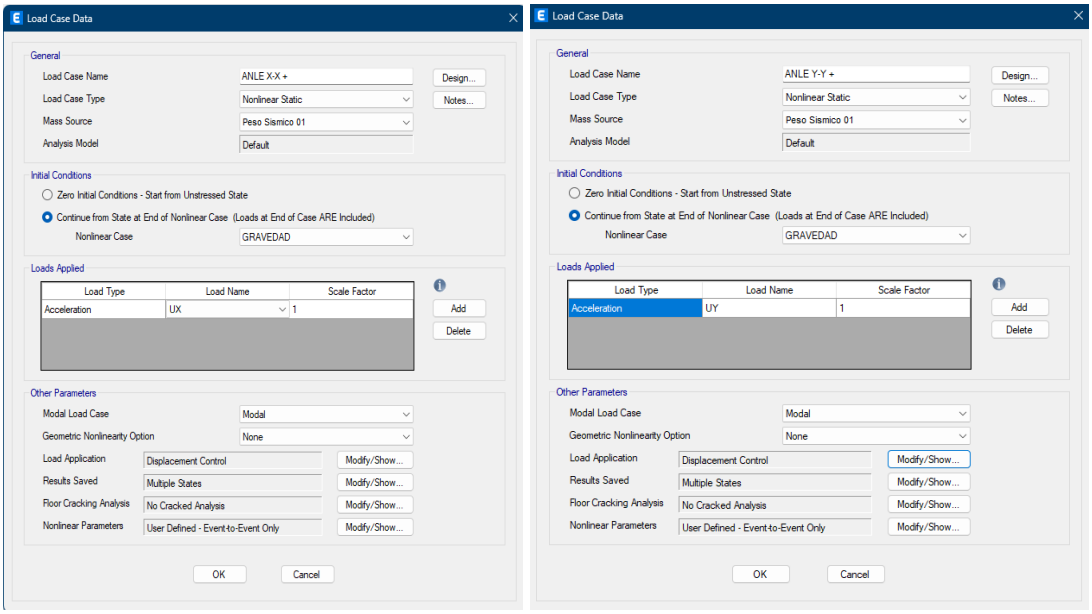
Nota. Creación de carga gravitacional no lineal en Software Etabs.

En el caso de la vivienda N.º 27, se desarrolló un análisis no lineal estático con desplazamiento controlado. Para ello, se asignó una magnitud de desplazamiento objetivo, y

el software ETABS aplicó las cargas necesarias para alcanzar dicho desplazamiento. En la dirección X se utilizó un desplazamiento de 0.075 m, mientras que en la dirección Y se asignó un desplazamiento de 0.075 m. El desplazamiento fue medido en un punto cercano al centro de masas del último nivel, identificado con la etiqueta “5”.

Figura 287

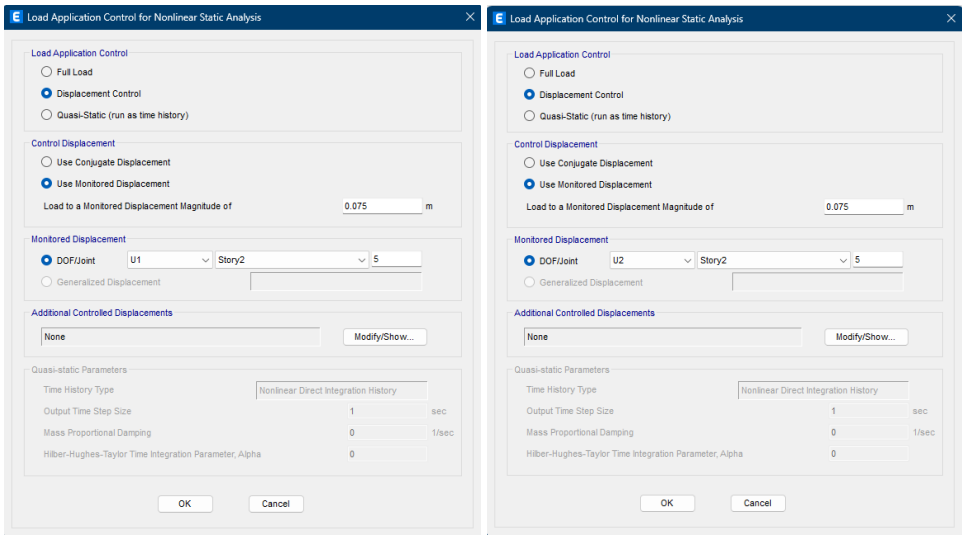
Creación de la carga monotónica no lineal en las direcciones X e Y de la vivienda N° 27



Nota. Creación de cargas monotónicas no lineales en Software Etabs.

Figura 288

Control de desplazamientos en el ANLE en las direcciones X e Y de la vivienda N°07



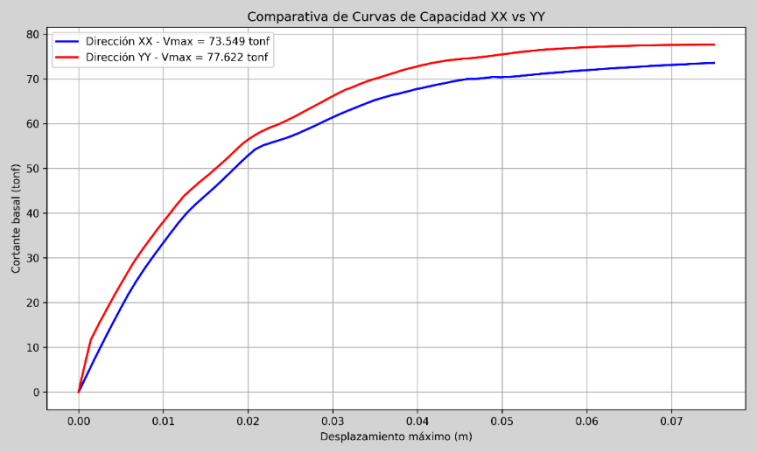
Nota. Asignación de control de desplazamientos en Software Etabs.

1.9.7.5. Curva de Capacidad

A partir de la definición de la demanda sísmica controlado por un desplazamiento de control, se obtuvo las siguientes curvas de capacidad en las direcciones XX y YY.

Figura 289

Curva de capacidad en las direcciones X e Y de la vivienda N°27



Nota. Comparativa de curvas de capacidad en las direcciones XX y YY, donde la máxima fuerza cortante fue de 73.55 tonf y 77.62 tonf respectivamente para cada dirección.

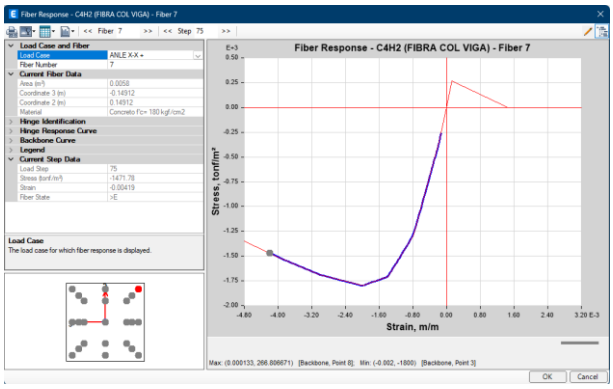
Se observa que la fuerza cortante en la base es ligeramente mayor en la dirección Y-Y, alcanzando un valor máximo de 77.62 tonf, mientras que en la dirección X-X se registra un valor máximo de 73.55 tonf. El desplazamiento máximo es igual en ambas direcciones, con un valor de 7.5 cm. Esto sugiere que el sistema estructural compuesto exclusivamente por pórticos (dirección X-X) presenta un comportamiento dúctil comparable al del sistema combinado de pórticos y muros de albañilería (dirección Y-Y). Esta similitud se explica en parte por la menor separación entre columnas en el eje X-X, lo que mejora la rigidez del sistema. En la dirección Y-Y, la presencia de los puntales de albañilería, aumentan la resistencia y la ductilidad. Aunque el sistema combinado muestra una ductilidad ligeramente menor, ofrece una mayor capacidad para resistir fuerzas cortantes en la base.

Los desplazamientos de control para ambas direcciones del análisis no lineal estático fueron definidos a partir de la revisión de los diagramas momento-curvatura y esfuerzo-deformación de las fibras y rotulas de todos los elementos estructurales (columnas, vigas y

puntales de albañilería) que conforman el sistema resistente de la vivienda. Se consideró como desplazamiento de control aquel correspondiente al punto en el que se registró la primera falla en uno de los elementos estructurales.

Figura 290

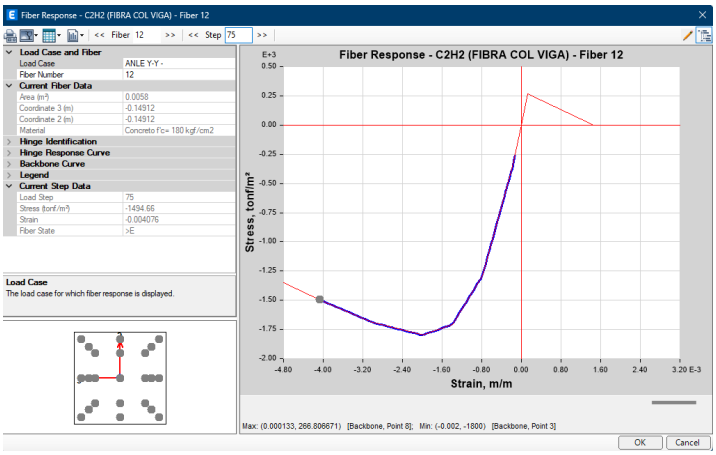
Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-XX de la vivienda N° 27



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

Figura 291

Gráfico esfuerzo vs deformación axial de fibra de la primera columna que fallo en ANLE-YY de la vivienda N° 27



Nota. Se observo que, para un desplazamiento de 7.5 cm, se alcanza la deformación última del concreto confinado, correspondiente a 0.004 m (0.4 cm), valor definido según el modelo propuesto por (Mander, Priestley, & Park, 1988).

1.9.7.6. Cálculo del Punto de Desempeño en la Vivienda N° 27

Se realizo el cálculo del punto de desempeño de la estructura ante la acción de un sismo severo (sismo muy raro), moderado (sismo raro) y un sismo ocasional de acuerdo al método de coeficientes establecido en el (ASCE/SEI 41-17, 2017). A partir de la siguiente expresión.

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2}$$

Tabla 459

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección XX en vivienda N° 27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.122	te(seg)	0.414
ke(tonf/m)	3356.973	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	55.353
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.026	cm	1.000
delta(cm)	5.526	ustrg	2.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección XX es igual a 5.526 cm.

Tabla 460

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección XX en vivienda N° 27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.113	te(seg)	0.405
ke(tonf/m)	3519.149	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	47.793
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.021	cm	1.000
delta(cm)	4.167	ustrg	2.673

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección XX es igual a 4.167 cm.

Tabla 461

Punto de desempeño para un sismo ocasional en dirección XX en vivienda N° 27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un ocasional en dirección XX			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.088	te(seg)	0.389
ke(tonf/m)	3801.810	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	3930.555	Vy (tonf)	29.085
ti(seg)	0.383	W(tonf)	170.354
c2	1.012	cm	1.000
delta(cm)	1.866	ustrg	2.196

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección XX es igual a 1.866 cm.

Tabla 462

Punto de desempeño para un sismo muy raro en dirección YY en vivienda N° 27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo muy raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.509	te(seg)	0.251
ke(tonf/m)	4815.231	sa(g)	0.938
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	41.110
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.165	cm	1.000
delta(cm)	3.095	ustrg	3.885

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo muy raro en la dirección YY es igual a 3.095 cm.

Tabla 463

Punto de desempeño para un sismo raro en dirección YY en vivienda N° 27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo raro en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.540	te(seg)	0.239
ke(tonf/m)	5313.512	sa(g)	0.750
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	33.888
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354

c2	1.168	cm	1.000
delta(cm)	2.294	ustrg	3.770

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo raro en la dirección YY es igual a 2.294 cm.

Tabla 464

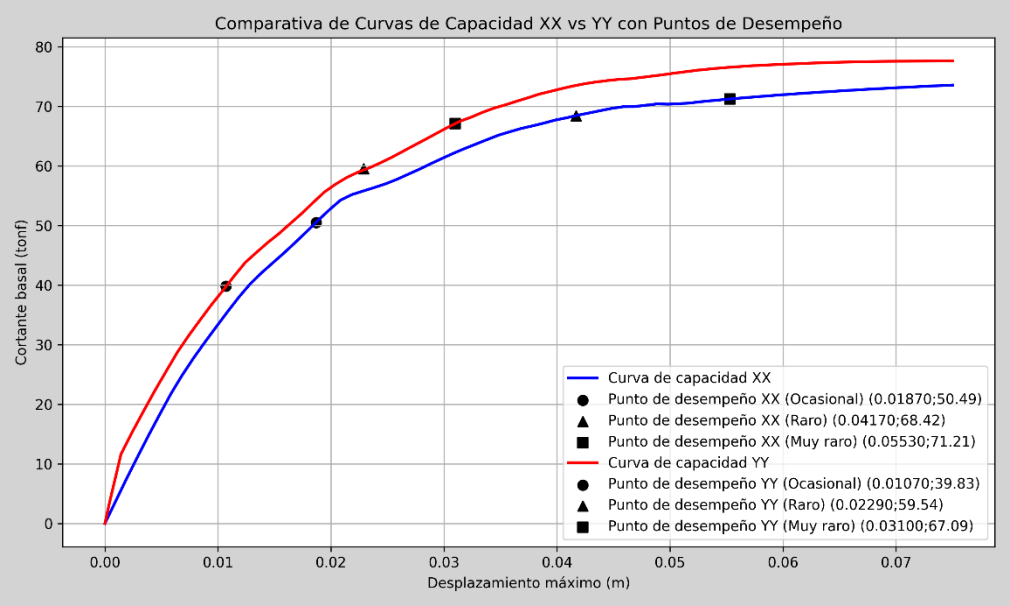
Punto de desempeño para un sismo muy ocasional en dirección YY en vivienda N°27

Parámetros utilizados para el cálculo del punto de desempeño ante un Sismo ocasional en dirección YY			
c0	1.200	a	90.000
c1	1.948	te(seg)	0.192
ke(tonf/m)	8229.919	sa(g)	0.375
ki(tonf/m)	8575.269	Vy (tonf)	15.429
ti(seg)	0.188	W(tonf)	170.354
c2	1.335	cm	1.000
delta(cm)	1.070	ustrg	4.141

Nota. El desplazamiento objetivo o punto de desempeño ante la acción de un sismo ocasional en la dirección YY es igual a 1.070 cm.

Figura 292

Puntos de desempeño en las direcciones XX y YY para la vivienda N° 27



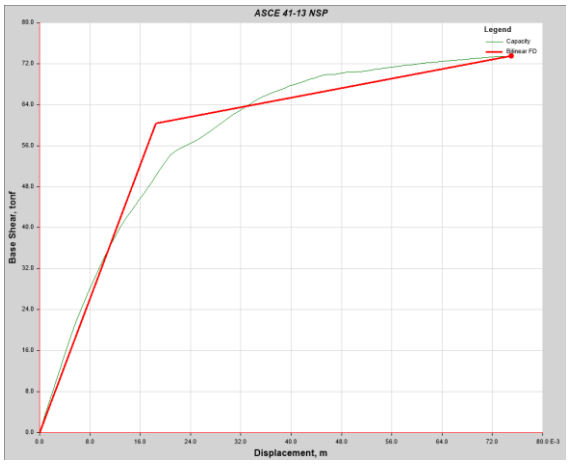
Nota. Se observa que en la dirección XX se producen mayores desplazamientos objetivos.

1.9.7.7. Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de la Estructura de la Vivienda N°27

Para el cálculo del nivel de desempeño sísmico se procedió a delimitar por áreas la curva de capacidad, de acuerdo a los lineamientos del VISION 2000 (SEAOC, 1995) en ambas direcciones XX e YY. Para lo cual es necesario realizar el trazado de una curva bilineal para identificar el desplazamiento máximo elástico (donde termina la parte plástica) y a partir de este sectorizar el desplazamiento no lineal total de la estructura.

Figura 293

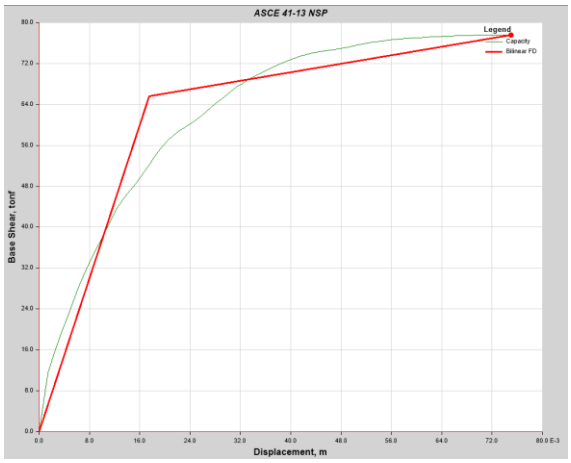
Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección XX de la vivienda N° 27



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección XX es igual a 1.85cm.

Figura 294

Curva bilineal en curva de capacidad en la dirección YY de la vivienda N° 27



Nota. El desplazamiento máximo elástico para la dirección YY es igual a 1.75cm.

Tabla 465

Límites de los niveles de desempeño para la dirección XX en vivienda N° 27

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.85
Funcional	IO	3.545
Resguardo de vida	LS	5.24
Cerca al colapso	CP	6.37
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Tabla 466

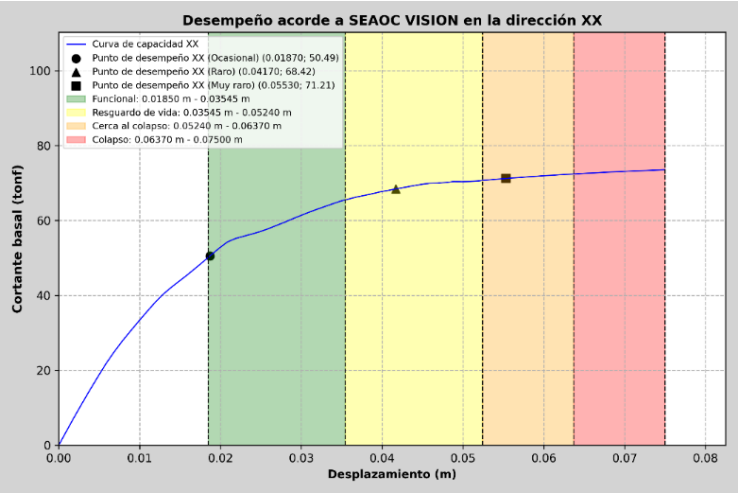
Límites de los niveles de desempeño para la dirección YY en vivienda N° 27

Nivel de desempeño		Límite del nivel de desempeño (cm)
Inicio de fluencia	DY	1.75
Funcional	IO	3.475
Resguardo de vida	LS	5.2
Cerca al colapso	CP	6.35
Colapso	COLAPSO	7.5

Nota. Límites de desempeño calculados a partir de los lineamientos del SEAOC VISION 2000.

Figura 295

Niveles de desempeño sísmico en la dirección XX de la vivienda N° 27

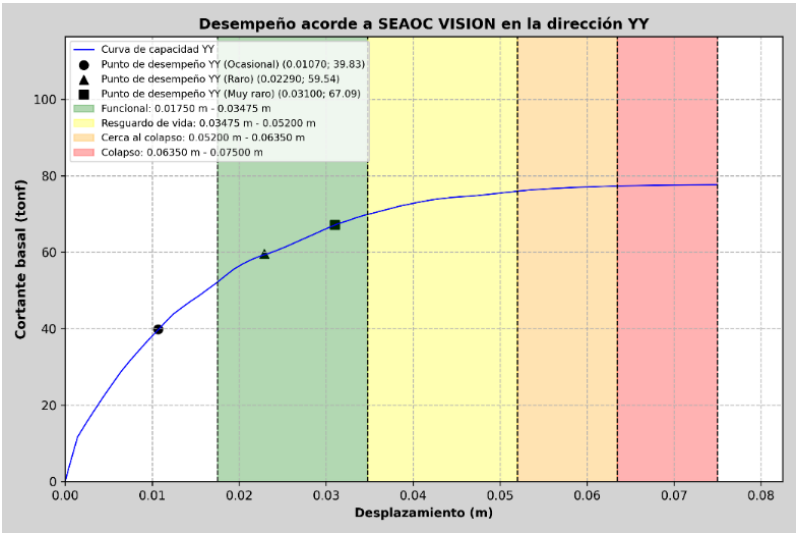


Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección XX, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de resguardo de vida y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de cerca al colapso.

Figura 296

Niveles de desempeño sísmico en la dirección YY de la vivienda N° 27



Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica de niveles de desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 en la dirección YY, para un sismo ocasional se tiene un desempeño de Completamente funcional, para un sismo raro o moderado se tiene un desempeño de funcional y para un sismo muy raro o severo se tiene un desempeño de funcional.

1.9.7.8. Aceptación de los Niveles de Desempeño Sísmico en la Vivienda N°27

Según SEAOC (SEAOC, 1995), la vivienda N°27 se clasifica como una edificación del tipo común, por lo tanto, se establecen los siguientes niveles de desempeño esperados: para un sismo ocasional, el nivel de desempeño es funcional; para un sismo raro o moderado, se espera un desempeño de resguardo de vida; y para un sismo muy raro o severo, el nivel de desempeño correspondiente es cerca del colapso.

Tabla 467

Niveles de desempeño sísmico esperados para la vivienda N°27

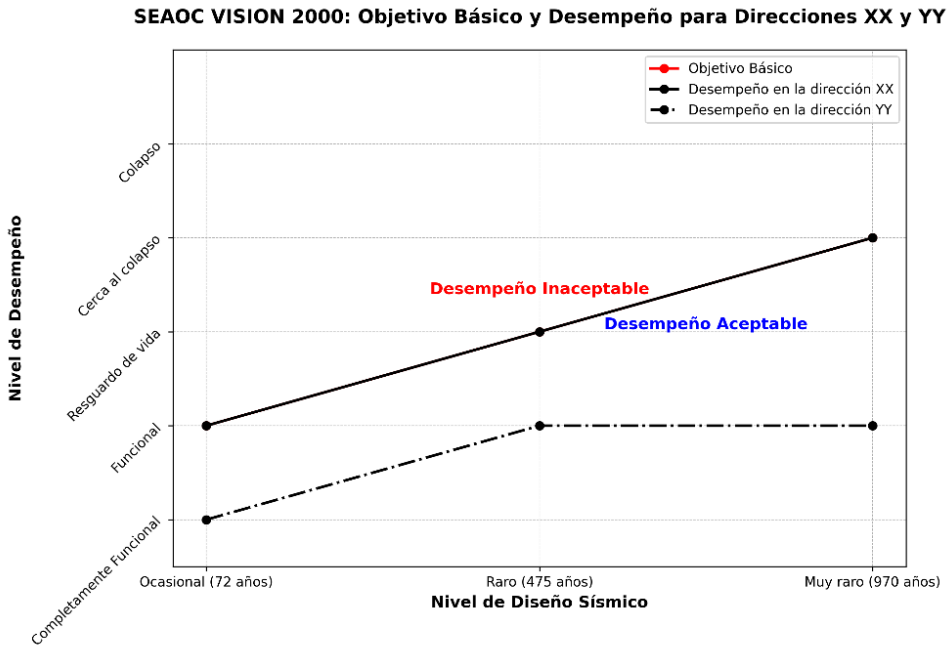
		Nivel de Desempeño			
		Completamente Funcional	**Funcional**	**Resguardo de Vida**	**Cerca al Colapso**
Nivel de peligro sísmico	**Sismo Frecuente (45 años)**				
	Sismo Ocasional (75 años)				
	Sismo Raro (475 años)				
	Sismo muy raro (970 años)				

Edificio Común | **Edificio Esencial** | **Edif. De Seguridad Critica**

Nota. Adaptado de "La ingeniería sismorresistente". (Muñoz Peláez J. , 2009)

Figura 297

Aceptación de los niveles de desempeño hallados de la vivienda N° 27



Nota. Elaboración Propia.

A partir de los niveles de desempeño sísmico obtenidos en el análisis no lineal estático realizado en la presente investigación, se constató que la respuesta estructural en la dirección

X-X no se encuentra dentro de los límites establecidos de desempeño del documento VISION 2000 (SEAOC, 1995), mientras que en la dirección Y-Y se mantiene dentro de los límites establecidos, para los tres niveles de demanda sísmica evaluados: sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro. Por tanto, se concluye que la vivienda autoconstruida N.º 08 presenta un desempeño inaceptable en la dirección X-X y un desempeño aceptable en la dirección Y-Y del análisis.