UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"ESTUDIO DE LA IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ESTRUCTURA - CONCRETOS

PRESENTADO POR:

Bach. JOSÉ ANTONIO QUINTO DE LA CRUZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias de Ingeniería DECANO Huancavelica

En el Auditórium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 03 días del mes de setiembre del año 2019, a horas 10:30 a.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Ing. Carlos GASPAR PACO (PRESIDENTE), M.Sc. Iván Arturo AYALA BIZARRO (SECRETARIO), Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (VOCAL),** designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 247-2017-FCI-UNH, de fecha 02 de junio del 2017, así mismo se realizó el cambio de asesor con la Resolución de Decano N°067-2019-FCI-UNH, de fecha 16 de mayo del 2019 y ratificados con Resolución de Decano N° 153-2019-FCI-UNH de fecha 28 de agosto del 2019, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "ESTUDIO DE LA IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA", presentado por el Bachiller **José Antonio QUINTO DE LA CRUZ,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas..11:30.....; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO [X] POR.....MAYORIA.....

DESAPROBADO [ ]

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

V° B° Decano

ESTUDIO DE LA IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA

AUTOR:

Bach. JOSÉ ANTONIO QUINTO DE LA CRUZ

ASESOR:

M. Sc. MARCO ANTONIO LÓPEZ BARRANTES

DEDICATORIA

A Dios: por ser guía en el camino que elegí, por llenarme de gracia y darme sus bendiciones cada día.

A mi madre: Olga De la Cruz, quien con su consejo, esfuerzo, dedicación y perseverancia supo guiarme en todas las etapas de mi vida; en especial en la etapa de mi formación profesional.

A mi padre: Andrés Quinto, por ser una persona importante en mi vida, quien a pesar de las dificultades confió en mí.

A mis hermanos y hermanas: quienes están en todo momento apoyándome y brindándome motivación para cumplir mis metas y sueños.

A mis amigos: por compartir sus experiencias, conocimientos, enseñanzas en la etapa de mi formación académica universitaria; a las nuevas personas que van llegando a mi vida, mostrándome nuevos conocimientos en el ámbito profesional y personal.

José Antonio Quinto De la Cruz

AGRADECIMIENTO

A nuestra institución, Universidad Nacional de Huancavelica y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil; por la oportunidad brindada durante los años de formación profesional, para escalar un peldaño más en el campo del conocimiento.

A mis jurados, Ing. Carlos Gaspar Paco, Ing. Iván Ayala Bizarro y Arq. Dante Olivera Quintanilla; por el apoyo, consejos y esfuerzos brindados.

A mi asesor de tesis M. Sc. Marco Antonio López Barrantes, por el apoyo en la elaboración y ejecución de este proyecto.

A mis padres, hermanos, amigos y compañeros por compartir sus conocimientos, experiencias y anécdotas. También a las personas que de forma directa e indirecta apoyaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
RESUMEN xviii
ABSTRACT xx
INTRODUCCIÓN xxii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 23
1.1. Descripción del Problema 23
1.2. Formulación del Problema 24
1.2.1. Problema General 24
1.2.2. Problemas Específicos 24
1.3. Objetivos 25
1.3.1. Objetivo General 25
1.3.2. Objetivos Específicos 25
1.4. Justificación 25
1.5. Limitaciones 27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 28
2.1. Antecedentes 28
2.1.1. A Nivel Internacional: 28
2.1.2. A Nivel Nacional: 29
2.1.3. A Nivel Local 33
2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación 33
2.2.1. Piso Blando 33
2.2.2. Norma técnica E.070 Albañilería 55
2.2.3. Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente 58
2.3. Bases Conceptuales 66
2.4. Definición de Términos 67
2.5. Hipótesis 69
2.5.1. Hipótesis General 69
2.5.2. Hipótesis Específicas 69
2.6. Variables 69
2.7. Operacionalización de Variables 70

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 71
3.1. Ámbito Temporal y Espacial 71
3.2. Tipo de Investigación 71
3.3. Nivel de Investigación 71
3.3.1. Método de investigación 71
3.3.2. Diseño de investigación 72
3.4. Población, Muestra, Muestreo 72
3.4.1. Población 72
3.4.2. Muestra 73
3.4.3. Muestreo 73
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 73
3.5.1. Técnicas 73
3.5.2. Procedimiento de recolección de datos 74
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 74
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 75
4.1. Análisis de Información 75
4.2. Discusión de resultados 148
CONCLUSIONES 151
RECOMENDACIONES 156
BIBLIOGRAFÍA 158
APÉNDICE 160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de zona. 59
Tabla 2: Factores de suelo “S” 59
Tabla 3: Períodos "T_P" Y "T_L" 59
Tabla 4: Categoría de las edificaciones y factor “U” 60
Tabla 5: Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas. 62
Tabla 6: Irregularidad estructural en altura 63
Tabla 7: Irregularidad estructural en planta 64
Tabla 8: Categoría y regularidad de las edificaciones 65
Tabla 9: Limites para la distorsión del entrepiso 66
Tabla 10: Variables de Estudio 70
Tabla 11: Valores del factor Z en función de la zona sísmica 76
Tabla 12: Valores del factor S, T_P y T_L del suelo en función del perfil del suelo 76
Tabla 13: Estudio de Características que causan irregularidad por piso blando 77
Tabla 14: Factor de uso U en función de la categoría del edificio 78
Tabla 15: Factores I_p e I_a para verificar las rigideces 78
Tabla 16: Factores I_p e I_a para análisis sísmico dinámico 78
Tabla 17: Factores R_o en función al sistema estructural 79
Tabla 18: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección X 81
Tabla 19: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección Y 81
Tabla 20: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección X 82
Tabla 21: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección Y 82
Tabla 22: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edifico N° 01 83
Tabla 23: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 01 83
Tabla 24: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 01 84
Tabla 25: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 01 84
Tabla 26: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 01 86
Tabla 27: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección X 90
Tabla 28: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección Y 90
Tabla 29: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección X 90
Tabla 30: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección Y 91

Tabla 31: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edifico N° 02 91
Tabla 32: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 02 92
Tabla 33: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 02 92
Tabla 34: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 02 92
Tabla 35: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 02 95
Tabla 36: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección X 98
Tabla 37: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección Y 98
Tabla 38: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección X 99
Tabla 39: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección Y 99
Tabla 40: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edificio N° 03 100
Tabla 41: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 03 100
Tabla 42: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 03 101
Tabla 43: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 03 101
Tabla 44: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 03 .. 103
Tabla 45: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección X 107
Tabla 46: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 sin rigidizar – Dirección Y 107
Tabla 47: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección X 107
Tabla 48: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección Y 108
Tabla 49: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edificio N° 04 108
Tabla 50: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 04 109
Tabla 51: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 04 109
Tabla 52: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 04 109
Tabla 53: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 04 .. 111
Tabla 54: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte - Dirección X 115
Tabla 55: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte - Dirección Y 115

Tabla 56: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte – Dirección X 116
Tabla 57: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte – Dirección Y 116
Tabla 58: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 117
Tabla 59: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 117
Tabla 60: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 117
Tabla 61: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 118
Tabla 62: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección X 118
Tabla 63: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección Y 119
Tabla 64: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección X 119
Tabla 65: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección Y 120
Tabla 66: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte - Dirección X 124
Tabla 67: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte - Dirección Y 124
Tabla 68: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte – Dirección X 124
Tabla 69: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte – Dirección Y 124
Tabla 70: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 125
Tabla 71: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 125
Tabla 72: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 126
Tabla 73: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 126
Tabla 74: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X 126
Tabla 75: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección Y 127
Tabla 76: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X 128
Tabla 77: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección Y 128

Tabla 78: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte - Dirección X 132
Tabla 79: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte - Dirección Y 132
Tabla 80: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte – Dirección X 133
Tabla 81: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte – Dirección Y 133
Tabla 82: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 134
Tabla 83: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 134
Tabla 84: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 134
Tabla 85: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 135
Tabla 86: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección X 135
Tabla 87: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección Y 136
Tabla 88: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección X 136
Tabla 89: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección Y 137
Tabla 90: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte - Dirección X 141
Tabla 91: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte - Dirección Y 141
Tabla 92: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte – Dirección X 141
Tabla 93: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte – Dirección Y 141
Tabla 94: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 142
Tabla 95: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 142
Tabla 96: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X 143
Tabla 97: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y 143
Tabla 98: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección X 143
Tabla 99: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección Y 144

Tabla 100: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección X.....145
Tabla 101: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección Y.....145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Edificios con piso blando. (San Bartolomé, 2007) 33
Figura 2: Reacción del tabique ante sismos puntal diagonal sobre el pórtico. 34
Figura 3: Piso blando o problema P - Δ. (San Bartolomé, 2007) 35
Figura 4: Rótulas en los extremos de las columnas por efecto de piso blando.(San Bartolomé, 2007) 35
Figura 5: Irregularidad en carga vertical.(Brito Velasco, 2013) 37
Figura 6: Irregularidad en rigidez por muros. (Brito Velasco, 2013) 38
Figura 7: Irregularidad en resistencia.(Brito Velasco, 2013) 38
Figura 8: Irregularidad en masa.(Brito Velasco, 2013) 39
Figura 9: Irregularidad en muros a cortante.(Brito Velasco, 2013) 40
Figura 10: Columna corta por cambio de rigidez.(Brito Velasco, 2013) 41
Figura 11: Viga fuerte columna débil.(Brito Velasco, 2013) 42
Figura 12: Edificios adyacentes.(Brito Velasco, 2013) 43
Figura 13: Edificio de diferentes niveles con piso blando. (Raúl Jean, 2011) 45
Figura 14: Edificio con factor incremental en toda la estructura, independientemente del número de niveles. *(Raúl Jean, 2011)* 45
Figura 15: Edificios con diferentes posiciones del entrepiso blando. (Raúl Jean, 2011) 45
Figura 16: Desplazamiento concentrado en el entrepiso blando. (Raúl Jean, 2011) 46
Figura 17: Comportamiento elástico e inelástico de los edificios. (Raúl Jean, 2011) 46
Figura 18: Demanda de deformación y los efectos P-Δ. (Raúl Jean, 2011) 47
Figura 19: Daños severos por piso blando en sismo de Pisco 2007-Perú. (San Bartolomé, 2007) 48
Figura 20: Daños severos por piso blando en sismo de Izmit 1999 -Turquía.(Raúl Jean, 2011) 48
Figura 21: Daños severos causados por falta de juntas de separación y piso blando en sismo de Pisco 2007-Perú. (Zavala et al., 2007) 48
Figura 22: Las configuraciones uniformes poseen mejor comportamiento. (Janampa Ochoa, 2016) 49
Figura 23: Algunas soluciones al agregar elementos estructurales para eliminar el problema de planta baja libre, piso blando (Arnold y Reitherman, 1991; Sebastián, 2013). 49
Figura 24: Continuidad de muros de albañilería.(Brito Velasco, 2013) 50
Figura 25: Contrafuertes. (Brito Velasco, 2013) 50
Figura 26: Muros de corte.(Brito Velasco, 2013) 50
Figura 27: Cruces de San Andrés. (Brito Velasco, 2013) 51
Figura 28: Soluciones Convencionales. (El País, 2016) 51
Figura 29: Soluciones avanzadas. (El País, 2016) 51
Figura 30: Derivas y estabilidad. (Cardona A., 1993) 55
Figura 31: Mapa de zonificación sísmica.(RNE, 2018) 58

Figura 32: Espectro de pseudo aceleraciones para análisis y verificación del efecto por piso blando 79
Figura 33: Espectro de pseudo aceleraciones para análisis sísmico dinámico con piso blando 80
Figura 34: Edificio N° 01 sin rigidizar 81
Figura 35: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 01 85
Figura 36: Edificio N° 02 sin rigidizar 89
Figura 37: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 02 93
Figura 38: Edificio N° 03 sin rigidizar 98
Figura 39: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 03 102
Figura 40: Edificio N° 04 sin rigidizar 106
Figura 41: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 04 110
Figura 42: Edificio N° 01 rigidizado con muros de corte 115
Figura 43: Edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés 116
Figura 44:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección X 118
Figura 45 :Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección Y 119
Figura 46: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección X 120
Figura 47: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección Y 120
Figura 48: Edificio N° 02 rigidizado con muros de corte 123
Figura 49: Edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés 125
Figura 50: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección X 127
Figura 51:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección Y 127
Figura 52: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X 128
Figura 53: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección Y 129
Figura 54: Edificio N° 03 rigidizado con muros de corte 132
Figura 55: Edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés 133
Figura 56: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección X 135
Figura 57:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección Y 136
Figura 58: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección X 137
Figura 59: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección Y 137
Figura 60: Edificio N° 04 rigidizado con muros de corte 140
Figura 61: Edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés 142

Figura 62: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección X 144
Figura 63: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección Y 144
Figura 64: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección X 145
Figura 65: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección Y 146

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “Estudio de la irregularidad por piso blando y su influencia en la estabilidad de edificios de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica”, se realizó el estudio de la irregularidad por piso blando, mediante el análisis sísmico dinámico de edificaciones existentes de albañilería confinada de 3 a 5 pisos, en aquel estudio, se halló las características estructurales que causan el efecto piso blando y se verificó, cómo influye en la estabilidad de las edificaciones de albañilería confinada.

Encontrándose que las edificaciones existentes tienen el efecto piso blando en su primer piso, debido a la mala estructuración arquitectónica y estructural, asimismo se planteó el uso de refuerzos estructurales rigidizados con muros de corte y rigidizados con cruces de San Andrés.

Del estudio se logró verificar el comportamiento estructural de las edificaciones ante un sismo, pudiéndose identificar de manera más ilustrativa el efecto por piso blando y su influencia en la estabilidad de las edificaciones de albañilería confinada, de la misma manera se verificó, como la adición de refuerzos estructurales ayudan a las edificaciones con el problema de piso blando, llegando a la conclusión que las edificaciones existentes con piso blando deben ser rigidizados con refuerzos estructurales, con ellos se mejoran la estabilidad estructural de las edificaciones ante la presencia de un sismo.

Para el análisis propiamente dicho se utilizó la Norma Técnica Peruana E.030, del estudio y análisis realizado a las edificaciones existentes, se encontró el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso, esto debido a la falta de rigidez del primer piso, respecto a los pisos superiores; pues el primer piso tiene menor densidad de muros de albañilería, ya que la funcionalidad arquitectónica de los espacios es para tiendas, restaurantes, salón multiusos y estacionamientos; mientras los pisos superiores cuentan con una gran densidad de muros de albañilería, puesto que la funcionalidad de los espacios es para viviendas (departamentos, mini departamentos y habitaciones).

Se realizó la adición de refuerzos estructurales en el piso blando de manera apropiada y factible, encontrando que estos refuerzos compensan las rigideces del primer piso con los pisos superiores, mejorando de esta manera la estabilidad de las edificaciones.

De los resultados logrados, se determinó que las características más influyentes que causan la irregularidad por piso blando, son el cambio brusco de rigidez, discontinuidad de los muros de albañilería, vigas más rígidas que las columnas y tener un piso más alto que los pisos adyacentes; también se determinó que el medio más favorable para contrarrestar esta irregularidad en edificaciones existentes con piso blando, es mediante la adición de refuerzos estructurales, siendo el refuerzo estructural de mejores resultados, los muros de corte; ya que proporcionan una mayor estabilidad a la edificación aumentando la rigidez y reduciendo los desplazamientos laterales en su piso blando, contrarrestando de esta manera el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.

Palabras clave: Piso blando, rigidez, muros de corte, cruz de San Andrés, estabilidad, albañilería confinada.

ABSTRACT

The present research work entitled "Study of irregularity by soft floor and its influence on the stability of masonry buildings confined in the city of Huancavelica, Province of Huancavelica", was carried out the study of irregularity by soft floor, through the analysis Dynamic seismic of existing buildings of confined masonry of 3 to 5 floors, in that study, the structural characteristics that cause the soft floor effect were found and verified, how it influences the stability of confined masonry buildings

Finding that existing buildings have the soft floor effect on their first floor, due to poor architectural and structural structuring, the use of stiffened structural reinforcements with cutting walls and stiffened with San Andres crossings was also raised.

From the study it was possible to verify the structural behavior of the buildings before an earthquake, being able to identify in a more illustrative way the effect by soft floor and its influence on the stability of the buildings of confined masonry, in the same way it was verified, as the addition of Structural reinforcements help buildings with the soft floor problem, reaching the conclusion that existing soft floor buildings must be stiffened with structural reinforcements, with them the structural stability of buildings in the presence of an earthquake is improved.

For the analysis itself, the Peruvian Technical Standard E.030 was used, from the study and analysis carried out to the existing buildings, the effect of the irregularity of stiffness by soft floor on the first floor was found, this due to the lack of rigidity of the first floor, with respect to the upper floors; because the first floor has a lower density of masonry walls, since the architectural functionality of the spaces is for shops, restaurants, multipurpose room and parking lots; while the upper floors have a high density of masonry walls, since the functionality of the spaces is for homes (apartments, mini apartments and rooms).

The addition of structural reinforcements in the soft floor was made in an appropriate and feasible way, finding that these reinforcements compensate the rigidities of the first floor with the upper floors, thus improving the stability of the buildings.

From the results achieved, it was determined that the most influential characteristics that cause the soft floor irregularity, are the abrupt change of rigidity, discontinuity of the masonry walls, beams more rigid than the columns and have a floor higher than the adjacent floors ; It was also determined that the most favorable means to counteract this irregularity in existing buildings with a soft floor is by adding structural reinforcements, the structural reinforcement of better results being the cutting walls; since they provide greater stability to the building increasing stiffness and reducing lateral displacements in its soft floor, thus counteracting the effect of irregularity of stiffness by soft floor.

Key words: Soft floor, stiffness, cutting walls, cruz de San Andrés, stability, confined masonry.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país altamente sísmico que está ubicado en el llamado cinturón de fuego, por esto, la ingeniería estructural toma un papel importante en el diseño de edificaciones sismoresistentes, para poder minimizar los daños que puedan ocasionarse durante un sismo.

Una de las fallas más comunes en la estructuración de los edificios, es la condición de la irregularidad de rigidez por piso blando, debido a que este efecto puede afectar el comportamiento global de las edificaciones durante sismos severos o incluso en sismos moderados, ocasionando en la edificación un gran desplazamiento lateral en el piso blando, producido por una gran carga vertical proveniente de los pisos superiores rigidizados por los tabiques o muros de albañilería, causando un gran efecto destructivo, manifestado a través del colapso parcial o total de la estructura.

El problema de la irregularidad de rigidez por piso blando en edificaciones, es debido a que las columnas se diseñan para resistir momentos flectores, generados por la fuerza sísmica, pero se exceptúan los producidos por el desplazamiento lateral, la misma puede ocurrir en cualquier nivel, pero es más crítico cuando se ubica en el primer piso, donde las fuerzas sísmicas son más grandes.

En el presente trabajo de investigación se muestra las características, la influencia, el comportamiento y el uso de refuerzos estructurales, mediante análisis sísmico de 04 edificaciones existentes de albañilería confinada, ubicados en la ciudad de Huancavelica, teniendo en cuenta que esta irregularidad de rigidez por piso blando no ha sido ampliamente estudiada y en especial en edificaciones de albañilería confinada.

De la misma manera, en la norma E.030 respecto al piso blando, solo es considerado como un tipo de irregularidad en altura, mencionando que la información dada por la norma E.030 respecto al piso blando no es suficiente, ya que esta irregularidad tiene características especiales a considerar en el análisis sísmico, partiendo inicialmente desde la adecuada estructuración arquitectónica y estructural hasta un análisis no lineal.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, los movimientos sísmicos son importantes, debido al efecto que causa sobre las edificaciones y la imposibilidad de impedirlos, por lo que el diseño de las edificaciones deben ser analizadas a fin de garantizar la estabilidad y seguridad de las mismas ante este efecto natural, bajo el crecimiento y desarrollo de los edificios es de suma importancia interpretar el comportamiento sísmico dinámico bajo los efectos de irregularidades que presenta cada edificio.

Sabemos que Perú es un país altamente sísmico, tomando en cuenta los fuertes movimientos telúricos que han arruinado ciudades y poblados en estos últimos años, el caso dramático de la República de Chile, donde según cifras arrojadas por la Oficina Nacional de Emergencia hubo 799 fallecidos (febrero, 2010), Haití estima la Cruz Roja entre 45 mil y 50 mil los muertos (Enero, 2010), Perú con una magnitud de 8.0 en la escala sismológica de magnitud de momento y una intensidad máxima de IX en la escala de Mercalli Modificada, dejó 596 muertos (Agosto, 2007), Ecuador con una magnitud de 7.8 en la escala sismológica de magnitud de momento, dejó 671 muertos (Abril, 2016); los estudios llevados por los investigadores en los diferentes países, encontraron la presencia de las mismas fallas en los edificios, las que llevaron incluso al colapso de las edificaciones. Las fallas que se presentaron durante los eventos sísmicos mencionados anteriormente, fue la irregularidad de rigidez lo que provocó el piso blando, la columna corta entre las más importantes, los edificios que sufrieron el efecto de piso blando, fueron aquellos en los que su primer piso era

destinado para estacionamientos, locales comerciales, restaurantes, etc. y los pisos superiores eran destinados a viviendas. Esto produjo que la rigidez lateral del primer piso sea menor que la rigidez de los pisos superiores y por ende condujeron a la estructura a fallar en el primer piso.

Por tales consideraciones, el fenómeno de la irregularidad por piso blando debe ser estudiado más ampliamente, considerando que esta irregularidad afecta en la estabilidad global de las edificaciones; de igual manera se debe establecer lineamientos reglamentarios que consideren el efecto de manera más adecuada.

En vista al incremento de edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica con niveles de 3 a 5 pisos, surge la necesidad de realizar el estudio de la irregularidad por piso blando en las edificaciones de albañilería confinada, partiendo desde los diseños arquitectónicos y estructurales, a fin de garantizar la estabilidad y disminuir su vulnerabilidad al colapso de los edificios.

Dentro de este contexto, se focaliza el problema en el estudio de la irregularidad de rigidez por piso blando y su influencia en la estabilidad de edificios de albañilería confinada, según la norma técnica peruana E.030, Diseño Sismorresistente.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?
- ¿De qué manera el análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?

- ¿De qué manera los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?
- ¿De qué manera del uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Estudiar la influencia de la irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada, enfocándose en el análisis sísmico dinámico de viviendas existentes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar la influencia de las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- Determinar la influencia del análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- Determinar la influencia de los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- Determinar la influencia del uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.

1.4. Justificación

Debido al incremento de edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica con niveles de 3 a 5 pisos y observando que sus distribuciones arquitectónicas son descontinuas, de funcionalidades diferentes en cada piso del edificio. Se realizó una inspección a los edificios en la ciudad de Huancavelica,

donde se encontró que los diseños arquitectónicos ejecutados no estarían acordes con la norma técnica E.070 y E.030; donde menciona que se debe evitar los cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación y las densidades de muros deben ser similares en las dos direcciones principales en todos los niveles de la edificación.

Por lo tanto, se indica que los edificios de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica, tienen discontinuidad de densidad de muros y cambios bruscos de rigidez según la inspección realizada, de esta manera pudiendo generarse el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en los edificaciones de albañilería confinada; ya que, se ve que la rigidez lateral del primer piso es menor que la rigidez de los pisos superiores, esto según a la funcionalidad que le están brindando a su primer piso; siendo destinados a estacionamientos, locales comerciales, restaurantes, salones multiusos, etc. y los pisos superiores siendo destinados para viviendas (habitaciones, oficinas, departamentos y mini departamentos) y por ende ocasionándose cambios bruscos de rigidez del primer piso con los pisos superiores, lo cual podría conducir a la estructura a fallar en el primer piso.

Por ello surge la necesidad de realizar esta investigación, para determinar las características que intervienen en la configuración estructural que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, de la misma manera se verifica la influencia de los cambios bruscos de rigidez y la discontinuidad de la densidad de muros de albañilería en los entrepisos adyacentes, así mismo se verifica la influencia de la irregularidad por piso blando y la adición de refuerzos estructurales en la estabilidad de las edificaciones de albañilería confinada, a fin de garantizar la seguridad y disminuir su vulnerabilidad al colapso de los edificios mediante el uso de los factores de irregularidad establecidos en la norma técnica E.030.

Esta es la razón de ser de esta investigación, encontrar la influencia y las causas del efecto por piso blando, que será determinado mediante análisis dinámico en base a las derivas, desplazamientos máximos y factores de irregularidad, por

ello, esta investigación será de gran ayuda para comprender de manera más ilustrativa la irregularidad de rigidez por piso blando.

1.5. Limitaciones

Se tuvo limitaciones al momento de la búsqueda de información, en especial de la obtención de datos de las edificaciones de albañilería confinada de 3 a 5 pisos. Debido que, para el estudio se tenía que obtener datos generales y específicos de viviendas existentes en la ciudad de Huancavelica (planos arquitectónicos, planos estructurales, estudio de suelos, ubicación, etc.)

También se tuvo limitaciones en la búsqueda de información sobre el piso blando, en edificaciones de albañilería confinada, ya que no se encontraron estudios relacionados con este tema; en los reglamentos de edificaciones no existe información al respecto, puesto que solo es considerado como un estado de irregularidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los antecedentes de la presente investigación se obtuvieron revisando las diversas fuentes bibliográficas que a continuación se mencionan:

2.1.1. A Nivel Internacional:

- ✓ Tesis: SOLUCIÓN CON MUROS DE CORTE PARA EVITAR EFECTOS DE PISO SUAVE EN UNA EDIFICACIÓN, UTILIZANDO STAAD; Fuente: Universidad San Carlos De Guatemala, Facultad de Ingeniería; Autor: Miguel Benjamín Brito Velasco; Guatemala, Marzo del 2013. En este trabajo de grado se realiza el estudio de las causas que produce el efecto de piso blando, planteando una solución con muros de corte, para lo cual reúne la información referente a las consecuencias que pueden causar en una estructura sismoresistente, un cambio de rigidez abrupto, de un piso superior a uno inferior. Este cambio de rigidez puede ser causado por muros o por la irregularidad en la arquitectura; planteando la solución de utilizar muros de corte para evitar deformaciones laterales máximas causadas por el cambio de rigidez, realizando un análisis estructural utilizando el programa STAAD V.8, y describiendo los factores de castigo recomendados por AGIES; con el fin de lograr un comportamiento adecuado sin superar los valores de deformaciones laterales permitidas, obteniendo las siguientes conclusiones:
  - El efecto de piso suave ocasiona que se tengan deformaciones muy altas en la zona débil, lo que genera que este piso pueda colapsar ante un sismo.
  - El cambio de rigidez es el principal causante del piso suave.

- La forma geométrica irregular y desfase en la transición de cargas puede llegar a generar el piso suave.
- La solución con muros de corte es la más adecuada, debido a la funcionalidad de las estructuras.
- El piso suave, será el primero y quizá el único en alcanzar deformaciones inelásticas.

2.1.2. A Nivel Nacional:

✓ Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE PISO BLANDO EN EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS APORTICADAS; Fuente: Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil; Autor: Jorge Janampa Ochoa; Lima - Perú, 2016. En este trabajo de grado se estudió la influencia de la configuración estructural en el comportamiento sísmico de edificaciones aporticadas, enfocándose en la irregularidad de rigidez por piso blando, con el objetivo de mejorar la comprensión del comportamiento sísmico de edificios que presentan irregularidad de piso blando, mediante análisis dinámicos lineales y no lineales estáticos (pushover), revisando varios códigos para precisar cómo se define la irregularidad piso blando. De la misma manera se buscó encontrar el límite de la irregularidad que garantice la estabilidad de la estructura evitando el colapso. De esta manera, se asegura que la estructura llegue a formar un mecanismo de colapso escogido durante la etapa de diseño (vigas débiles y columnas fuertes), obteniendo las siguientes conclusiones:

- Para los edificios analizados linealmente, se realizó la verificación de la distorsión del primer piso, donde la altura varía desde tres hasta nueve metros, para que el modelo sea aceptable de acuerdo al límite para la distorsión de entrepiso para concreto armado que es 0.007 (de acuerdo a lo que indica en la norma sismorresistente E.030). Se puede indicar que, para los edificios

de tres, cinco, nueve y quince pisos, la altura máxima del primer piso debe ser 4.5, 3.5, 4.5 y 5.0 metros respectivamente.

- El comportamiento no lineal de una edificación mejora cuando se distribuye mejor la rigidez lateral en altura (rigidez constante por entrepiso). En las estructuras analizadas debido al incremento de la altura del primer piso, la rigidez disminuye; y se observó que el primer piso es el que falla y los otros niveles permanecen casi en el rango elástico; esto se debe a la insuficiente rigidez del primer piso, este fue el tipo de comportamiento que se conoce como piso blando.
- Cuando se tienen estructuras con primer piso blando, el comportamiento global de la estructura es semejante al de un oscilador de un grado de libertad representado solo por el primer entrepiso. Este resultado pone de manifiesto que la respuesta global de la estructura está influida en gran medida por la respuesta del primer nivel.
- Este estudio ha permitido estimar cuantitativamente los efectos de la irregularidad de piso blando en el desempeño de edificio para que se puedan mitigar sus efectos en la fase de diseño inicial.

✓ Tesis: ANÁLISIS DINÁMICO DE AISLADORES DE BASE ELASTOMÉRICOS COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA EDIFICACIONES CON FALLAS POR PISO BLANDO; Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil; Autor: Jazmín Isabel Romero Urrunaga; Cajamarca, 2014. En este trabajo de grado realiza el estudio para dar una alternativa de solución a una de las fallas existentes y quizá la más peligra, la falla por irregularidad de piso blando en edificaciones, mediante uso de unos dispositivos denominados aisladores de tipo elastoméricos.

Para el análisis toma como muestra una edificación destinada a viviendas multifamiliares, cuya característica principal es que la altura de su primer nivel es mayor comparada con los demás niveles,

así mismo presenta escasez de muros, ya que este nivel es destinado para estacionamientos, la cual es modelada y analizada (análisis dinámico lineal tiempo-historia) con la ayuda del programa ETABS v.9.7.0.

Llegando a la conclusión final que la edificación con presencia de falla por piso blando, usando aisladores elastoméricos, mitiga la falla por dicha irregularidad; las derivas en el primer piso de la edificación en estudio, donde ocurre la falla por piso blando, se reducen en un promedio de 83%, cuando se ubican los aisladores elastoméricos en la base del edificio, mientras que cuando se ubican sobre las columnas del primer nivel, se reducen las derivas en un promedio de 97.8%.

- ✓ Tesis: EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CALIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO SEGÚN LA NORMA E.030 Y PROPUESTA DE MODIFICACIÓN; Fuente: Pontificia Universidad Católica de Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería; Autor: Miguel Angel Schenone Cano; Lima, Febrero del 2011. En este trabajo de grado realiza el estudio de las irregularidades que se presenta en las estructuras, incidiendo en particular en la llamada irregularidad por piso blando. Proponiendo plantear algunos parámetros de control para dicha irregularidad y su influencia sobre los diseños finales, así como su comparación con la norma vigente.

  Sugiriendo adicionar la categoría de piso blando extrema, cuyo factor es de calificación, se sugiere que sean 0.6 y 0.7 ya que el fenómeno de piso blando se enfoca principalmente en la cantidad de desplazamiento que se concentra en un solo piso respecto al desplazamiento total del último piso de dicho edificio.

  Llegando a la conclusión final de los análisis realizados a lo largo de este estudio, se presenta el enunciado de la definición como la irregularidad de rigidez piso blando que se propone para reemplazar al que se tiene en la Norma E.030 actual, “Si la pseudo rigidez lateral de un entrepiso (definida como la relación entre la fuerza cortante de

entrepiso y el desplazamiento relativo del centro de masa del techo de dicho entrepiso), es menor al 80% del correspondiente al entrepiso inmediatamente superior o menor que el 90% de promedio del pseudo rigidez lateral de los tres entrepisos inmediatamente superiores; se considera que la estructura califica como irregular por piso blando. No es aplicable en sótanos"

- ✓ Proyecto: EL PROBLEMA DE PISO BLANDO; Fuente - Pontificia Universidad Católica de Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería; Autor: Ángel San Bartolomé. En este trabajo de investigación menciona el problema de piso blando, el cual surge de los edificios que presentan alta flexibilidad por la escasa densidad de muros que impide controlar los desplazamientos laterales impuestos por los terremotos, en tanto que, los pisos adyacentes son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros, planteando las siguientes soluciones:
  - La mejor solución al problema de piso blando es evitándolo desde la concepción arquitectónica del edificio, haciendo que los muros presenten continuidad a lo largo de su altura, por ejemplo, tratando que las cocheras estén en la parte externa del edificio.
  - Una solución ideal, por ejemplo, sería crear edificios destinados a cocheras (cocheras comunitarias) cada tres cuadras, de modo que sean ocupados por los vehículos de los habitantes de la zona circundante, de esta manera, los edificios restantes no tendrían la necesidad de reservar espacios para estos vehículos y los muros sería continuos.
  - Para el caso de edificios existentes con "Piso Blando", habría que resolver el problema mediante la rigidización de este piso, con la adición de muros de concreto armado, sin importar que se pierdan algunos espacios, en vista que es peor perder al edificio completo incluyendo los vehículos e incluso, hasta las vidas humanas.

2.1.3. A Nivel Local

En la región de Huancavelica no se encontró ningún antecedente similar al presente proyecto.

2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Piso Blando

2.2.1.1. Definición:

(San Bartolomé, 2007), el problema de "Piso Blando" surge en aquellos edificios aporticados (compuestos predominantemente en su estructura por vigas y columnas), donde el piso en mención presenta alta flexibilidad por la escasa densidad de muros que impide controlar los desplazamientos laterales impuestos por los terremotos, en tanto que, los pisos adyacentes son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros.

Este es el caso, por ejemplo, de aquellos edificios que presentan en su primer piso cocheras, tiendas o restaurantes (Figura 1), donde por el uso que se le da tiene pocos muros, mientras que los pisos superiores, generalmente destinados a vivienda, contienen muchos tabiques de albañilería que los rigidizan lateralmente (Figura 2), al actuar el tabique durante el sismo como una especie de puntal diagonal sobre el pórtico que lo enmarca.

Figura 1: Edificios con piso blando. *(San Bartolomé, 2007)*

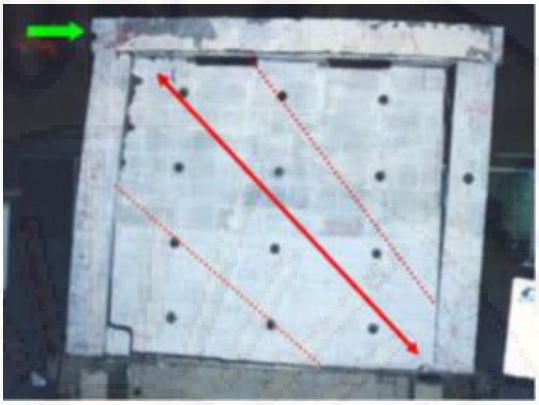


Figura 2: Reacción del tabique ante sismos puntal diagonal sobre el pórtico.
(San Bartolomé, 2007)

2.2.1.2. Comportamiento del piso blando ante los Sismos

(San Bartolomé, 2007), durante los sismos severos, o incluso a veces en los sismos moderados, en el "Piso Blando" se produce un gran desplazamiento lateral (Δ en la Figura 3), que se traduce en una excentricidad de la carga vertical "P" proveniente de los pisos superiores rigidizados por los tabiques. Esto da lugar a un momento (PxΔ) que debe ser equilibrado por los momentos flectores generados en los extremos de las columnas del Piso Blando (m(Δ)).

Muchas veces los ingenieros estructurales diseñan a las columnas del "Piso blando" como para soportar los momentos flectores generados por la fuerza sísmica m(F) en la (Figura 3), o "análisis de primer orden", obviando a los producidos por el desplazamiento lateral m(Δ). Con lo cual, durante el sismo, el momento flector actuante M = m(F) + m(Δ) supera a la capacidad resistente m(F), dando lugar a la formación de rótulas en los extremos de las columnas del Piso Blando (Figura 4), lo que conduce a una mayor flexibilización del piso en mención incremento de Δ, sobreviniendo finalmente el colapso de la edificación.

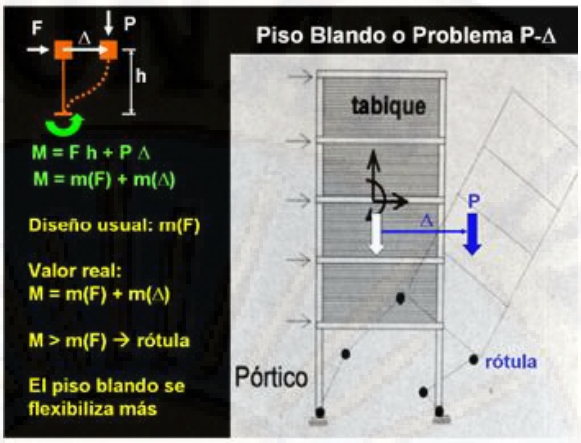


Figura 3: Piso blando o problema P - Δ. *(San Bartolomé, 2007)*

Figura 4: Rótulas en los extremos de las columnas por efecto de piso blando.*(San Bartolomé, 2007)*

2.2.1.3. Verificación de irregularidad de rigidez – piso blando

(RNE, 2018), la Norma Técnica de Edificaciones E.030 indica que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

2.2.1.4. Factores influyentes

(Brito Velasco, 2013), entre los factores que afectan, están las configuraciones de arquitectura y una mala práctica en la construcción de la edificación. A continuación, algunos factores que influyen en la irregularidad por piso blando.

- **Configuración geométrica**

  Hay una gran tendencia arquitectónica en la configuración del piso suave, aunque la irregularidad geométrica en los primeros niveles se conozca que es desfavorable para la distribución de las cargas, muchas veces es necesario aceptarla para ciertas irregularidades en beneficio de funcionalidad.

  Ahora bien, se sabe entonces que la geometría de una edificación juega un papel importante a la hora de un evento sísmico, entonces esta es vital en las dimensiones de una catástrofe, y puede ser establecida como una configuración regular o irregular dependiendo del arreglo de los elementos estructurales.

- **Irregularidad en carga vertical**

  La irregularidad en cargas, se produce cuando existe una irregularidad vertical y las cargas superiores cambian de dirección al momento de transferirse al suelo. Para estas irregularidades se introduce el factor de sobreresistencia Ωr para manejar situaciones en las que se rompe la continuidad de las cargas.

  En el caso de columnas o muros de corte que no continúan hacia la cimentación, el corte inducido afecta a los otros elementos del piso inferior, en este punto es donde se produce el efecto de piso suave.

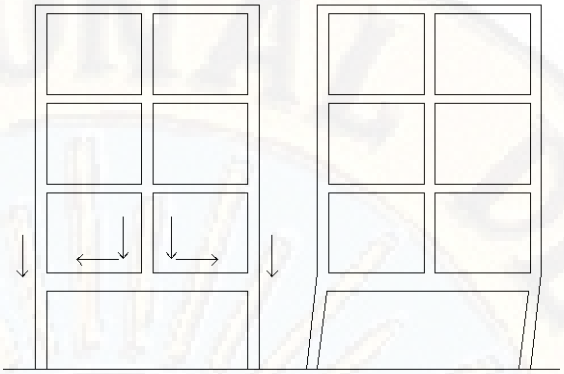


Figura 5: Irregularidad en carga vertical.*(Brito Velasco, 2013)*

La razón del deslizamiento del piso recae en que el nivel donde se interrumpen los elementos es más flexible que los restantes.

- **Irregularidad en la rigidez**

  La irregularidad de rigidez en una estructura se considera, cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70 por ciento de la rigidez lateral del piso superior, o menor que el 80 por ciento del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores. Este efecto, es producido por varios factores que generan el cambio en la rigidez.

  En un caso extremo, cuando la rigidez lateral de la estructura de un piso, es menor que 60 por ciento de la rigidez del piso superior o menos que el 70 por ciento de la rigidez promedio de los tres pisos superiores.

  El cambio de rigidez es quizá el mayor causante del efecto de piso suave, porque muchas veces al tener muros superiores rigidizan demasiado la estructura superior y llevan al colapso los elementos del piso inferior. Los cambios de rigidez son muy comunes en edificaciones de mampostería, en la mayoría de ocasiones las construcciones no supervisadas, tienden a tener estos problemas por la necesidad de espacio en el nivel bajo.

  El problema del cambio de rigidez, no siempre suele darse por la irregularidad geométrica, la mayoría de veces es por no dejar juntas sísmicas entre las columnas y los muros no estructurales.

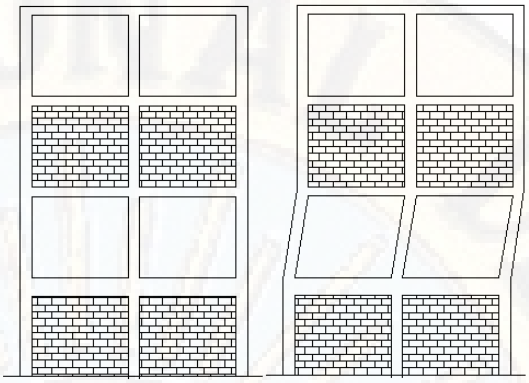


Figura 6: Irregularidad en rigidez por muros. *(Brito Velasco, 2013)*

El problema del cambio de rigidez debe ser solucionado desde el concepto arquitectónico, si el caso fuera lo contrario, se puede solucionar colocando muros de corte en los niveles inferiores para poder reducir el cambio de rigidez para obtener el mismo resultado.

- **Irregularidad en resistencia**

  La resistencia del piso es 80 por ciento o menos que la resistencia del piso superior caso extremo: la resistencia del piso es 65 por ciento o menos que la resistencia del piso superior.

  Si se tuviera un muro en el piso "n" con un espesor "t" y un largo "L", comparado con un muro en el piso "n+1" con espesor "t" pero con una luz de "4L".

  Inercia en el piso Inercia en el piso "n+1"

$$\text{n } será\ I = \frac{1}{12} t.L^3 I = \frac{1}{12} t.(4L)^3 = \frac{16}{2} t.L^3$$

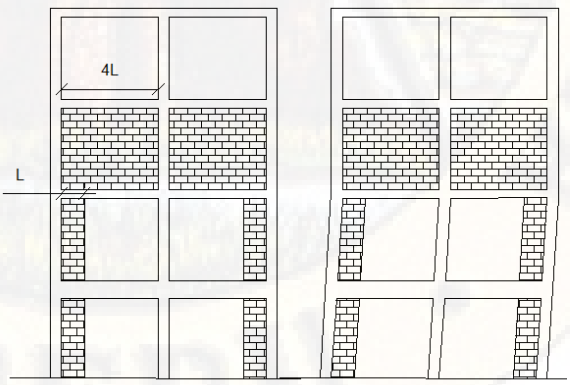


Figura 7: Irregularidad en resistencia.*(Brito Velasco, 2013)*

- **Irregularidad de masa**

  Se consideran irregularidades de masa, cuando la masa efectiva (peso sísmico) de cualquier nivel es más del 150 por ciento de la masa efectiva de un piso adyacente. Esto quiere decir, cuando la carga de un piso, es mayor dos veces más que el piso superior o inferior se producen, efectos no deseados a la hora de un sismo, como el incremento de las deformaciones. Este tipo de diferencias puede ocurrir cuando existan espesores de losa más grande que el nivel adyacente, además puede ser provocado por sobrecarga adherida a la estructura principal, como maquinaria anclada a las vigas o columnas provocando un peso símico mayor a lo normado.

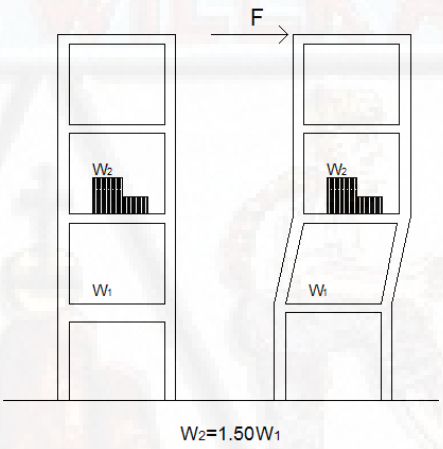


Figura 8: Irregularidad en masa.*(Brito Velasco, 2013)*

El problema en cuestión es ocasionado por altas concentraciones de masa en algún nivel determinado del edificio y se puede deber a la disposición en el de elementos pesados, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, etc. El problema es mayor en la medida en que dicho nivel pesado se ubica a mayor altura, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, para esto es importante hacer énfasis en el cálculo del sismo vertical que está en función de la carga muerta.

- **Muros de corte discontinuos**

  Cuando un edificio está conformado por muros de cortante, estos se pueden ver sometidos a cargas extremadamente altas. Si estos muros

no coinciden en planta con los del piso siguiente, ocasionan el efecto de piso suave.

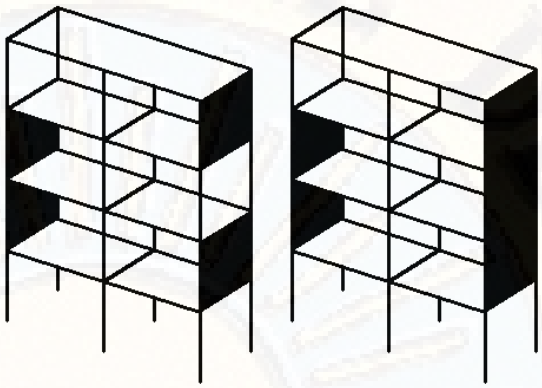


Figura 9: Irregularidad en muros a cortante.*(Brito Velasco, 2013)*

- **Flexibilidad estructural**

  La excesiva flexibilidad de la edificación ante cargas sísmicas puede definirse como la susceptibilidad a sufrir grandes deformaciones laterales entre los diferentes pisos, conocidas como derivas. Las principales causas de este problema residen en la excesiva distancia entre los elementos de soporte (claros o luces), las alturas libres y la rigidez de los mismos. Dependiendo de su grado, la flexibilidad puede traer como consecuencias:

  - Daños en los elementos no estructurales adosados a niveles contiguos.
  - Inestabilidad en el piso más débil (suave), o inestabilidad global.
  - La ductilidad se concentra en las zonas más flexibles llegando a fallas abruptas.

  Para un análisis adecuado de los problemas de derivas y estabilidad resulta de gran importancia el cálculo de los valores adecuados de desplazamiento. Ser conservador en este aspecto, es más conveniente en el caso de obras importantes y esenciales que en otras construcciones.

- **Cambio rigidez en columna**

  Las columnas dentro de una estructura tienen la vital importancia de ser los elementos que trasmiten las cargas a las cimentaciones y

mantienen en pie a la estructura, razón por la cual cualquier daño en este tipo de elementos puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación.

Por lo general, la variación de rigidez en columnas de una estructura, se presenta cuando algunos edificios están ubicados sobre laderas de colinas, o cuando en la arquitectura se generen cambios de nivel, o sobre lugares que han sido rellenados con material de baja densidad.

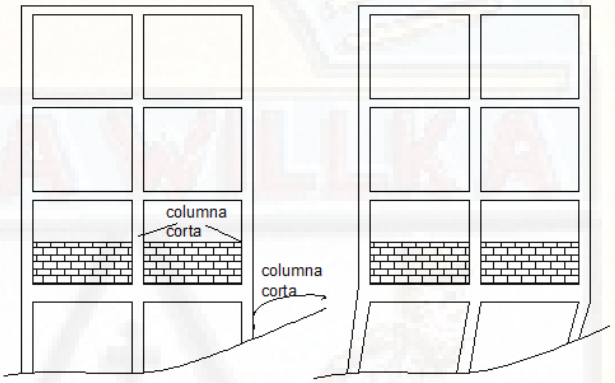


Figura 10: Columna corta por cambio de rigidez.*(Brito Velasco, 2013)*

Otra situación especial en donde se presenta el efecto de columna corta, es cuando en un edificio de marcos, se construye una pared de mampostería de relleno para dividir ambientes, pero el muro de relleno no es separado de la estructura principal, entonces la columna adyacente se comporta como columna corta, debido a la presencia de las paredes, que le restringen el movimiento lateral.

- **Relación viga - columna**

  Las estructuras se diseñan para que las columnas sean mucho más resistentes que las vigas, el objetivo es evitar el colapso de la estructura forzando a una falla local y no global.

  Las columnas dentro de una estructura tienen vital importancia de ser los elementos que transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la estructura.

Figura 11: Viga fuerte columna débil.*(Brito Velasco, 2013)*

Las resistencias a flexión de las columnas M_{nc} deben satisfacer la ecuación.

$$M_{nc} \geq \sum \frac{6}{5} M_{nv}$$

$\sum M_{nc} =$ Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo.

$\sum M_{nv} =$ Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo.

Por lo anterior, el diseño sísmico de pórticos (estructuras formadas preferentemente por vigas y columnas) busca que el daño producido por sismos intensos se produzca en vigas y no en columnas, debido al mayor riesgo de colapso del edificio por el daño en columnas. Sin embargo, muchos edificios diseñados según códigos sismoresistentes han fallado por esta causa. Estas fallas pueden agruparse en dos clases:

- Columnas de menor resistencia que las vigas.
- Cambio de rigidez en columna (columnas cortas).

- **Edificios adyacentes**

El efecto de piso suave se produce en el choque de dos edificios próximos. El golpe y los daños pueden ocasionar una respuesta irregular de las edificaciones a diferentes alturas. El daño es mayor cuando los pisos de los edificios tienen diferente nivel, con el riesgo de golpear las columnas. Cuando un edificio es mayor que otro, el

más pequeño actúa como una base para la parte superior del edificio más alto.

Los daños pueden ser minimizados bajo un control exigente de la separación de los edificios con la siguiente fórmula.

$$\Delta(cm) = 3 + 0.004(h - 500)$$

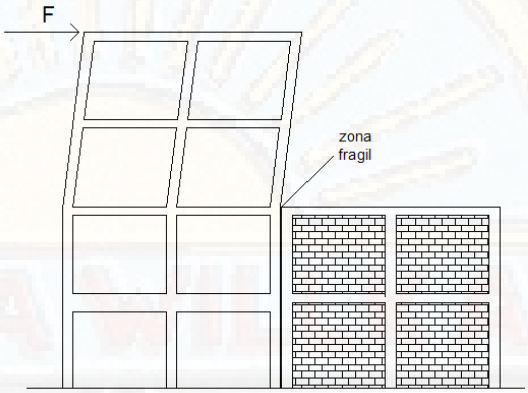


Figura 12: Edificios adyacentes.*(Brito Velasco, 2013)*

(Causas que Generan un Piso Blando, 2011, 09 de Diciembre.), cita que dentro de las causas principales que generan los pisos blandos en las estructuras son.

- Una estructura más alta en el primer piso respecto a los superiores, provocando menos rigidez y más deflexión en el primer piso.
- Un cambio abrupto de la rigidez en un piso con respecto a otro.
- El uso de muro de corte con una discontinuidad, en la cual las fuerzas cortantes son resistidas por muros que no llegan hasta la fundación.
- Discontinuidad en la trayectoria de las cargas, creada por un cambio vertical u horizontal en la estructura.

Efectos Sísmicos: La condición de piso blando o débil puede ocurrir en cualquier piso, pero es más crítico cuando ocurre en el primer piso, porque las fuerzas sísmicas son generalmente más grandes en este nivel. La característica esencial de un piso blando o débil consiste en una discontinuidad de la rigidez o resistencia, la cual ocurre en las conexiones del segundo piso.

(Raúl Jean, 2011), cita algunas posibles razones sobre la causa de la irregularidad por piso blando.

- Hay ignorancia acerca de este problema.
- No se le da la importancia requerida.
- Se nos han olvidado las consecuencias de los sismos.
- Los reglamentos no contemplan el problema, ni dan lineamientos para resolverlos.
- Los reglamentos si contemplan el problema, pero de una forma inadecuada e insuficiente.
- No se puede resolver geométricamente por cuestiones de funcionamiento o belleza.
- Se intenta resolver un problema no lineal con análisis elásticos lineales irregularidad en carga vertical.
- La información contenida en libros de diseño estructural o sísmico sobre el problema es insuficiente.
- Solamente se conoce de manera conceptual el problema, pero no se tienen soluciones cuantitativas.
- Los reglamentos lo asocian a condiciones de irregularidad.
- Los reglamentos lo agrupan en las mismas condiciones de irregularidad cuya influencia en el comportamiento sísmico es mucho menor.

2.2.1.5. Problemática de los entrepisos blandos

(Raúl Jean, 2011): Al referirse a este problema suelen describirlo como una condición de irregularidad, y se agrupa con otras condiciones de irregularidad de menor influencia en el comportamiento sísmico, para tratar este problema se limitan a aplicar factores incrementales a las fuerzas de diseño a toda la estructura.

Los problemas de este enfoque son los siguientes:

a) Se aplica el factor incremental a toda la estructura, y se hace poco por resolver el verdadero problema que es el contraste en la resistencia y rigidez.

b) Se aplica el mismo factor incremental a todas las estructuras, independientemente del número de niveles en el edificio.

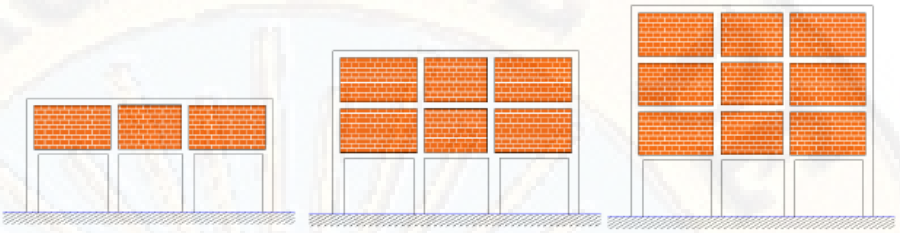


Figura 13: Edificio de diferentes niveles con piso blando. *(Raúl Jean, 2011)*

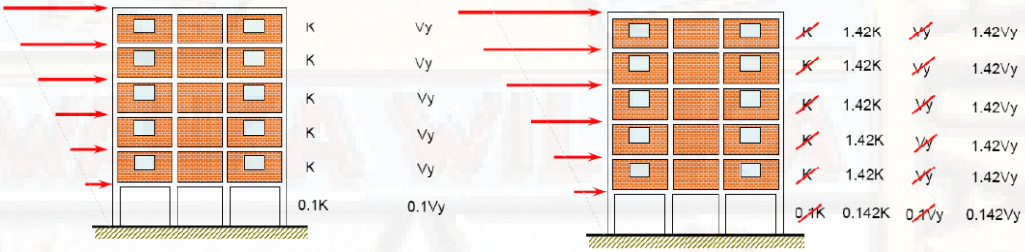


Figura 14: Edificio con factor incremental en toda la estructura, independientemente del número de niveles. *(Raúl Jean, 2011)*

Al tomar un factor de comportamiento sísmico (Q) menor (mayor fuerza) solamente se consigue diseñar para fuerzas más grandes lo que generará elementos más resistentes, pero continuará el contraste de rigideces entre los niveles.

c) Se aplica el mismo factor incremental a todas las estructuras, independientemente de la posición del entrepiso blando.

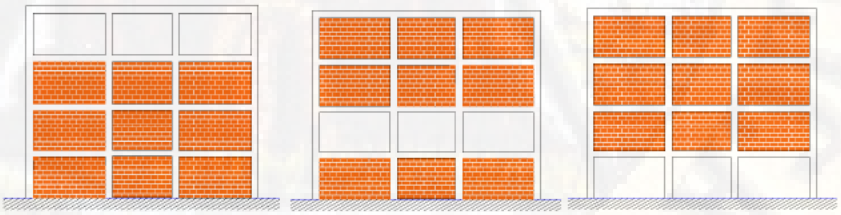


Figura 15: Edificios con diferentes posiciones del entrepiso blando. *(Raúl Jean, 2011)*

2.2.1.6. Consecuencias de los entrepisos blandos

(Raúl Jean, 2011), la demanda de desplazamiento se concentra en el entrepiso blando, teniendo relevancia cuando la estructura se desplanta en suelos blandos.

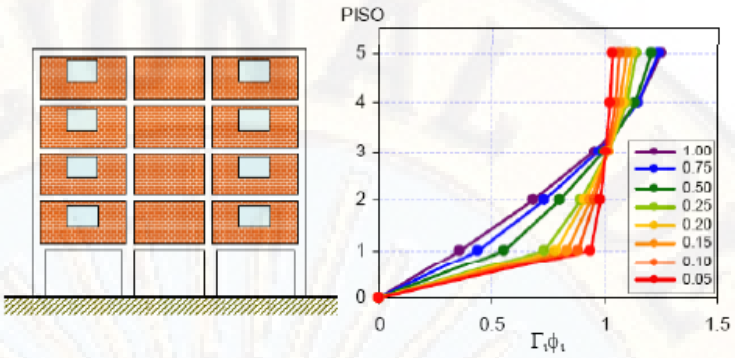


Figura 16: Desplazamiento concentrado en el entrepiso blando. *(Raúl Jean, 2011)*

El comportamiento inelástico en la estructura incrementa aun más la demanda global de desplazamiento en aquellas de periodo corto (menor a 1 seg.)

El incremento depende básicamente de:

- El periodo de vibración (entre más corto es el periodo mayor es el incremento).
- La resistencia y rigidez lateral de la estructura.
- El tipo de terreno (entre más blando mayor es el incremento).

El comportamiento inelástico en la estructura hace que las deformaciones de entrepiso se concentren aún más de lo que indica un análisis elástico.

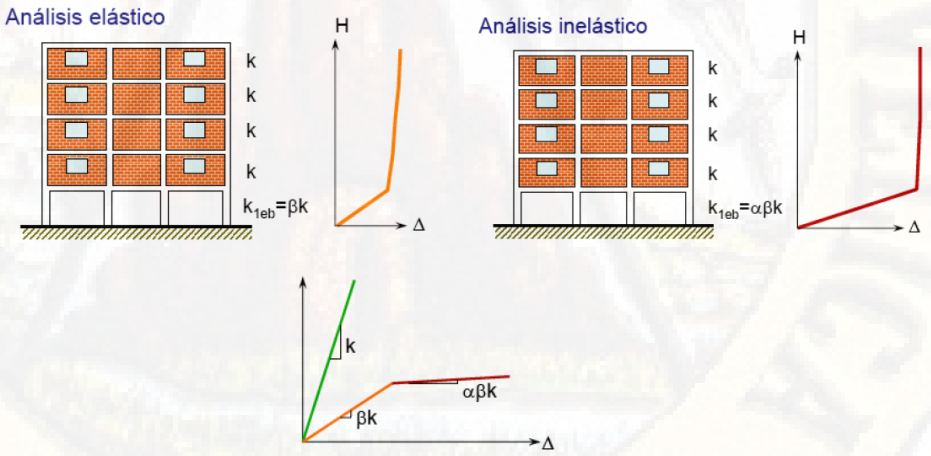


Figura 17: Comportamiento elástico e inelástico de los edificios. *(Raúl Jean, 2011)*

Deformaciones laterales grandes actuando junto con la carga axial pueden provocar no linealidades geométricas además de la no linealidad del material. La combinación puede provocar la inestabilidad dinámica de la estructura.

En suelos blandos la interacción suelo-estructura adquiere relevancia debido a la concentración de la demanda de deformación y de los efectos P-Δ.

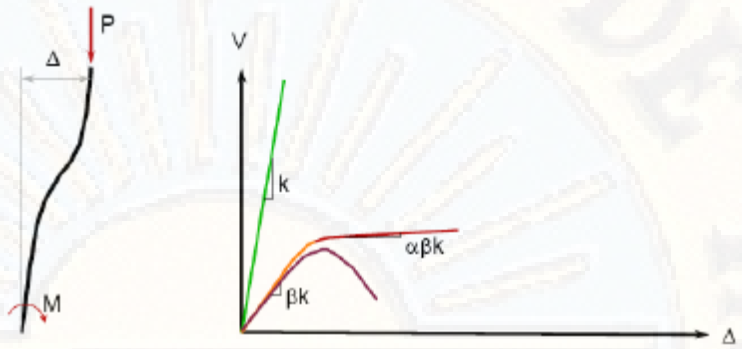


Figura 18: Demanda de deformación y los efectos P-Δ. *(Raúl Jean, 2011)*

2.2.1.7. Daños por piso blando

(Janampa Ochoa, 2016), Los pisos blandos son considerados generalmente por los ingenieros estructurales como muy perjudiciales para el comportamiento global de las estructuras. Concentrar el comportamiento inelástico y el daño en un solo piso es muy peligroso; es muy probable que el daño exceda la capacidad de deformación inelástica (ductilidad) de las columnas, llevando a la estructura a tener degradación de rigidez, inestabilidad geométrica, y posiblemente al colapso parcial o total del edificio.

Las viviendas de uno, dos y tres niveles presentaron problemas debido a la presencia de primer piso o pisos intermedios blandos. Este problema se acentuó cuando la estructuración presentaba una menor densidad de muros en las fachadas, como se muestra en la Figura 19 *(San Bartolomé, 2007)*, en la derecha los muros del primer piso fueron discontinuados para transformar el primer piso en cochera, quedando en la dirección corta solo los muros del perímetro, hechos con ladrillos de baja calidad, y un gran muro longitudinal que no aporta resistencia en la dirección corta, sino más bien genera torsión en planta. Al fallar los muros de la dirección corta, se formó el problema de piso blando, volcándose el edificio.

Figura 19: Daños severos por piso blando en sismo de Pisco 2007-Perú. *(San Bartolomé, 2007)*

Figura 20: Daños severos por piso blando en sismo de Izmit 1999 -Turquía.*(Raúl Jean, 2011)*

Otras estructuras de concreto, han mostrado desempeños inadecuados, con daños severos, causados por falta de juntas de separación y pisos blandos como se muestra en la Figura 21 donde la estructura presentó falta de rigidez en una dirección.

Figura 21: Daños severos causados por falta de juntas de separación y piso blando en sismo de Pisco 2007-Perú. *(Zavala et al., 2007)*

2.2.1.8. Soluciones de piso blando en edificios

(Janampa Ochoa, 2016), El problema de piso blando se ha presentado en todos los países sísmicos del mundo, con lo cual la mejor solución al

problema es evitándolo desde la concepción arquitectónica del edificio, evitando los espacios abiertos en niveles bajos, dando continuidad a los muros verticales en todo el largo de la estructura, y diseñando geometrías simétricas en todos los sentidos, así garantizando la continuidad de los elementos estructurales verticales hasta la cimentación como se muestra en la Figura 22.

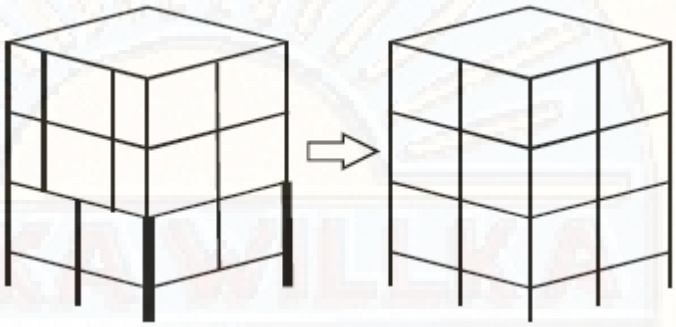


Figura 22: Las configuraciones uniformes poseen mejor comportamiento. *(Janampa Ochoa, 2016)*

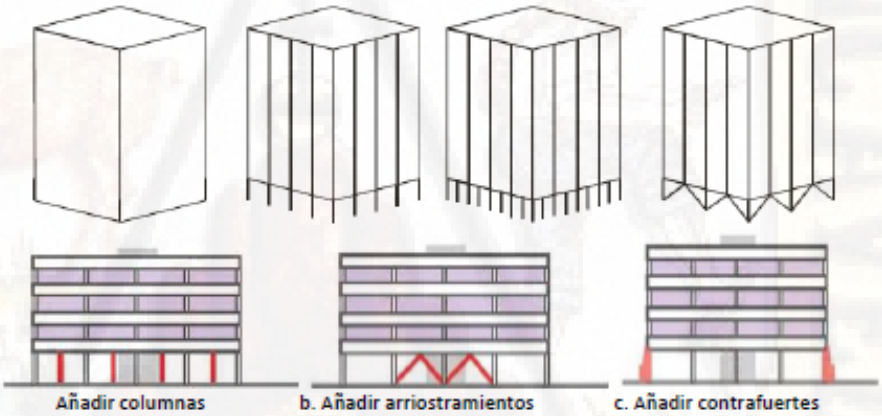


Figura 23: Algunas soluciones al agregar elementos estructurales para eliminar el problema de planta baja libre, piso blando *(Arnold y Reitherman, 1991; Sebastián, 2013).*

En la Figura 23 muestra que para el caso de edificios existentes con piso blando, habría que resolver el problema mediante la rigidización de este piso, con la adición de muros de concreto armado, muros de mampostería, aumentar el número de columnas o agregar diagonales, de modo que la estructura tenga uniformidad de rigidez en toda su altura, sin importar que se pierdan algunos espacios, en vista que es peor perder

al edificio completo incluyendo los vehículos y, a veces, hasta las vidas humanas.

2.2.1.8.1. Soluciones convencionales

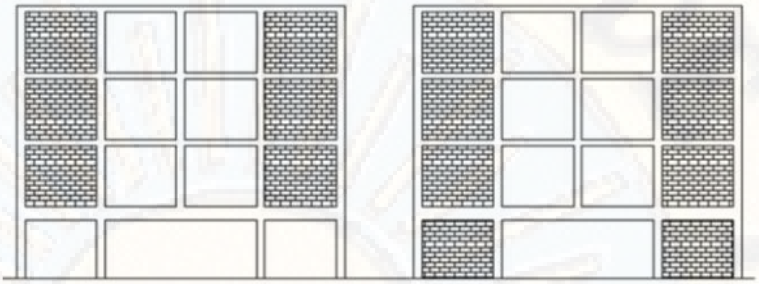


Figura 24: Continuidad de muros de albañilería.*(Brito Velasco, 2013)*

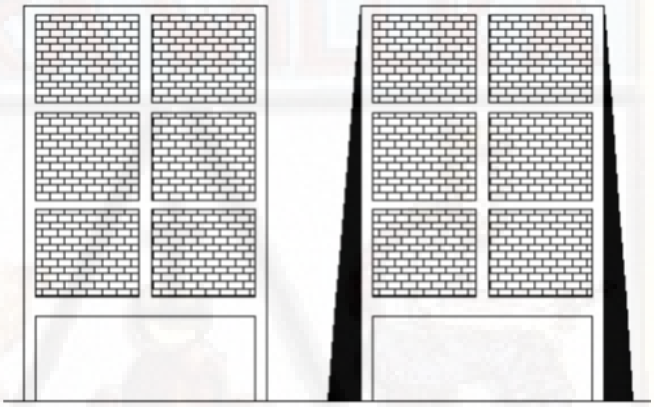


Figura 25: Contrafuertes. *(Brito Velasco, 2013)*

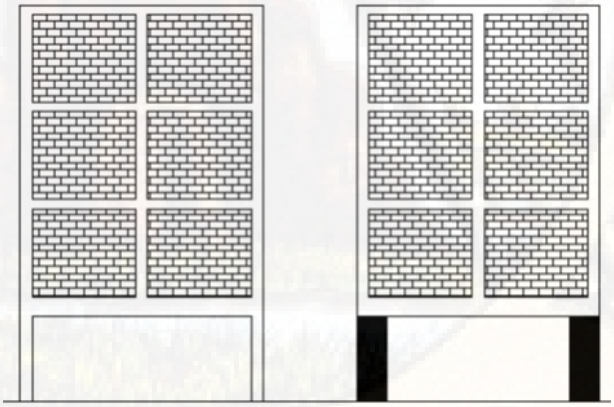


Figura 26: Muros de corte.*(Brito Velasco, 2013)*

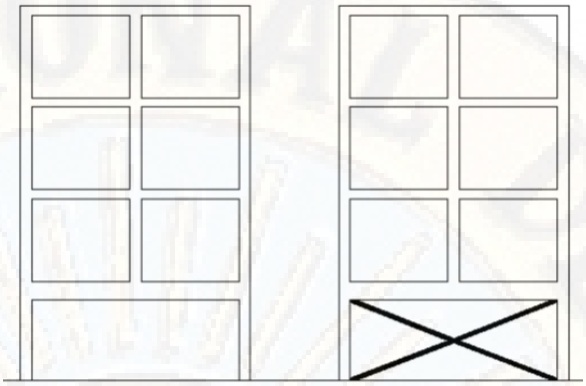


Figura 27: Cruces de San Andrés. *(Brito Velasco, 2013)*

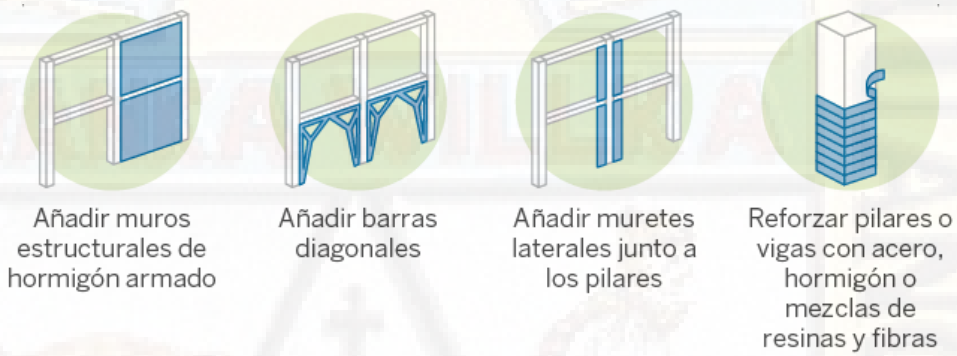


Figura 28: Soluciones Convencionales. *(El País, 2016)*

2.2.1.8.2. Soluciones avanzadas (más caras)

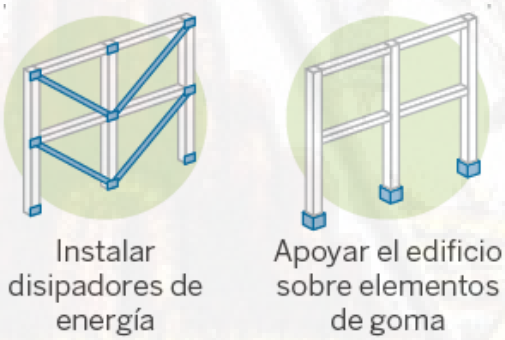


Figura 29: Soluciones avanzadas. *(El País, 2016)*

Para solucionar un problema de piso blando, se parte del concepto del mismo que se traduce en un cambio de rigidez formando una zona suave. Así que una solución práctica es aumentar la rigidez de los elementos del nivel débil. Está claro que estas soluciones requieren de factores de seguridad que se pueden encontrar en el Norma Técnica E.030 Diseño

Sismorresistente, que recomiendan los factores I_p y I_a que castiga a los elementos en zonas donde se produce el efecto de piso blando.

En las figuras 24, 25, 26, 27 y 28 se muestran las soluciones convencionales y en la figura 29 se muestra las soluciones avanzadas para el caso de edificios existentes con piso blando, habría que resolver el problema mediante la rigidización de este piso, con la adición de muros estructurales de concreto armado, muros de albañilería, barras diagonales, cruces de San Andrés, muretes laterales junto a los pilares, reforzar pilares o vigas con acero, hormigón o mezcla de resinas y fibras, de modo que la estructura tenga uniformidad de rigidez en toda su altura, sin importar que se pierdan algunos espacios, en vista que es peor perder al edificio completo incluyendo los vehículos y, a veces, hasta las vidas humanas.

2.2.1.9. Evaluación estructural de edificaciones con irregularidad de piso blando.

(Janampa Ochoa, 2016), la altura máxima en un entrepiso de un edificio aporticado para que no se produzca piso blando y que se considere un desempeño aceptable, debe ser menor de 7 metros. Esto quiere decir una relación de altura (altura típica/altura del primer piso) hasta 42% es un límite aceptable.

(Romero Urrunaga, 2014), procedimientos para poder realizar la evaluación de la irregularidad de rigidez por piso blando.

a) Información Preliminar: Para poder realizar una buena evaluación es necesario recaudar la mayor información que se tenga del edificio en estudio es decir realizando mediciones directas, inspecciones, estimativos y comparación con los planos existentes. Pero esta evaluación se lo realiza siempre y cuando existiesen dudas respecto de la seguridad de una estructura o de algunos de sus elementos o si se necesita información acerca de la capacidad de carga de una estructura en servicio para fijar sus límites de carga, se podrá efectuar una evaluación de la resistencia estructural ya sea por análisis, empleando pruebas de carga o por una combinación de ambos

procedimientos, tal como lo indica la sección 20.1.1, del capítulo 20 de la norma E.060.

b) Diagnóstico y análisis estructural: para poder realizar un buen diagnóstico de la estructura se tiene que seguir los siguientes pasos:

- Levantamiento estructural: es decir se lo realiza in situ la identificación de los elementos estructurales, dimensiones y caracterización de cada piso, para así poder comparar con los planos.
- Propiedades y características de los materiales: Deben comprobarse en obra las dimensiones de los elementos estructurales. La ubicación y tamaño de las barras de refuerzo, refuerzo electrosoldado de alambre deben determinarse a través de mediciones. Para la ubicación del refuerzo se puede utilizar los planos disponibles siempre que se realicen verificaciones puntuales para confirmar la información de los planos.

Si se requiere, la resistencia del concreto debe basarse en resultados de ensayos confiables tomadas durante la construcción o de ensayos de núcleos extraídos en la parte de la estructura cuya resistencia está en duda. Como podemos ver, nuestra norma nos indica utilizar un ensayo destructivo para obtener la resistencia del concreto. Pero tenemos que añadir la existencia de otros ensayos para obtener la resistencia de concreto, tales como: Ensayo de Esclerómetro, ensayo no destructivo que me permite mediante el número de rebotes del esclerómetro obtener la resistencia del concreto, Ensayo de Carbonatación, Inspección de Refuerzo, etc.

c) Evaluación de resistencia y rigidez: Una vez realizado todos los ensayos pertinentes para obtener datos, en esta etapa se utilizará un programa computacional para obtener así los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo. El índice de flexibilidad lo podemos obtener a partir de los datos obtenidos en el programa de desplazamientos y derivas, es decir realizando el cociente entre la máxima deriva obtenida y la permitida según nuestra norma (NTE - E.030, 2003).

$$Índice\ de\ Flexibilidad = \frac{Máxima\ Deriva\ Obtenida\ (Programa)}{Máxima\ Deriva\ Permitida\ (Segun\ norma)} \leq 1$$

El índice de sobreesfuerzo se calcula de manera similar siendo el cociente entre las solicitaciones mayoradas y la resistencia efectiva del elemento, es decir cuando el refuerzo que se requiere excede al refuerzo que puede soportar un elemento, existe un sobreesfuerzo. En el programa ETABS V.9.7.0, nos presenta esta definición mediante colores, si un elemento este sobreesforzado o no, así por ejemplo el color rojo representa un índice mayor a uno, lo cual indica un sobreesfuerzo, por lo que se debe aumentar las dimensiones de dicho elemento en muchos casos o realizar un estudio de reforzamiento en la estructura. Éste índice, lo podemos representar de la siguiente manera:

$$Índice\ de\ Sobreesfuerzo = \frac{Refuerzo\ Requerido}{Refuerzo\ Permitido} \leq 1$$

2.2.1.10. Esbeltez de la edificación

(Romero Urrunaga, 2014), Se define como la relación entre la máxima altura y el ancho mínimo de la edificación.

$$e = \frac{h}{Bmin} \leq 1.5$$

Como podemos verificar este parámetro se relaciona con la altura, razón por lo que en la norma ASCE 7-10 recomienda para un análisis de fuerza lateral equivalente que la edificación no exceda de una altura de 19.8m o 4 pisos.

2.2.1.11. Asimetría y excentricidad estructural

(Estabilidad Espacial de las Construcciones, s.f.), la distancia excesiva entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura produce asimetría estructural; cuando no hay simetría en la estructura, se pueden producir efectos de torsión sobre la estructura en su globalidad.

- Zonas de elevada actividad sísmica $e/L\ entre\ 0.10\ y\ 0.12$
- Zonas de baja actividad sísmica $e/L\ entre\ 0.12\ y\ 0.15$

2.2.1.12. Derivas y estabilidad

(Cardona A., 1993), En principio, los grandes desplazamientos laterales ponen en peligro la seguridad de la construcción en su totalidad, debido al daño que pueden representar para los elementos no estructurales en general. Sin embargo, cuando son aún mayores traen consigo el riesgo de colapso parcial o total de la edificación (figura 30).

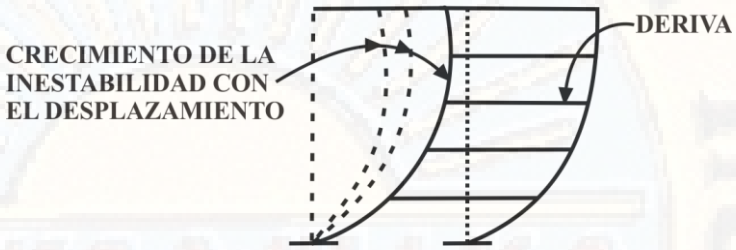


Figura 30: Derivas y estabilidad. *(Cardona A., 1993)*

2.2.1.13. Valores para diseño de muros de albañilería

(Gaspar Aguirre, 2004), los valores a ser considerados para el diseño de muros de albañilería son:

- Resistencia a la compresión f'm = 27.9 kg/cm2.
- Módulo de elasticidad Em = 11570 kg/cm2.
- Resistencia al corte v'm = 5.7 kg/cm2.
- Módulo de corte Gm = 6640 kg/cm2.

2.2.2. Norma técnica E.070 Albañilería

2.2.2.1. Análisis y Diseño Estructural

2.2.2.1.1. Definiciones

Para los propósitos de esta Norma se utilizará las siguientes definiciones:

a) **Sismo Severo**. Es aquel proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, empleando un coeficiente de reducción de la solicitación sísmica R = 3.

b) **Sismo Moderado**. Es aquel que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el «sismo severo».

2.2.2.1.2. Consideraciones Generales

La Norma establece que el diseño de los muros cubra todo su rango de comportamiento, desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico, proveyendo suficiente ductilidad y control de la degradación de resistencia y rigidez. El diseño es por el método de resistencia, con criterios de desempeño. El diseño está orientado, en consecuencia, a proteger a la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que estos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

Para los propósitos de esta Norma, se establece los siguientes considerandos:

a) El «sismo moderado» no debe producir la fisuración de ningún muro portante.
b) Los elementos de acoplamiento entre muros deben funcionar como una primera línea de resistencia sísmica, disipando energía antes de que fallen los muros de albañilería, por lo que esos elementos deberán conducirse hacia una falla dúctil por flexión.
c) El límite máximo de la distorsión angular ante la acción del «sismo severo» se fija en 1/200, para permitir que el muro sea reparable pasado el evento sísmico.
d) Los muros deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen al edificio una resistencia a corte mayor o igual que la carga producida por el «sismo severo».
e) Se asume que la forma de falla de los muros confinados ante la acción del «sismo severo» será por corte, independientemente de su esbeltez.
f) La forma de falla de los muros armados es dependiente de su esbeltez. Los procedimientos de diseño tienden a orientar el

comportamiento de los muros hacia una falla por flexión, con la formación de rótulas plásticas en su parte baja.

2.2.2.1.3. Análisis Estructural

El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.

La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo; se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.

El análisis considerará la participación de aquellos muros no portantes que no hayan sido aislados de la estructura principal. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.

2.2.2.1.4. Albañilería Confinada

Las previsiones contenidas en este acápite aplican para edificaciones hasta 5 pisos o 15 m de altura.

Para este tipo de edificaciones se ha supuesto que la falla final se produce por fuerza cortante en los entrepisos bajos del edifico. El diseño de los muros debe orientarse a evitar fallas frágiles y a mantener la integración entre el panel de albañilería y los confinamientos verticales, evitando el vaciamiento de la albañilería; para tal efecto el diseño debe comprender:

- La verificación de la necesidad de refuerzo horizontal en el muro.
- La verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores.
- El diseño de los confinamientos para la combinación de fuerzas de corte, compresión o tracción y corte fricción.

2.2.2.1.5. Muros Portantes

Los muros portantes de estructuras diafragmadas con esfuerzo de compresión no mayor que 0.01 f'm.

En los muros portantes de edificaciones diafragmadas y que como tales estarán sujetas principalmente a fuerzas coplanares, no se permitirá la formación de fisuras producidas por acciones transversales a su plano, porque estas debilitan su área de corte ante acciones sísmicas coplanares. Para la obtención del momento flector perpendicular al plano se empleará procedimientos basados en teorías elásticas.

Los pisos críticos por analizar son:

- El primer piso, por flexo compresión.
- El último piso, por tracción producida por la flexión.

2.2.3. Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente

2.2.3.1. Zonificación Sísmica

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura 31. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura 31: Mapa de zonificación sísmica.*(RNE, 2018)*

A cada zona se asigna un factor (Z) según se indica en la Tabla 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo

rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 1: Factores de zona.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	**Z**
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

2.2.3.2. Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas 2 y Nº 3.

Tabla 2: Factores de suelo "S"

FACTORES DE SUELO "S"				
SUELO / ZONA	S_o	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

Tabla 3: Períodos "T_P" Y "T_L"

PERÍODOS "T_P" Y "T_L"				
	Perfil de suelo			
	S_o	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,80	1,00	1,05	1,10
T_L (s)	0,80	1,00	1,15	1,20

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

2.2.3.3. Categoría de las Edificaciones

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 4. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla 4 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U = 1.

Tabla 4: Categoría de las edificaciones y factor "U"

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	**DESCRIPCIÓN**	**FACTOR U**
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reunen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán 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 podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

2.2.3.4. Sistemas Estructurales

- ✓ **Estructuras de Concreto Armado**

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el

Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

- **Pórticos:** Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- **Muros Estructurales:** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.
- **Dual:** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20 % y menor que 70 % del cortante en la base del edificio.
- **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL):** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

✓ **Estructuras de Albañilería**

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto.

2.2.3.5. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla 5.

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_o que corresponda.

Tabla 5: Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

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

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

2.2.3.6. Regularidad Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla 8.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

✓ **Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas 6 y 7. En estos casos, el factor Ia o Ip será igual a 1,0.

✓ **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas 6 y 7.

2.2.3.7. Factores de Irregularidad (I_a, I_p)

El factor I_a se determinará como el menor de los valores de la Tabla 6 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_p se determinará como el menor de los valores de la Tabla 7 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si al aplicar las Tablas 6 y 7 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla 6: Irregularidad estructural en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga. **Irregularidades de Resistencia – Piso Débil** Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla Nº 8) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga. **Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla 8)** Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0.50
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento	0.80

del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla 8) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.	0.60

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

Tabla 7: Irregularidad estructural en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta máx$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔCM). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla 9.	0.75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla Nº 8) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta máx$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga ($\Delta Prom$). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla 9.	0.60
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0.90
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0.85
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos	0.90

menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

2.2.3.8. Restricciones a la Irregularidad

2.2.3.8.1. Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse respetando las restricciones de la Tabla 8.

Tabla 8: Categoría y regularidad de las edificaciones

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

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones E.030

2.2.3.8.2. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente Ro determinado a partir de la Tabla 5 y de los factores I_a, I_p obtenidos de las Tablas 6 y 7.

$$R = R_o \, . \, I_a \, . \, I_p$$

2.2.3.9. Requisitos de Rigidez, Resistencia y Ductilidad

2.2.3.9.1. Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

2.2.3.9.2. Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según la determinación de desplazamientos laterales, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 9.

Tabla 9: Limites para la distorsión del entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	**(Δ_i / h_{ei})**
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: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

2.3. Bases Conceptuales

Piso blando: El piso blando surge por la alta flexibilidad y la escasa densidad de muros que impide controlar los desplazamientos laterales impuestos por los terremotos, en tanto que los pisos adyacentes son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros. Siendo esta una de las características importantes para que se produzca el efecto piso blando. En las edificaciones de albañilería confinada se tiene el problema de piso blando por el cambio de rigidez del primer piso respecto con los pisos superiores, debido al uso funcional que opta usar cada propietario de la vivienda.

Irregularidad de rigidez por piso blando: La irregularidad de rigidez por piso blando es un efecto generado por el cambio de rigidez y resistencia de un entrepiso respecto al piso superior, por lo cual debe cumplir requisitos necesarios cuando se tiene esta irregularidad. Siendo la característica impórtate el cambio de rigidez. Según la norma técnica E.030 existe piso blando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Factores que influyen en la irregularidad de rigidez por piso blando: Los factores influyentes para que exista esta irregularidad está compuesto por las características generales y específicas de cada edificación. Los factores son la configuración geométrica, carga vertical, cambio de rigidez, la resistencia, cambio de masa, muros discontinuos, flexibilidad estructural, cambios de

rigidez en columna, edificios adyacentes y estructuras más altas en primer piso respecto a los superiores; siendo según estudios encontrados el de mayor influencia el cambio abrupto de rigidez de un piso con respecto al otro piso (piso superior).

Soluciones al efecto piso blando: Las soluciones al piso blando es mediante la continuidad de los muros de albañilería en todos los pisos, en edificios existentes la solución es mediante la adición de contrafuertes, muros de corte, cruces de san Andrés. Mediante la adición de estos elementos estructurales se puede contrarrestar el efecto piso blando, ya que aumentan la rigidez del piso débil, pero a solución más adecuada es evitándolo desde la concepción arquitectónica.

Evaluación estructural de edificaciones con piso blando: La evaluación estructural nos indica la existencia del piso blando en la edificación, siendo esta evaluación una de las características importantes para la seguridad del edificio, en los edificios existentes se evalúa la existencia del piso blando mediante la obtención de la información preliminar, diagnóstico y análisis estructural y evaluación de la resistencia y rigidez, calculando de esta manera los índices de flexibilidad y sobreresistencia.

Norma técnica E.030 Y E.070: Las normas técnicas mencionan el análisis y diseño de las edificaciones de albañilería confinada, compuesto de requisitos que se deben cumplir para una edificación segura. Siendo importante estas normas en el análisis de edificaciones. En las normas E.030 y E.070 mencionan el efecto piso blando solo como una irregularidad, mencionando si existe piso blando multiplicar con unos factores para incrementar las fuerzas sísmicas, lo cual no es suficiente, por lo que esta irregularidad por piso blando se debe analizar con mucho ciudado ya que puede generar inestabilidad a la estructura y puede generar un colapso global del edificio.

2.4. Definición de Términos

- **Piso Blando:** Planta cuya rigidez lateral es inferior a la de las plantas Superiores.

- **Rigidez:** Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre su superficie.
- **Muros de Corte:** Son elementos estructurales verticales que reciben cargas por compresión. Los muros de corte, también conocidos como placas, son paredes de concreto armado que da su mayor dimensión en una dirección, mucho mayor que su ancho, proporcionan en dicha dirección una gran resistencia y rigidez lateral ante movimientos laterales.
- **Cruz de San Andrés:** Es un elemento estructural metálico en forma de cruz, soldada a una estructura metálica, con el objeto de ofrecer una mayor resistencia y sujeción de la misma.
- **Estabilidad estructural:** La estabilidad estructural se refiere a la capacidad de una estructura bajo las fuerzas que actúan sobre ella de alcanzar un estado de equilibrio mecánico.
- **Análisis Dinámico:** El análisis dinámico comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura.
- **Estructura Regular:** Sistema estructural que se caracteriza por la configuración simétrica de sus elementos estructurales y otros componentes resistentes a las fuerzas laterales, y que carece de discontinuidades en cuanto a rigidez o resistencia.
- **Estructura Irregular:** Sistema estructural que se caracteriza por poseer irregularidades en planta, en altura, o en ambos a la vez; se requiere un análisis que determine los efectos de torsión que puedan producir las fuerzas laterales.
- **Albañilería Confinada:** La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda, primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.
- **Análisis Estructural:** Procedimiento que lleva la determinación de la respuesta del sistema estructural ante la solicitación de las acciones externas que puedan incidir sobre dicho sistema. La respuesta de una estructura o de

un elemento es su comportamiento bajo una acción determinada; está en función de sus propias características y puede expresarse en función de deformaciones, agrietamiento, vibraciones, esfuerzos, reacciones, etc.

- **Espectro de Diseño:** Es la herramienta, que permite calcular las construcciones, teniendo en cuenta la actividad sísmica de la región, las condiciones locales de la respuesta del suelo, y las características de la estructura (periodo de vibración).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

La irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada, se espera confirmar la influencia mediante análisis sísmico dinámico de viviendas existentes.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- Las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- El análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- Los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.
- El uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.

2.6. Variables

Variable Independiente:

- Irregularidad por piso blando.

Variable Dependiente:

- Estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.

2.7. Operacionalización de Variables

Tabla 10: Variables de Estudio

	VARIABLES	VARIABLES Y INDICADORES	FACTOR A MEDIR
DEPENDIENTE	Estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.	• Características que intervienen en la configuración estructural. • Análisis y comportamiento sísmico dinámico. • Desplazamientos laterales. • Uso de refuerzos estructurales.	Efecto piso blando
INDEPENDIENTE	Irregularidad por piso blando.	• Estabilidad estructural • Rigidez lateral • Flexibilidad estructural.	Irregularidad de rigidez por piso blando

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito Temporal y Espacial

El sector de estudio se encuentra ubicados en la ciudad de Huancavelica, Provincia y Región Huancavelica, a una altitud de 3650 msnm.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue **APLICADA**: según **Sánchez & Reyes, (1996, pág. 13),** este tipo de investigación "Llamada también constructiva, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven".

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue **EXPLICATIVO**: Según **Gonzales, Oseda Ramírez, & Gave (2011, pág.142),** se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa - efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis.

3.3.1. Método de investigación

Como método general de investigación se ha utilizado al método científico y como método especifico al experimental la cual se detalla a continuación:

Método general

En la presente investigación como método general se usará al método científico. Según Sánchez & Reyes (1996), el método científico es la

manera sistematizada en que se efectúa el pensamiento reflexivo que nos permite llevar a cabo un proceso de investigación científica (p.25).

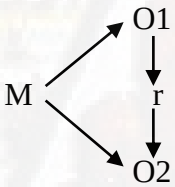
Método especifico

El método de investigación es explicativo porque de acuerdo a un plan previo se organizará para proceder con la investigación de las posibles causas - efecto, según Sánchez & Reyes, (1996).

3.3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación será: No Experimental, Transversal, Descriptivo y Correlacional: No experimental por que la investigación se realiza sin manipular deliberadamente variables, lo que hacemos es observar el fenómeno tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos; Transversal porque la medición de variables se da en un momento determinado del tiempo; Descriptivo porque nos permite describir las variables de estudio; Correlacional porque las variables de estudio están en relación entre sí. Universidad Jaime Bausate Y Meza (s.f.) págs. 86-87.

Dónde:



O1: Irregularidad por piso blando

O2: Estabilidad de edificios de albañilería confinada

M: Muestra

r: Relación

3.4. Población, Muestra, Muestreo

3.4.1. Población

Edificaciones de albañilería confinada categoría "C" Edificaciones Comunes ubicado en la ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

3.4.2. Muestra

Edificaciones de albañilería confinada de 3 a 5 niveles ubicado en la ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

3.4.3. Muestreo

Para seleccionar la muestra se usó el tipo de muestreo no probabilístico, utilizando los siguientes.

- Identificación e elección de las edificaciones según criterio.
- Identificación de las características generales que causan la irregularidad de rigidez por piso blando,
- Identificación de la categoría, número de pisos y uso funcional de las edificaciones.
- Se consideran los Parámetros: norma técnica E.030 y E.070 las características de las edificaciones planteadas para el análisis sísmico dinámico.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1. Técnicas

Las principales técnicas que se utilizaron en esta investigación son:

- La observación directa e indirecta: Se registrará los desplazamientos y derivas de los edificios.
- El análisis documental: Se realizará de forma analítica e interpretativa la información que está a nuestro alcance para extraer lo necesario.
- Se seguirá las técnicas indicadas en la E.030 y E.070 de la Norma Técnica de Edificaciones.
  - Factor de zona.
  - Factores de suelo.
  - Categoría de las edificaciones.
  - Factor de uso “U”
  - Sistemas Estructurales
  - Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

- Irregularidad de rigidez piso blando.
- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R
- Procedimientos de Análisis Sísmico
- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

3.5.2. Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se realizará a través de los siguientes trabajos:

- Elaboración de un plan de trabajo para el análisis de las edificaciones.
- Disposición de herramientas para la recolección de datos de las diferentes edificaciones de la ciudad de Huancavelica.
- Inquisición de planos arquitectónicos y estructurales de las edificaciones de la ciudad de Huancavelica.

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.6.1. Estadísticos descriptivos o cuantitativos

Para el procesamiento de datos se hará mediante el uso de la estadística descriptiva empleando: porcentajes, medias aritméticas, mediana.

3.6.2. Presentación de datos

Para la presentación de datos se hará a través de:

- Se utilizará tablas, gráficos de líneas, interpretados estadísticamente que permitan visualizar los resultados del proyecto.
- Cuadros comparativos para visualizar la incidencia de la variable independiente sobre la dependiente de acuerdo a normas establecidas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de Información

4.1.1. Análisis de las características que causan irregularidad por piso blando

Se realizó la inspección de edificaciones existentes de albañilería confinada de 3 a 5 pisos, encontrando que cada edificio tiene características específicas y usuales que causan irregularidad por piso blando, siendo estas las características más comunes que cometen los arquitectos e ingenieros al momento de realizar las estructuraciones arquitectónicas y estructurales.

Las características estructurales que causan irregularidad por piso blando son repetitivas en cada edificio, lo cual nos mostraría que hay una mala práctica en la estructuración del edificio desde el diseño arquitectónico y estructural.

Las características más importantes encontradas que generan la irregularidad por piso blando son:

- Estructura más alta en el primer piso respecto a los superiores.
- Cambio abrupto de la rigidez en el primer piso con respecto a los superiores.
- Discontinuidad de muros de albañilería en el primer piso respecto a los superiores.
- Vigas de mayor dimensión que las columnas.

Se puede mencionar que estas características de estructuración que causan el piso blando son habituales en las edificaciones, esto podría ser debido al desconocimiento y a la falta de información del efecto que causa el piso blando, también se puede decir que influye mucho la

decisión en el uso funcional que el propietario busca darle a cada piso de la edificación. Siendo que el primer piso es de uso práctico para tiendas, salón multiusos, almacén, etc., quedando espacios libres, siendo estos espacios vacíos del primer piso el que ocasiona la irregularidad piso blando en el edificio. También se tienen otras características que causan irregularidad por piso blando, como la irregularidad en carga vertical, irregularidad en la rigidez, irregularidad en resistencia, irregularidad de masa, muros de corte discontinuos, flexibilidad estructural, cambio de rigidez en columnas, relación viga columna y edificios adyacentes, no afectando estos factores en las edificaciones estudiadas, pero se debe tomar en cuenta estos factores al momento del diseño de las edificaciones de albañilería confinada. El análisis de las características que causan piso blando en las edificaciones analizadas se muestran en la tabla N° 13.

4.1.2. Análisis de edificaciones de albañilería confinada

4.1.2.1. Parámetros de sitio

- **Zonificación:** Los parámetros de sitio de las edificaciones son:

Tabla 11: Valores del factor Z en función de la zona sísmica

PARÁMETROS DE SITIO		
DESCRIPCIÓN	**ZONA**	**FACTOR DE ZONA (Z)**
Edificio N° 01	3.00	0.35
Edificio N° 02	3.00	0.35
Edificio N° 03	3.00	0.35
Edificio N° 04	3.00	0.35

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.2. Condiciones Geotécnicas

- **Perfil del Suelo:** El suelo donde se encuentra las cimentaciones de los edificios de acuerdo al estudio de suelos es:

Tabla 12: Valores del factor S, T_P y T_L del suelo en función del perfil del suelo

CONDICIONES GEOTÉCNICAS				
DESCRIPCIÓN	**PERFIL DE SUELO**	**FACTOR DE SUELO (S)**	**PERIODO (T_P)**	**PERIODO (T_L)**
Edificio N° 01	S3	1.20	1.00	1.60
Edificio N° 02	S3	1.20	1.00	1.60
Edificio N° 03	S3	1.20	1.00	1.60
Edificio N° 04	S3	1.20	1.00	1.60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Estudio de Características que causan irregularidad por piso blando

DESCRIPCION GENERAL DE LOS EDIFICIOS						CARACTERÍSTICAS QUE CAUSAN IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO											
N°	**DESCRIPCIÓN**	**NÚMERO DE PISOS**	**TIPO**	**USO FUNCIONAL DEL PRIMER PISO**	**USO FUNCIONAL DE PISOS SUPERIORES**	**Estructura más alta en el primer piso respecto a los superiores**	**Cambio abrupto de la rigidez en el primer piso con respecto a los superiores**	**Discontinuidad de muros de albañilería en el primer piso respecto a los superiores**	**Vigas de mayor dimensión que las columnas**	**Relación viga columna ≥ 1**	**Relación viga columna < 1**	**Flexibilidad estructural**	**Edificios adyacentes**	**Muros de corte discontinuos**	**Discontinuidad en los sistemas resistentes**	**Irregularidad de masa o peso**	**Cambio rigidez en columna**
1	EDIFICIO N° 01	5 PISOS + AZOTEA	VIVIENDA COMERCIO	TIENDA / ALMACÉN	VIVIENDAS	●	●	●		●							
2	EDIFICIO N° 02	5 PISOS	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	SALÓN MULTIUSO	VIVIENDAS	●	●	●	●	●							
3	EDIFICIO N° 03	6 PISOS + AZOTEA	VIVIENDA HOTEL	TIENDA / ALMACÉN	VIVIENDAS	●	●	●			●						
4	EDIFICIO N° 04	4 PISOS	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	SALÓN MULTIUSO	VIVIENDAS	●	●	●	●	●							

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3. Categoría de las Edificaciones:

Las edificaciones analizadas pertenecen a la categoría "C" (Edificaciones Comunes) cuyos factores son:

Tabla 14: Factor de uso U en función de la categoría del edificio

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
DESCRIPCIÓN	**CATEGORÍA**	**FACTOR DE USO (U)**
Edificio N° 01	C	1.00
Edificio N° 02	C	1.00
Edificio N° 03	C	1.00
Edificio N° 04	C	1.00

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.4. Configuración Estructural

- **Factores de Irregularidad**

a) Los factores I_p e I_a para el primer análisis y verificación de las rigideces de las edificaciones.

Tabla 15: Factores I_p e I_a para verificar las rigideces

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL		
DESCRIPCIÓN	**FACTOR DE IRREGULARIDAD EN PLANTA (I_p)**	**FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA (I_a)**
Edificio N° 01	1.00	1.00
Edificio N° 02	1.00	1.00
Edificio N° 03	1.00	1.00
Edificio N° 04	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

b) Los factores I_p e I_a para el análisis sísmico dinámico de las edificaciones.

Tabla 16: Factores I_p e I_a para análisis sísmico dinámico

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL		
DESCRIPCIÓN	**FACTOR DE IRREGULARIDAD EN PLANTA (I_p)**	**FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA (I_a)**
Edificio N° 01	1.00	0.50
Edificio N° 02	1.00	0.50
Edificio N° 03	1.00	0.50
Edificio N° 04	1.00	0.50

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.5. Sistema Estructural

Los sistemas estructurales utilizados para el análisis de las edificaciones son albañilería confinada en las direcciones X e Y, los coeficientes básicos de reducción R_o son.

Tabla 17: Factores R_o en función al sistema estructural

SISTEMA ESTRUCTURAL		
DESCRIPCIÓN	**SISTEMA ESTRUCTURAL**	**COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN (R_o)**
Edificio N° 01	Albañilería	3.00
Edificio N° 02	Albañilería	3.00
Edificio N° 03	Albañilería	3.00
Edificio N° 04	Albañilería	3.00

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.6. Análisis Dinámico

El análisis dinámico de las edificaciones se realiza mediante procedimientos de superposición espectral.

a) El espectro de pseudo aceleraciones utilizadas para el primer análisis y verificación del efecto por piso blando en las edificaciones existentes.

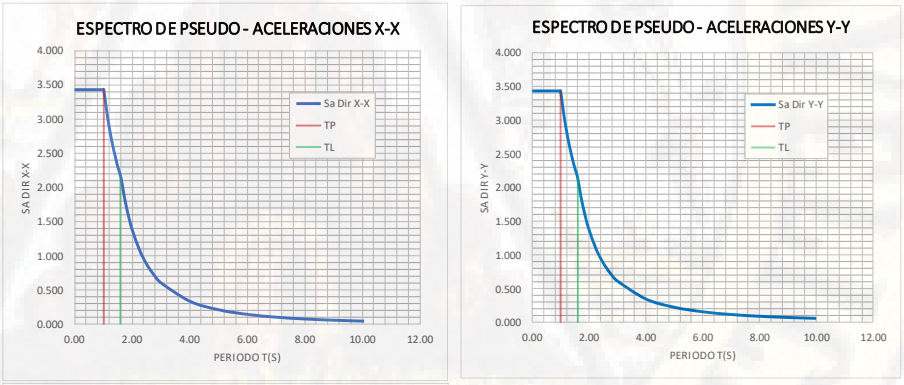


Figura 32: Espectro de pseudo aceleraciones para análisis y verificación del efecto por piso blando

b) El espectro de pseudo aceleraciones utilizadas para el análisis sísmico dinámico de las edificaciones existentes sin rigidizar, rigidizados con muros de corte y rigidizados con cruces de San Andrés.

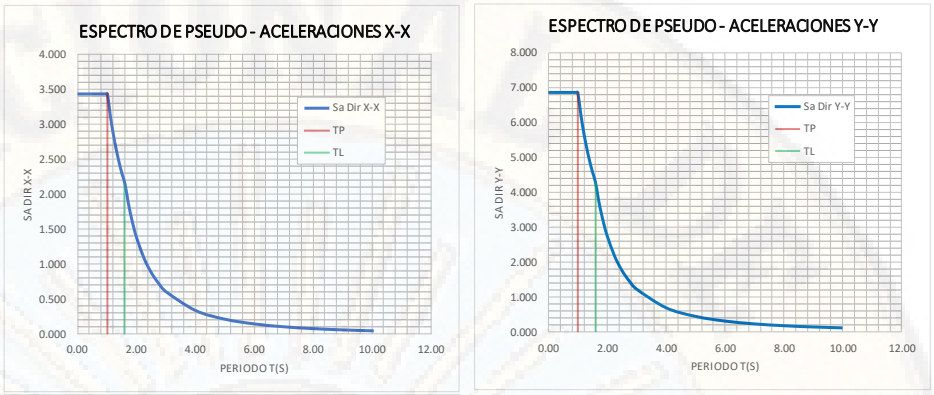


Figura 33: Espectro de pseudo aceleraciones para análisis sísmico dinámico con piso blando

4.1.2.7. Datos para Modelamiento de Edificios

- **Materiales**

a) **Concreto Armado**

Las características de los materiales a utilizar en concreto armado son los siguientes:

- Masa por unidad de Volumen : 0.24
- Peso por unidad de Volumen : 2.40 ton/m3
- Módulo de Elasticidad : 2173706.51 ton/m2
- Razón de Poison : 0.20
- f'c : 2100 ton/m2
- fy : 42000 ton/m2

b) **Albañilería**

Las características de los materiales a utilizar en albañilería artesanal son los siguientes:

- Masa por unidad de Volumen : 0.18
- Peso por unidad de Volumen : 1.80 ton/m3
- Módulo de elasticidad : 125000 ton/m2
- Razón de poison : 0.25
- f'm : 250 ton/m2

c) **Acero Estructural**

Las características de los materiales a utilizar en acero estructural son los siguientes:

- Masa por unidad de Volumen : 0.80

- Peso por unidad de Volumen : 7.849 ton/m3
- Módulo de elasticidad : 20389019.16 ton/m2
- Razón de poison : 0.30

4.1.3. Estudio y Análisis Sísmico de Edificaciones Existentes

4.1.3.1. Análisis del Edificio N° 01

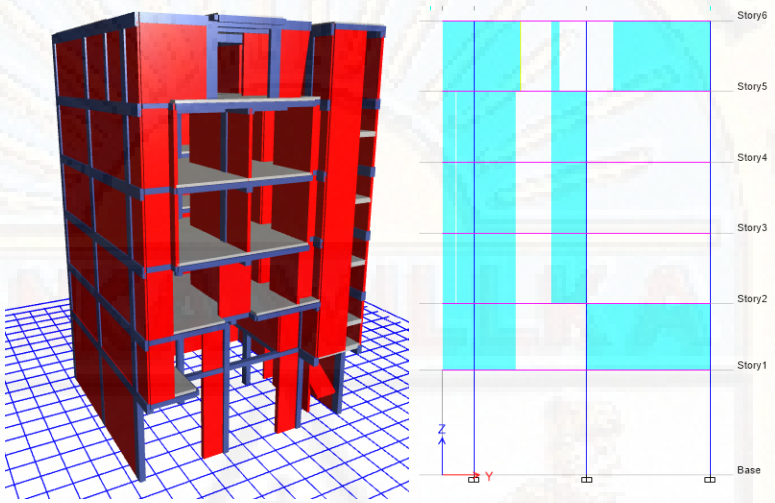


Figura 34: Edificio N° 01 sin rigidizar

a) Cálculo de la irregularidad por piso blando en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 18 y 19 donde se muestran los valores de la rigidez del edificio N° 01, según los límites de control de la norma E.030.

Tabla 18: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26487.667						
Story5	SISMO XX	69503.216	2.6240		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	78243.281	1.1258		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	83118.373	1.0623	1.4311	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	76600.508	0.9216	0.9954	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	69553.319	0.9080	0.8769	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	29830.3						

Story5	SISMO YY	82223.857	2.7564		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	89630.046	1.0901		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	96594.947	1.0777	1.4368	70.00%	70.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	97877.374	1.0133	1.0938	70.00%	70.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	62358.233	0.6371	0.6585	70.00%	70.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar de las tablas N° 18 y 19 que el primer piso es la menos rígida, generándose la irregularidad por piso blando en la dirección "Y", sin embargo, en los demás niveles la dirección menos rígida es en la dirección "X", por lo que deberíamos analizar ambos casos con mucha atención, pero en especial la dirección "Y", ya que es en el primer piso donde se genera la falla y la dirección más crítica es esta.

b) Cálculo de desplazamientos laterales y derivas en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 20 y 21 donde se muestran los valores de los desplazamientos y las derivas del edificio N° 01.

Tabla 20: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.009195	0.000333	2.25	0.000749	0.0749	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008313	0.000342	2.25	0.000769	0.0769	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007407	0.000438	2.25	0.000987	0.0987	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006245	0.000546	2.25	0.001229	0.1229	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004797	0.000561	2.25	0.001262	0.1262	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003311	0.000849	2.25	0.001910	0.1910	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.017546	0.000523	2.55	0.001335	0.1335	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.016159	0.000716	2.55	0.001825	0.1825	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.014262	0.000953	2.55	0.002430	0.2430	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.011737	0.001117	2.55	0.002848	0.2848	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.008777	0.001218	2.55	0.003105	0.3105	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.005550	0.001423	2.55	0.003629	0.3629	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas N° 20 y 21 podemos observar que las derivas se encuentran dentro de los límites de control que nos da la norma E.030. Pero el cumplimiento de las derivas no descarta la existencia de la irregularidad por piso blando.

En la tabla N° 22 se muestra el porcentaje de desplazamientos de cada piso, donde podemos apreciar que los desplazamientos laterales del primer piso tienen porcentajes de desplazamiento mayores a los de los pisos superiores.

Tabla 22: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edifico N° 01

	DIRECCION X	DIRECCION Y
PISO	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**
Story6	9.59%	7.90%
Story5	9.85%	10.81%
Story4	12.64%	14.39%
Story3	15.75%	16.87%
Story2	16.16%	18.39%
Story1	36.01%	31.63%

Fuente: Elaboración propia.

En la dirección "X" el desplazamiento lateral del primer piso es de 36.01%, y en la dirección "Y" es de 31.63%, lo que representa que los desplazamientos del primer piso son mucho mayores que los desplazamientos de los pisos superiores, generando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando y causando inestabilidad al edificio.

Continuando con la evaluación de la falla por piso blando, utilizaremos el valor de la deriva máxima, obtenida por la combinación de carga con los cuales se ha modelado la estructura en el programa ETABS v.2016, en este caso los valores máximos encontrados en las envolventes son como se muestran en las siguientes tablas N° 23 y 24.

Tabla 23: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 01

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story6	Max Drift X	ENVOL Max	0.001492
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.001561
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.002066

Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.002433
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.002954
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.005073
		Máxima Deriva	**0.005073**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 01

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story6	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001831
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001817
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002406
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002872
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.003317
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.005474
		Máxima Deriva	**0.005474**

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo del índice de flexibilidad en dirección X e Y

$$Índice\ de\ Flexibilidad = \frac{Máxima\ Deriva\ Obtenida\ (Programa)}{Máxima\ Deriva\ Permitida\ (Segun\ norma)} \leq 1$$

Tabla 25: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 01

Sentido	Índice de Flexibilidad
"X"	1.0146
"Y"	1.0948

En la dirección “X” el índice de flexibilidad es de 1.0146, mientras que en la dirección “Y” es de 1.0948. Superando en la dirección “X” e “Y” el valor de 1, que es lo permitido. Lo cual nos indica que se tiene alto grado de deformaciones en su primer piso del edificio, causando inestabilidad en el piso más débil (piso blando) y por ende causando inestabilidad global. También podemos notar que la máxima deriva se encuentra en el primer piso de la estructura.

Por lo tanto, podemos afirmar que no se cuenta con la rigidez suficiente en las direcciones “X” e “Y”, y es en la dirección “Y” donde surge el efecto piso blando por que presenta en su primer piso baja resistencia y alto grado de deformación que los pisos superiores, de esta manera influyendo en la estabilidad global del edificio de albañilería confinada.

d) Cálculo del índice de sobreesfuerzo

Para el cálculo del índice de sobreesfuerzo utilizaremos el programa ETABS v.2016, el cual nos indica que elementos se encuentra sobre esforzado, así el color rojo, me indica que su índice de sobreesfuerzo es mayor que 1, es decir que se esfuerza más de lo permitido, y pueda que se requiera aumentar las dimensiones del elemento, o como hemos aptado en este caso realizar un reforzamiento.

$$Índice\ de\ Sobreesfuerzo = \frac{Refuerzo\ Requerido}{Refuerzo\ Permitido} \leq 1$$

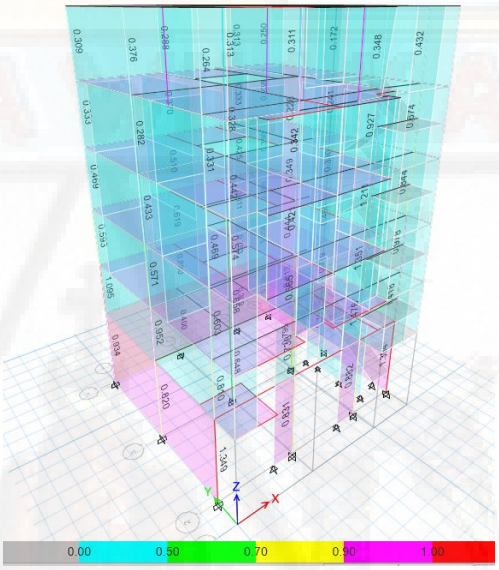


Figura 35: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 01

En la figura N° 35, observamos que el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tiene valores de hasta 1.394, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando. Por tanto, se deberá realizar reforzamiento al edificio de albañilería confinada en su primer piso.

En conclusión, hemos comprobado que el edificio N° 01 falla por piso blando debido a la falta de rigidez y resistencia en sus elementos estructurales, poseyendo alto grado de deformación y sobreesfuerzo en las columnas del primer piso.

e) Cálculo de la altura máxima de un entrepiso

$$Relación\ de\ altura = \frac{Altura\ Tipica}{Altura\ del\ Primer\ Piso} > 42\%$$

$$Relación\ de\ altura = \frac{2.65}{3.9} = 67.95\% > 42\%$$

El edificio N° 01 tiene el valor de relación de la altura típica con la altura del primer piso de 67.95% que es mayor al 42%, el cual nos indica que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no se genera debido a la mayor altura del primer piso con respecto los pisos superiores.

f) Cálculo de la esbeltez de la edificación

$$e = \frac{h}{Bmin} \leq 1.5$$

$$e = \frac{17.15}{10.00} = 1.715 \leq 1.5, falso$$

El edificio N° 01 tiene el valor de esbeltez de 1.715 que es mayor a 1.5, lo cual nuestro edificio no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

g) Calculo de la excentricidad estructural

Tabla 26: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 01

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story6	D6	5.4083	5.7087	7.0375	5.7570	0.1629	0.0048	EXCESIVA	ADECUADA
Story5	D5	4.8120	5.2647	7.3970	5.5052	0.2585	0.0239	EXCESIVA	ADECUADA
Story4	D4	4.7927	5.2409	7.3703	5.8019	0.2578	0.0558	EXCESIVA	ADECUADA
Story3	D3	4.7945	5.2508	7.3817	6.2711	0.2587	0.1015	EXCESIVA	ADECUADA
Story2	D2	4.8530	5.3490	7.4554	7.1971	0.2602	0.1839	EXCESIVA	EXCESIVA
Story1	D1	5.5223	5.9448	7.6532	9.6260	0.2131	0.4090	EXCESIVA	EXCESIVA

Fuente: Elaboración propia.

El edificio N° 01 tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.409 mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones

importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en “X” e “Y” o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.3.1.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 01

Analizado el edificio N° 01 con las características estructurales que causan irregularidad por piso blando y análisis dinámico se llegó a los siguientes resultados.

- Según estudio de las características que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, se menciona lo siguiente:
  - El primer piso tiene mayor altura que los pisos superiores.
  - Hay un cambio de rigidez abrupto del primer piso con los pisos superiores.
  - Existe discontinuidad de muros de albañilería del primer piso respecto a los pisos superiores, ya que el primer piso está siendo destinado para tienda y almacén.
  - Las vigas tienen igual dimensión que las columnas.
  - La relación viga columna tiene el valor de 1, aparentemente la vigas y columnas tienen la misma rigidez.
- Resultados debido al estudio y análisis de la irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección X se obtienen los valores de 90.80% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 87.69% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 63.71% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 65.85% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores

adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, encontrándose en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.

- Resultados debido a los desplazamientos laterales por cargas de sismo.
  - En la dirección X el desplazamiento del primer piso representa el 36.01% del desplazamiento total del edificio.
  - En la dirección Y el desplazamiento del primer piso representa el 31.63% del desplazamiento total del edificio.

  Estos valores nos indican que el primer piso tiene mayores desplazamientos que los pisos superiores.
- Resultados debido al índice de flexibilidad.
  - En la dirección X el índice de flexibilidad tiene un valor de 1.0146, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y el índice de flexibilidad tiene un valor de 1.0948, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.

  Estos valores nos indica que en la dirección "X" e "Y" superan el requisito de flexibilidad, donde el mayor grado de deformación se encuentra ubicada en el primer piso y en la dirección más corta del edificio, presentando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando.
- Resultados debido al índice de sobreesfuerzo.

  Observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen hasta un valor de 1.394, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando, teniendo un alto grado de vulnerabilidad la estructura.
- Resultados debido a la altura máxima de un entrepiso

  Observamos que la relación de la altura típica con la altura del primer piso tiene un valor de 67.95% mayor al 42%, el cual quiere decir que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no

es generado debido a la mayor altura del primer piso respecto los pisos superiores.

- Resultados debido a la esbeltez estructural.

  Se tiene una esbeltez con un valor de 1.715 que es mayor a 1.5, lo cual nos indica que nuestro edificio no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

- Resultados debido a la excentricidad estructural

  Se tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.409 en dirección "Y" mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en "X" e "Y" o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.3.2. Análisis del Edificio N° 02

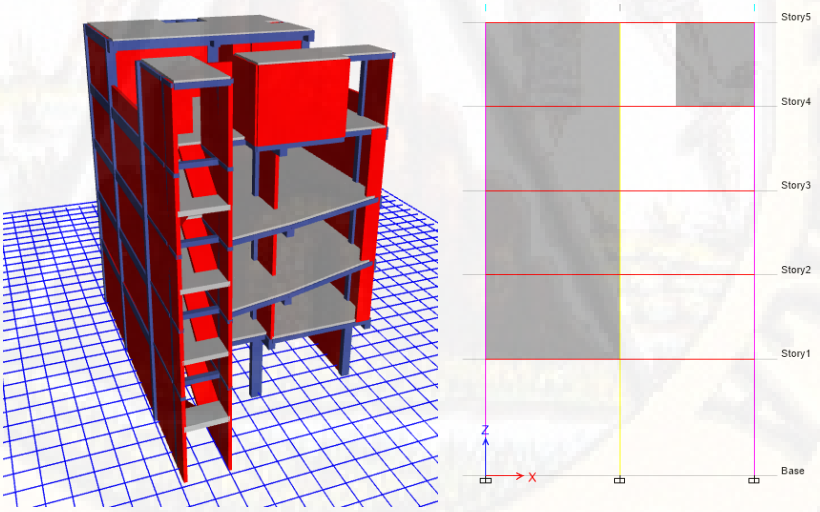


Figura 36: Edificio N° 02 sin rigidizar

a) **Cálculo de la irregularidad por piso blando en dirección X e Y**

Se tiene las tablas N° 27 y 28 donde se muestran los valores de la rigidez del edificio N° 02, según los límites de control de la norma E.030.

Tabla 27: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story5	SISMO XX	37988.557					OK	
Story4	SISMO XX	37351.724	0.9832		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	61690.452	1.6516		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72320.217	1.1723	1.5833	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	29915.629	0.4137	0.5237	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story5	SISMO YY	16809.31					OK	
Story4	SISMO YY	80867.057	4.8108		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	88292.514	1.0918		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	94267.768	1.0677	1.5207	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76046.293	0.8067	0.8660	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en las tablas N° 27 y 28 que el primer piso es la menos rígida, generándose la irregularidad por piso blando en la dirección "X", sin embargo, en los demás niveles la dirección menos rígida es en la dirección "Y", por lo que deberíamos analizar ambos casos con mucha atención, pero en especial la dirección "X", ya que es el primer piso donde se genera la falla y la dirección más crítica es esta.

b) Cálculo de desplazamientos laterales y derivas en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 29 y 30 donde se muestran los valores de los desplazamientos y las derivas del edificio N° 02.

Tabla 29: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story5	2.85	0.018599	0.000996	2.55	0.002539	0.2539	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.015761	0.000980	2.55	0.002498	0.2498	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.012969	0.001336	2.55	0.003408	0.3408	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.009160	0.001466	2.55	0.003737	0.3737	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.004983	0.001607	2.55	0.004099	0.4099	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.006089	0.000252	2.25	0.000568	0.0568	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005370	0.000339	2.25	0.000763	0.0763	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004403	0.000456	2.25	0.001027	0.1027	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003102	0.000578	2.25	0.001300	0.1300	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.001455	0.000469	2.25	0.001056	0.1056	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas N° 29 y 30 podemos observar que las derivas se encuentran dentro de los límites de control que nos da la norma E.030. Pero el cumplimiento de las derivas no descarta la existencia de la irregularidad por piso blando.

En la tabla N° 31 se muestra el porcentaje de desplazamientos de cada piso, donde podemos apreciar que los desplazamientos laterales de los primeros pisos tienen porcentajes de desplazamiento mayores a los de los pisos superiores.

Tabla 31: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edifico N° 02

	DIRECCION X	DIRECCION Y
PISO	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**
Story5	15.26%	11.81%
Story4	15.01%	15.88%
Story3	20.48%	21.37%
Story2	22.46%	27.05%
Story1	26.79%	23.90%

Fuente: Elaboración propia.

En la dirección “X” el desplazamiento lateral del primer piso es de 26.79%, y en la dirección “Y” el desplazamiento lateral es de 27.05% ubicado en el segundo piso, lo que representa que los desplazamientos de los primeros pisos son mucho mayores que los desplazamientos de los pisos superiores, generando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando y causando inestabilidad al edificio.

Continuando con la evaluación de la falla por piso blando, utilizaremos el valor de la deriva máxima, obtenida por la combinación de carga con

los cuales se ha modelado la estructura en el programa ETABS v.2016, en este caso los valores máximos encontrados en las envolventes son como se muestran en las siguientes tablas N° 32 y 33.

Tabla 32: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 02

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.002594
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.005609
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.004012
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.005243
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.006977
		Máxima Deriva	**0.006977**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 02

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002081
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000938
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001255
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001611
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001403
		Máxima Deriva	**0.002081**

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo del índice de flexibilidad en dirección X e Y

$$Índice\ de\ Flexibilidad = \frac{Máxima\ Deriva\ Obtenida\ (Programa)}{Máxima\ Deriva\ Permitida\ (Segun\ norma)} \leq 1$$

Tabla 34: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 02

Sentido	**Índice de Flexibilidad**
"X"	1.3954
"Y"	0.4162

En la dirección “X” el índice de flexibilidad es de 1.3954, mientras que en la dirección “Y” es de 0.4162. Superando en la dirección “X” el valor de 1, que es lo permitido. Lo cual nos indica que se tiene alto grado de deformaciones en su primer piso del edificio, causando inestabilidad en el piso más débil (piso blando) y por ende causando inestabilidad global.

También podemos notar que la máxima deriva se encuentra en el primer piso de la estructura.

Por lo tanto, podemos afirmar que no se cuenta con la rigidez suficiente en la dirección "X", y es en esta dirección donde surge el efecto piso blando por que presenta en su primer piso baja resistencia y alto grado de deformación que los pisos superiores, de esta manera influyendo en la estabilidad del edificio de albañilería confinada.

d) Cálculo del índice de sobreesfuerzo

Para el cálculo del índice de sobreesfuerzo utilizaremos el programa ETABS v.2016, el cual nos indica que elementos se encuentra sobre esforzado, así el color rojo, me indica que su índice de sobreesfuerzo es mayor que 1, es decir que se esfuerza más de lo permitido, y pueda que se requiera aumentar las dimensiones del elemento, o como hemos aptado en este caso realizar un reforzamiento.

$$Índice\ de\ Sobreesfuerzo = \frac{Refuerzo\ Requerido}{Refuerzo\ Permitido} \leq 1$$

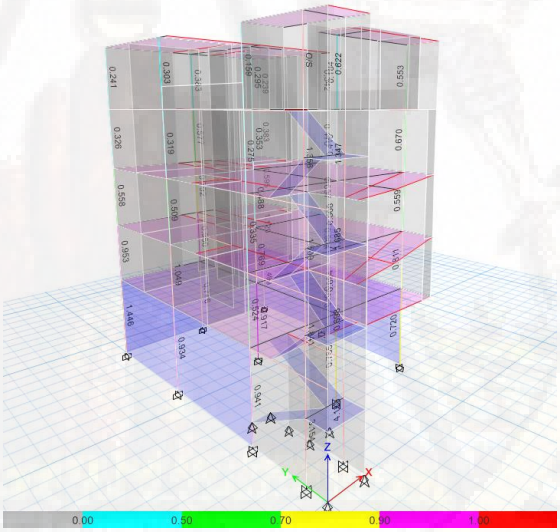


Figura 37: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 02

En la figura N° 37, observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tiene valores de hasta 3.154, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando. Por tanto, se

deberá realizar reforzamiento al edificio de albañilería confinada en su primer piso.

En conclusión, hemos comprobado que el edificio N° 02 falla por piso blando debido a la falta de rigidez y resistencia en sus elementos, poseyendo alto grado de deformación y sobreesfuerzo en las columnas del primer piso.

e) Cálculo de la altura máxima de un entrepiso

$$Relación\ de\ altura = \frac{Altura\ Tipica}{Altura\ del\ Primer\ Piso} > 42\%$$

$$Relación\ de\ altura = \frac{2.85}{3.1} = 91.94\% > 42\%$$

El edificio N° 02 tiene el valor de relación de la altura típica con la altura del primer piso de 91.94% que es mayor al 42%, el cual nos indica que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no se genera debido a la mayor altura del primer piso con respecto los pisos superiores.

f) Cálculo de la esbeltez de la edificación

$$e = \frac{h}{Bmin} \leq 1.5$$

$$e = \frac{14.50}{10.00} = 1.450 \leq 1.5, verdadero$$

El edificio N° 02 tiene el valor de esbeltez de 1.450 que es menor a 1.5, lo cual nuestro edificio cumple con el requisito de esbeltez, pero está a punto de llegar al límite requerido, entonces la estructura ya requiere refuerzos para darle más rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

g) Calculo de la excentricidad estructural

Tabla 35: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 02

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR									
PISO	**DIAFRAGMA**	**CENTRO DE MASA**		**CENTRO DE RIGIDEZ**		**ASIMETRIA**		**EXCENTRICIDAD**	
		XCM (m)	**YCM (m)**	**XCR (m)**	**YCR (m)**	**XX**	**YY**	**XX**	**YY**
Story5	D5	4.4106	9.3523	2.7250	9.5352	0.1686	0.0119	EXCESIVA	ADECUADA
Story4	D4	4.5466	8.9839	2.0112	8.9745	0.2535	0.0006	EXCESIVA	ADECUADA
Story3	D3	4.4383	8.7597	1.9273	8.8314	0.2511	0.0047	EXCESIVA	ADECUADA
Story2	D2	4.4383	8.7597	1.7751	8.6982	0.2663	0.0040	EXCESIVA	ADECUADA
Story1	D1	4.4279	9.5062	1.8706	7.8633	0.2557	0.1067	EXCESIVA	ADECUADA

Fuente: Elaboración propia.

El edificio N° 02 tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.2663 mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en "X" o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.3.2.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 02

Analizado el edificio N° 02 con las características estructurales que causan irregularidad por piso blando y análisis dinámico se llegó a los siguientes resultados.

- Según estudio de las características que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, se menciona lo siguiente:
  - El primer piso tiene mayor altura que los pisos superiores.
  - Hay un cambio de rigidez abrupto del primer piso con los pisos superiores.
  - Tiene discontinuidad de muros de albañilería del primer piso respecto a los pisos superiores, ya que el primer piso está siendo destinado para salón multiuso.
  - Las vigas tienen menor dimensión que las columnas.
  - La relación viga columna tiene el valor de 0.80, aparentemente las columnas son más rígidas que las vigas.

- Resultados debido al estudio y análisis de la irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección X se obtienen los valores de 41.37% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 52.37% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, encontrándose el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 80.67% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 86.60% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.
- Resultados debido a los desplazamientos laterales por cargas de sismo.
  - En la dirección X el desplazamiento del primer piso representa el 26.79% del desplazamiento total del edificio.
  - En la dirección Y el desplazamiento del segundo piso representa el 27.05% del desplazamiento total del edificio.

  Estos valores nos indican que el primer piso en la dirección "X" y segundo piso en la dirección "Y" tiene mayores desplazamientos que los pisos superiores.
- Resultados debido al índice de flexibilidad.
  - En la dirección X el índice de flexibilidad tiene un valor de 1.3954, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y el índice de flexibilidad tiene un valor de 0.4162, teniendo la mayor deriva el quinto piso del edificio.

  Estos valores nos indica que en la dirección "Y" cumplen con el requisito de flexibilidad, mientras en la dirección "X" supera el

requisito de flexibilidad, donde el mayor grado de deformación se encuentra ubicada en el primer piso y en la dirección más corta del edificio, presentando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando.

- Resultados debido al índice de sobreesfuerzo.

  Observamos del índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen hasta un valor de 3.154, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando, teniendo un alto grado de vulnerabilidad la estructura.

- Resultados debido a la altura máxima de un entrepiso.

  Observamos que la relación de la altura típica con la altura del primer piso tiene un valor de 91.94% mayor al 42%, el cual quiere decir que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no es generado debido a la mayor altura del primer piso respecto los pisos superiores.

- Resultados debido a la esbeltez estructural.

  Se tiene una esbeltez con un valor de 1.450 que es menor a 1.5, lo cual nos indica que nuestro edificio cumple con el requisito de esbeltez, pero está a punto de llegar al límite requerido, entonces la estructura ya requiere refuerzos para darle más rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

- Resultados debido a la excentricidad estructural.

  Se tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.2663 en dirección “X” mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en “X” o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.3.3. Análisis del Edificio N° 03

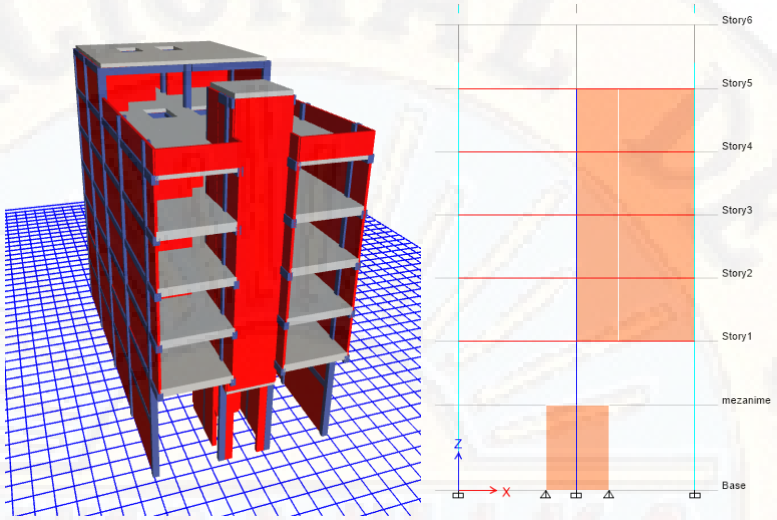


Figura 38: Edificio N° 03 sin rigidizar

a) Calculo de la irregularidad por piso blando en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 36 y 37 donde se muestran los valores de la rigidez del edificio N° 03, según los límites de control de la norma E.030.

Tabla 36: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	52687.237						
Story6	SISMO XX	154152.044	2.9258		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	192772.186	1.2505		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	214014.678	1.1102	1.6067	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	225297.748	1.0527	1.2049	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	294188.883	1.3058	1.3963	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	173777.618	0.5907	0.7107	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	84261.597						
Story6	SISMO YY	219468.153	2.6046		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	259317.313	1.1816		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	278976.979	1.0758	1.4864	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	304621.976	1.0919	1.2060	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	565030.494	1.8549	2.0110	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	455158.642	0.8055	1.1888	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en las tablas N° 36 y 37 que el primer piso es la menos rígida, generándose la irregularidad por piso blando en la dirección "X", sin embargo, en los demás niveles la dirección menos rígida también está en la dirección "X", por lo que deberíamos analizar este caso con mucha atención, pero en especial el primer piso donde se genera la falla y la dirección más crítica es esta.

b) Cálculo de desplazamientos laterales y derivas en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 38 y 39 donde se muestran los valores de los desplazamientos y las derivas del edificio N° 03.

Tabla 38: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.036756	0.001499	2.55	0.003822	0.3822	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.032784	0.001906	2.55	0.004859	0.4859	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.027734	0.002326	2.55	0.005930	0.5930	0.500	COREGIR!!!
Story4	2.65	0.021571	0.002611	2.55	0.006657	0.6657	0.500	COREGIR!!!
Story3	2.65	0.014653	0.001594	2.55	0.004066	0.4066	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.010428	0.002642	2.55	0.006736	0.6736	0.500	COREGIR!!!
Story1	3.50	0.003428	0.000979	2.55	0.002498	0.2498	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009760	0.000382	2.25	0.000859	0.0859	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008748	0.000428	2.25	0.000963	0.0963	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007614	0.000571	2.25	0.001284	0.1284	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.006102	0.000689	2.25	0.001550	0.1550	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004276	0.000742	2.25	0.001669	0.1669	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002310	0.000681	2.25	0.001532	0.1532	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000506	0.000145	2.25	0.000325	0.0325	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas N° 38 y 39 podemos observar que las derivas en la dirección "X" se encuentran excediendo los límites de control que nos da la norma E.030. Lo cual nos indica que se deben tomar medidas de control de derivas en esta dirección, ya que las derivas están siendo excedidas en los pisos superiores al primer piso.

En la tabla N° 40 se muestra el porcentaje de desplazamientos de cada piso, donde podemos apreciar que los desplazamientos laterales de los primeros pisos tienen porcentajes de desplazamiento mayores a los de los pisos superiores.

Tabla 40: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edificio N° 03

	DIRECCION X	DIRECCION Y
PISO	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**
Story7	10.81%	10.37%
Story6	13.74%	11.62%
Story5	16.77%	15.49%
Story4	18.82%	18.71%
Story3	11.49%	20.14%
Story2	19.04%	18.48%
Story1	9.33%	5.18%

Fuente: Elaboración propia.

En la dirección "X" el desplazamiento lateral del primer piso es de 9.33%, y en la dirección "Y" es de 5.18%, lo que representa que los desplazamientos del primer piso son menores que los desplazamientos de los pisos superiores, esto debido a la presencia de placas de concreto armado en el primer piso.

Continuando con la evaluación de la falla por piso blando, utilizaremos el valor de la deriva máxima, obtenida por la combinación de carga con los cuales se ha modelado la estructura en el programa ETABS v.2016. en este caso los valores máximos encontrados en las envolventes son como se muestran en las siguientes tablas N° 41 y 42.

Tabla 41: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 03

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story7	Max Drift X	ENVOL Max	0.003935
Story6	Max Drift X	ENVOL Max	0.005066
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.006183
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.006944
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.007084
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.006309
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.008075
		Máxima Deriva	**0.008075**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 03

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story7	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001071
Story6	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001228
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001516
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001811
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001917
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001702
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001932
		Máxima Deriva	**0.001932**

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo del índice de flexibilidad en dirección X e Y

$$Índice\ de\ Flexibilidad = \frac{Máxima\ Deriva\ Obtenida\ (Programa)}{Máxima\ Deriva\ Permitida\ (Segun\ norma)} \leq 1$$

Tabla 43: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 03

Sentido	**Índice de Flexibilidad**
"X"	1.6150
"Y"	0.3864

En la dirección “X” el índice de flexibilidad es de 1.6150, mientras que en la dirección “Y” es de 0.3864. Superando en la dirección “X” el valor de 1, que es lo permitido. Lo cual nos indica que se tiene alto grado de deformaciones en su primer piso del edificio, causando inestabilidad en el piso más débil (piso blando) y por ende causando inestabilidad global. También podemos notar que la máxima deriva se encuentra en el primer piso de la estructura.

Por lo tanto, podemos afirmar que no se cuenta con la rigidez suficiente en la dirección “X”, y es en esta dirección donde surge el efecto piso blando por que presenta en su primer piso baja resistencia y alto grado de deformación que los pisos superiores, de esta manera influyendo en la estabilidad del edificio de albañilería confinada.

d) Cálculo del índice de sobreesfuerzo en dirección X e Y

Para el cálculo del índice de sobreesfuerzo utilizaremos el programa ETABS v.2016, el cual nos indica que elementos se encuentra sobre esforzado, así el color rojo, me indica que su índice de sobreesfuerzo es

mayor que 1, es decir que se esfuerza más de lo permitido, y pueda que se requiera aumentar las dimensiones del elemento, o como hemos aptado en este caso realizar un reforzamiento.

$$Índice\ de\ Sobreesfuerzo = \frac{Refuerzo\ Requerido}{Refuerzo\ Permitido} \leq 1$$

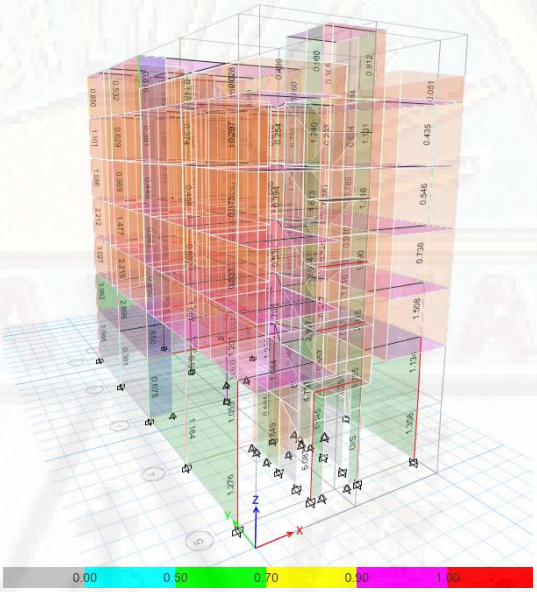


Figura 39: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 03

En la figura N° 39, observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen valores de hasta 6.087, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando. Por tanto, se deberá realizar reforzamiento al edificio de albañilería confinada en su primer piso.

En conclusión, hemos comprobado que el edificio N° 03 falla por piso blando debido a la falta de rigidez y resistencia en sus elementos estructurales, poseyendo alto grado de deformación y sobreesfuerzo en las columnas del primer piso.

e) Cálculo de la altura máxima de un entrepiso

$$Relación\ de\ altura = \frac{Altura\ Tipica}{Altura\ del\ Primer\ Piso} > 42\%$$

$$Relación\ de\ altura = \frac{2.65}{3.50} = 75.71\% > 42\%$$

El edificio N° 03 tiene el valor de relación de la altura típica con la altura del primer piso de 75.71% que es mayor al 42%, el cual nos indica que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no se genera debido a la mayor altura del primer piso con respecto los pisos superiores.

f) Cálculo de la esbeltez de la edificación

$$e = \frac{h}{Bmin} \leq 1.5$$

$$e = \frac{19.40}{10.00} = 1.940 \leq 1.5, falso$$

El edificio N° 03 tiene el valor de esbeltez de 1.940 que es mayor a 1.5, lo cual nuestro edificio no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

g) Calculo de la excentricidad estructural

Tabla 44: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 03

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story7	D7	4.8466	15.0225	4.7658	11.1202	0.0081	0.1854	ADECUADA	EXCESIVA
Story6	D6	4.8310	10.7777	4.9014	9.3356	0.0070	0.0685	ADECUADA	ADECUADA
Story5	D5	4.8210	10.7935	4.9700	10.0055	0.0149	0.0374	ADECUADA	ADECUADA
Story4	D4	4.8209	10.7936	5.0189	10.9066	0.0198	0.0054	ADECUADA	ADECUADA
Story3	D3	4.8209	10.7936	5.0399	12.1400	0.0219	0.0640	ADECUADA	ADECUADA
Story2	D2	4.8548	10.8690	4.9979	14.0424	0.0143	0.1508	ADECUADA	EXCESIVA
Story1	D1	4.8442	15.5391	4.7121	17.5978	0.0132	0.1029	ADECUADA	ADECUADA

Fuente: Elaboración propia.

El edificio N° 03 no tiene excentricidades excesivas en su primer piso, ya que los valores son menores a 0.15, lo cual nos indica que no existirán torsiones importantes en caso de sismos en la dirección X. Pero el

cumplimiento adecuado de la excentricidad no excluye la presencia del piso blando en el edificio.

4.1.3.3.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 03

Analizado el edificio N° 03 con las características estructurales que causan irregularidad por piso blando y análisis dinámico se llegó a los siguientes resultados.

- Según estudio de las características que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, se menciona lo siguiente:
  - El primer piso tiene mayor altura que los pisos superiores.
  - Hay un cambio de rigidez abrupto del primer piso con los pisos superiores.
  - Tiene discontinuidad de muros de albañilería del primer piso respecto a los pisos superiores, ya que el primer piso está siendo destinado para tienda y almacén.
  - Las vigas tienen mayor dimensión que las columnas.
  - La relación viga columna tiene el valor de 1.25, aparentemente las vigas son más rígidas que las columnas.
- Resultados debido al estudio y análisis de la irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección X se obtienen los valores de 59.07% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 71.07% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, encontrándose el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 80.55% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 118.88% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando

en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- Resultados debido a los desplazamientos laterales por cargas de sismo.
  - En la dirección X el desplazamiento del primer piso representa el 9.33% del desplazamiento total del edificio.
  - En la dirección Y el desplazamiento del primer piso representa el 5.18% del desplazamiento total del edificio.

  Estos valores nos indica que el primer piso en la dirección "X" e "Y" tiene menores desplazamientos que los pisos superiores debido a la presencia de placas de concreto armado.
- Resultados debido al índice de flexibilidad.
  - En la dirección X el índice de flexibilidad tiene un valor de 1.615, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y el índice de flexibilidad tiene un valor de 0.3864, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.

  Estos valores nos indica que en la dirección "Y" cumplen con el requisito de flexibilidad, mientras en la dirección "X" supera el requisito de flexibilidad, donde el mayor grado de deformación se encuentra ubicada en el primer piso y en la dirección más corta del edificio, presentando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando.
- Resultados debido al índice de sobreesfuerzo.

  Observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen hasta un valor de 6.087, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando, teniendo un alto grado de vulnerabilidad la estructura.
- Resultados debido a la altura máxima de un entrepiso

  Observamos que la relación de la altura típica con la altura del primer piso tiene un valor de 75.71% mayor al 42%, el cual quiere decir que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no

es generado debido a la mayor altura del primer piso respecto los pisos superiores.

- Resultados debido a la esbeltez estructural.

  Se tiene una esbeltez con un valor de 1.940 que es mayor a 1.5, lo que nos indica que la edificación no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

- Resultados debido a la excentricidad estructural

  Se tiene excentricidades en dirección "X" e "Y" menores a 0.15 en el primer piso, lo cual nos indica que no existirán torsiones importantes en caso de sismos, pero esto excluye la presencia de piso blando.

4.1.3.4. Análisis del Edificio N° 04

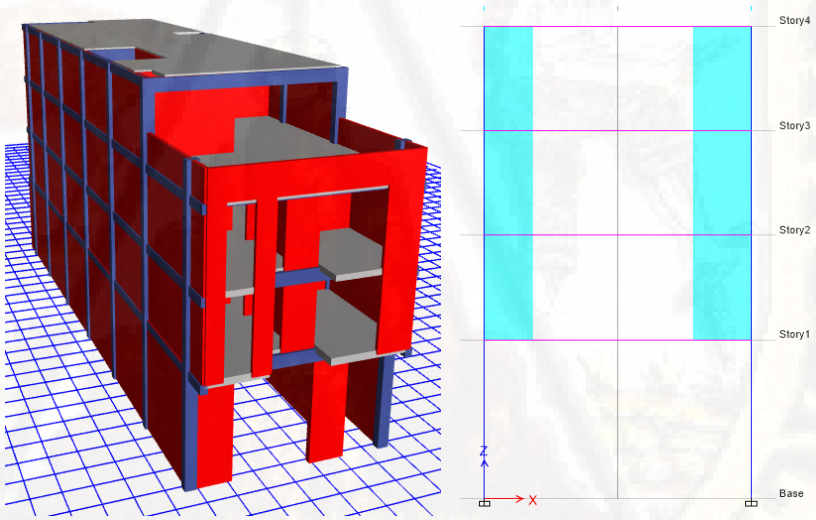


Figura 40: Edificio N° 04 sin rigidizar

a) **Cálculo de la irregularidad por piso blando en dirección X e Y**

Se tiene las tablas N° 45 y 46 donde se muestran los valores de la rigidez del edificio N° 04 según los límites de control de la norma E.030.

Tabla 45: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	43885.604						
Story3	SISMO XX	91230.947	2.0788		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	78699.550	0.8626		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	46341.624	0.5888	0.6502	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 sin rigidizar – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	125745.176						
Story3	SISMO YY	230904.188	1.8363		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	240556.546	1.0418		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	206552.910	0.8586	1.0376	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en las tablas N° 45 y 46 que el primer piso es la menos rígida, generándose la irregularidad por piso blando en la dirección "X", sin embargo, en los demás niveles la dirección menos rígida también está en la dirección "X", por lo que deberíamos analizar este caso con mucha atención, pero en especial el primer piso donde se genera la falla y la dirección más crítica es esta.

b) Cálculo de desplazamientos laterales y derivas en dirección X e Y

Se tiene las tablas N° 47 y 48 donde se muestran los valores de los desplazamientos y las derivas del edificio N° 04.

Tabla 47: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección X

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story4	2.70	0.016476	0.000421	2.55	0.001074	0.1074	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.015339	0.000265	2.55	0.000675	0.0675	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.014624	0.001825	2.55	0.004653	0.4653	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.009697	0.003128	2.55	0.007977	0.7977	0.500	COREGIR!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 sin rigidizar - Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.002308	0.000169	2.25	0.000379	0.0379	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001853	0.000185	2.25	0.000417	0.0417	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001353	0.000254	2.25	0.000572	0.0572	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000667	0.000215	2.25	0.000484	0.0484	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas N° 47 y 48 podemos observar que las derivas en la dirección "X" se encuentran excediendo en su primer piso los límites de control que nos da la norma E.030. Lo cual se debe reforzar este nivel por estar excediendo el límite de control de derivas.

En la tabla N° 49 se muestra el porcentaje de desplazamientos de cada piso, donde podemos apreciar que los desplazamientos laterales de los primeros pisos tienen porcentajes de desplazamiento mayores a los de los pisos superiores.

Tabla 49: Incidencia porcentual de los desplazamientos laterales del edificio N° 04

	DIRECCION X	DIRECCION Y
PISO	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**	**DEZPLAZAMIENTO LATERAL (%)**
Story4	6.90%	19.71%
Story3	4.34%	21.66%
Story2	29.90%	29.72%
Story1	58.86%	28.90%

Fuente: Elaboración propia.

En la dirección "X" el desplazamiento lateral del primer piso es de 58.86%, y en la dirección "Y" el desplazamiento lateral es de 29.72% ubicado en el segundo piso, lo que representa que los desplazamientos de los primeros pisos son mucho mayores que los desplazamientos de los pisos superiores, generando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando y causando inestabilidad al edificio.

Continuando con la evaluación de la falla por piso blando, utilizaremos el valor de la deriva máxima, obtenida por la combinación de carga con los cuales se ha modelado la estructura en el programa ETABS v.2016,

en este caso los valores máximos encontrados en las envolventes son como se muestran en las siguientes tablas N° 50 y 51.

Tabla 50: Derivas máximas en la dirección X debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 04

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.002709
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.002785
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.005011
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.009193
		Máxima Deriva	**0.009193**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51: Derivas máximas en la dirección Y debido a las máximas combinaciones de carga del edificio N° 04

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000532
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000845
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001225
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002000
		Máxima Deriva	**0.002000**

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo del índice de flexibilidad en dirección X e Y

$$Índice\ de\ Flexibilidad = \frac{Máxima\ Deriva\ Obtenida\ (Programa)}{Máxima\ Deriva\ Permitida\ (Segun\ norma)} \leq 1$$

Tabla 52: Índice de flexibilidad en ambas direcciones del edificio N° 04

Sentido	**Índice de Flexibilidad**
"X"	1.8386
"Y"	0.4000

En la dirección “X” el índice de flexibilidad es de 1.8386, mientras que en la dirección “Y” es de 0.4000. Superando en la dirección “X” el valor de 1, que es lo permitido. Lo cual nos indica que se tiene alto grado de deformaciones en su primer piso del edificio, causando inestabilidad en el piso más débil (piso blando) y por ende causando inestabilidad global. También podemos notar que la máxima deriva se encuentra en el primer piso de la estructura.

Por lo tanto, podemos afirmar que no se cuenta con la rigidez suficiente en la dirección "X", y es en esta dirección donde surge el efecto piso blando por que presenta en su primer piso baja resistencia y alto grado de deformación que los pisos superiores, de esta manera influyendo en la estabilidad del edificio de albañilería confinada.

d) Cálculo del índice de sobreesfuerzo

Para el cálculo del índice de sobreesfuerzo utilizaremos el programa ETABS v.2016, el cual nos indica que elementos se encuentra sobre esforzado, así el color rojo, me indica que su índice de sobreesfuerzo es mayor que 1, es decir que se esfuerza más de lo permitido, y pueda que se requiera aumentar las dimensiones del elemento, o como hemos aptado en este caso realizar un reforzamiento.

$$Índice\ de\ Sobreesfuerzo = \frac{Refuerzo\ Requerido}{Refuerzo\ Permitido} \leq 1$$

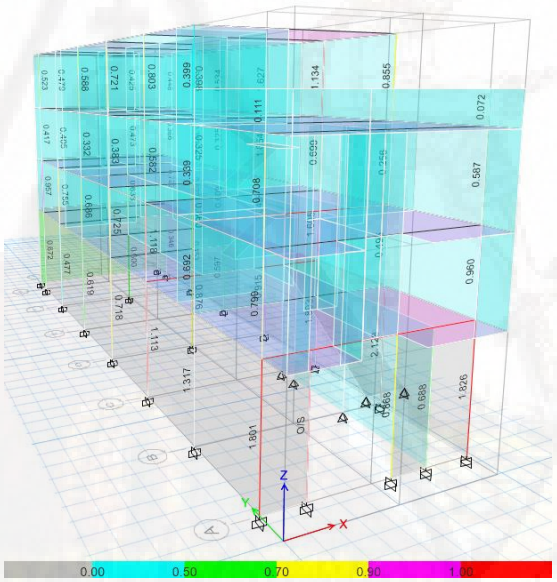


Figura 41: Sobreesfuerzo en columnas del primer piso del edificio N° 04

En la figura N° 41, observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen valores de hasta 1.826, el cual quiere decir que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando. Por tanto, se

deberá realizar un reforzamiento al edificio de albañilería confinada en su primer piso.

En conclusión, hemos comprobado que el edificio N° 04 falla por piso blando debido a la falta de rigidez y resistencia en sus elementos estructurales, poseyendo alto grado de deformación y sobreesfuerzo en las columnas del primer piso.

Cálculo de la altura máxima de un entrepiso

$$Relación\ de\ altura = \frac{Altura\ Tipica}{Altura\ del\ Primer\ Piso} > 42\%$$

$$Relación\ de\ altura = \frac{2.70}{3.10} = 87.09\% > 42\%$$

El edificio N° 01 tiene el valor de relación de la altura típica con la altura del primer piso de 87.09% que es mayor al 42%, el cual nos indica que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no se genera debido a la mayor altura del primer piso con respecto los pisos superiores.

e) Cálculo de la esbeltez de la edificación

$$e = \frac{h}{Bmin} \leq 1.5$$

$$e = \frac{11.20}{7.20} = 1.556 \leq 1.5, falso$$

El edificio N° 04 tiene el valor de esbeltez de 1.556 que es mayor a 1.5, lo cual nos indica que nuestro edificio no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

f) Calculo de la excentricidad estructural

Tabla 53: Excentricidades estructurales en la dirección X e Y del edificio N° 04

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR									
PISO	**DIAFRAGMA**	**CENTRO DE MASA**		**CENTRO DE RIGIDEZ**		**ASIMETRIA**		**EXCENTRICIDAD**	
		XCM (m)	**YCM (m)**	**XCR (m)**	**YCR (m)**	**XX**	**YY**	**XX**	**YY**
Story4	D4	3.6890	15.1380	4.1966	15.0913	0.0705	0.0019	ADECUADA	ADECUADA

Story3	D3	3.5878	12.3445	4.5897	14.9872	0.1392	0.1068	ADECUADA	ADECUADA
Story2	D2	3.6185	12.1997	4.4585	16.7656	0.1167	0.1845	ADECUADA	EXCESIVA
Story1	D1	3.5038	12.8979	4.7148	23.2728	0.1682	0.4359	EXCESIVA	EXCESIVA

Fuente: Elaboración propia.

El edificio N° 04 tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.4359 mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en "X" e "Y" o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.3.4.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 04

Analizado el edificio N° 04 con las características estructurales que causan irregularidad por piso blando y análisis dinámico se llegó a los siguientes resultados.

- Según estudio de las características que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, se menciona lo siguiente:
  - El primer piso tiene mayor altura que los pisos superiores.
  - Hay un cambio de rigidez abrupto del primer piso con los pisos superiores.
  - Tiene discontinuidad de muros de albañilería del primer piso respecto a los pisos superiores, ya que el primer piso está siendo destinado para salón multiusos.
  - Las vigas tienen mayor dimensión que las columnas.
  - La relación viga columna tiene el valor de 1.13, aparentemente las vigas son más rígidas que las columnas.
- Resultados debido al estudio y análisis de la irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección X se obtienen los valores de 58.88% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 65.02% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030,

encontrándose el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.

- En la dirección Y se obtienen los valores de 85.86% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 103.76% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- Resultados debido a los desplazamientos laterales por cargas de sismo.
  - En la dirección X el desplazamiento del primer piso representa el 58.86% del desplazamiento total del edificio.
  - En la dirección Y el desplazamiento del segundo piso representa el 29.72% del desplazamiento total del edificio.

  Estos valores nos indican que el primer piso en la dirección "X" y segundo piso en la dirección "Y" tiene mayores desplazamientos que los pisos superiores.
- Resultados debido al índice de flexibilidad.
  - En la dirección X el índice de flexibilidad tiene un valor de 1.8386, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y el índice de flexibilidad tiene un valor de 0.4000, teniendo la mayor deriva el primer piso del edificio.

  Estos valores nos indica que en la dirección "Y" cumplen con el requisito de flexibilidad, mientras en la dirección "X" supera el requisito de flexibilidad, donde el mayor grado de deformación se encuentra ubicada en el primer piso y en la dirección más corta del edificio, presentando de esta manera el efecto de la irregularidad por piso blando.
- Resultados debido al índice de sobreesfuerzo.

  Observamos el índice de sobreesfuerzo en las columnas del primer piso tienen hasta un valor de 1.826, el cual quiere decir que el

refuerzo requerido excede el máximo permitido, entonces las columnas del primer nivel se están sobre esforzando, teniendo un alto grado de vulnerabilidad la estructura.

- Resultados debido a la altura máxima de un entrepiso

  Observamos que la relación de la altura típica con la altura del primer piso tiene un valor de 87.09% mayor al 42%, el cual quiere decir que el efecto por piso blando en el primer piso del edificio no es generado debido a la mayor altura del primer piso respecto los pisos superiores.

- Resultados debido a la esbeltez estructural.

  Se tiene una esbeltez con un valor de 1.556 que es mayor a 1.5, lo cual nos indica que nuestro edificio no cumple con el requisito de esbeltez, lo que nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio, ya que presenta baja resistencia y rigidez en su primer piso, así mismo se debe aumentar la rigidez para evitar el balanceo indeseado del edificio.

- Resultados debido a la excentricidad estructural

  Se tiene excentricidades excesivas de hasta valores de 0.4359 en dirección "Y" que es mayor a 0.15, lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos; se debe modificar la posición de los planos resistentes en "X" e "Y" o aumentar elementos resistentes en la parte débil (parte frontal) de la edificación para lograr una mejor eficiencia estructural.

4.1.4. Estudio y Análisis Sísmico con Refuerzos Estructurales en Edificaciones Existentes.

4.1.4.1. Análisis de uso de refuerzos en el Edificio N° 01

- **Edificio Rigidizado con Muros de Corte**

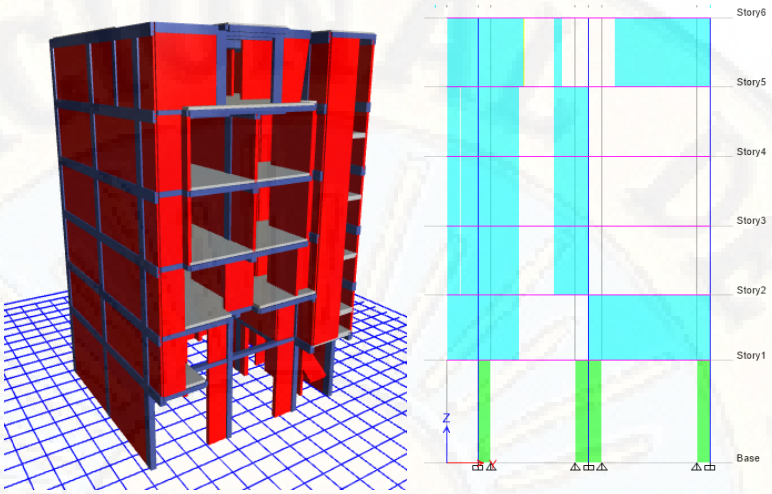


Figura 42: Edificio N° 01 rigidizado con muros de corte

Tabla 54: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte - Dirección X

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26388.357						
Story5	SISMO XX	71078.777	2.6936		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	80004.813	1.1256		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	80504.378	1.0062	1.3609	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	77313.743	0.9604	1.0015	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	72153.615	0.9333	0.9102	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte - Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	30017.196						
Story5	SISMO YY	80268.044	2.6741		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	91780.093	1.1434		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	98299.838	1.0710	1.4594	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	104216.683	1.0602	1.1565	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	85047.526	0.8161	0.8670	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte – Dirección X

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.009575	0.000359	2.25	0.000808	0.0808	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008623	0.000371	2.25	0.000834	0.0834	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007641	0.000473	2.25	0.001065	0.1065	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006387	0.000583	2.25	0.001312	0.1312	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004842	0.000586	2.25	0.001319	0.1319	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003288	0.000843	2.25	0.001897	0.1897	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con muros de corte – Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.015750	0.000507	2.55	0.001293	0.1293	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.014406	0.000711	2.55	0.001813	0.1813	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.012522	0.000945	2.55	0.002410	0.2410	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.010017	0.001104	2.55	0.002816	0.2816	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.007091	0.001165	2.55	0.002970	0.2970	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.004005	0.001027	2.55	0.002619	0.2619	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Edificio Rigidizado con cruces de San Andrés**

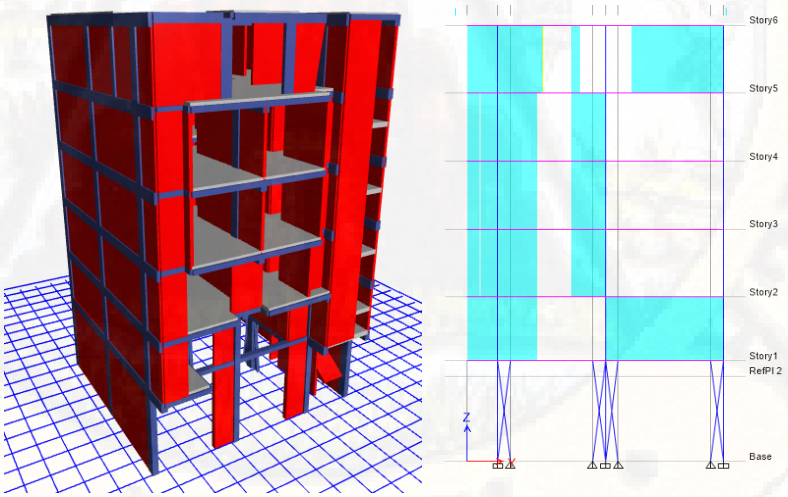


Figura 43: Edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés

Tabla 58: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26403.902						
Story5	SISMO XX	69960.114	2.6496		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	78801.554	1.1264		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	82292.232	1.0443	1.4094	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	77267.393	0.9389	1.0032	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	69114.821	0.8945	0.8699	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59: Control de rigidez piso blando del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	29856.684						
Story5	SISMO YY	82546.679	2.7648		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	90409.788	1.0953		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	97090.645	1.0739	1.4362	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	98459.946	1.0141	1.0938	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	65028.322	0.6605	0.6822	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas $\Delta_{elástica}$	R	Derivas inelásticas $\Delta_{inelástica}$	Derivas inelásticas $\Delta(\%)$	Deriva límite Δ_{limite}	Observación
Story6	2.65	0.009340	0.000336	2.25	0.000757	0.0757	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008449	0.000349	2.25	0.000786	0.0786	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007523	0.000447	2.25	0.001006	0.1006	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006338	0.000555	2.25	0.001248	0.1248	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004868	0.000562	2.25	0.001263	0.1263	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003380	0.000867	2.25	0.001950	0.1950	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61: Control de derivas inelásticas del edificio N° 01 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.016922	0.000516	2.55	0.001316	0.1316	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.015554	0.000711	2.55	0.001814	0.1814	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.013669	0.000946	2.55	0.002413	0.2413	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.011161	0.001111	2.55	0.002832	0.2832	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.008218	0.001183	2.55	0.003016	0.3016	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.005084	0.001304	2.55	0.003324	0.3324	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Comparación de resultados de los edificios sin rigidizar, rigidizado con muros de corte y rigidizado con cruces de San Andrés**

Tabla 62: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección X

EDIFICIO N° 01 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story6	0.000749	0.000808	0.000757
Story5	0.000769	0.000834	0.000786
Story4	0.000987	0.001065	0.001006
Story3	0.001229	0.001312	0.001248
Story2	0.001262	0.001319	0.001263
Story1	0.001910	0.001897	0.001950

Fuente: Elaboración propia.

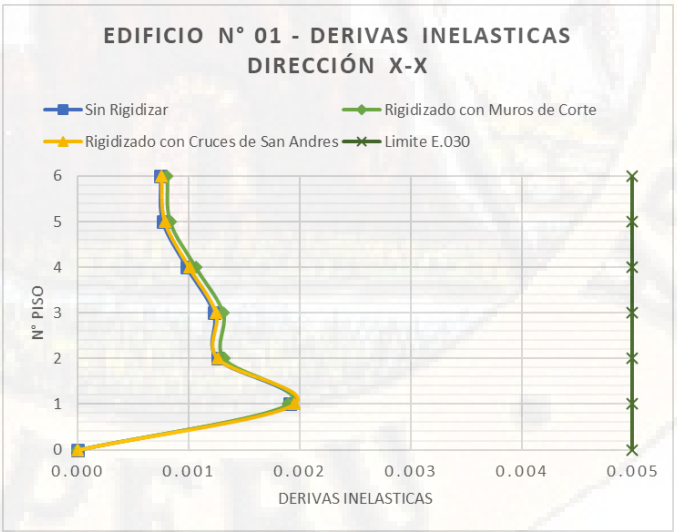


Figura 44:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección X

Tabla 63: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story6	0.001335	0.001293	0.001316
Story5	0.001825	0.001813	0.001814
Story4	0.002430	0.002410	0.002413
Story3	0.002848	0.002816	0.002832
Story2	0.003105	0.002970	0.003016
Story1	0.003629	0.002619	0.003324

Fuente: Elaboración propia.

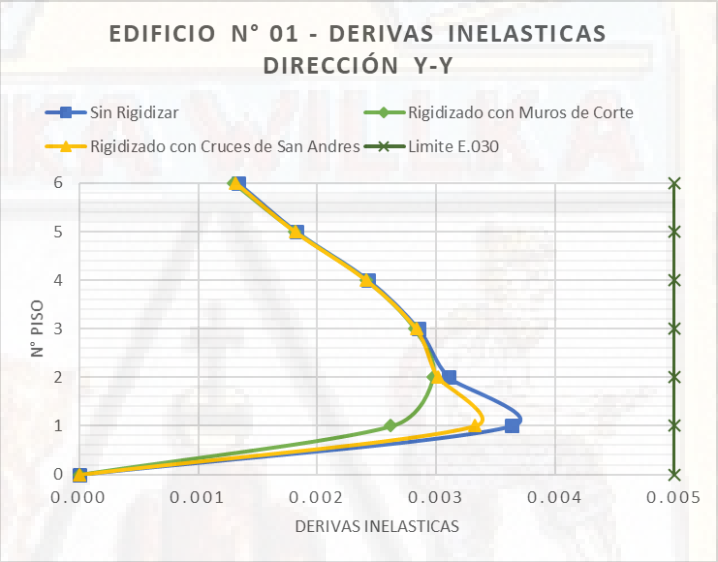


Figura 45 :Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección Y

Tabla 64: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección X

EDIFICIO N° 01 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story6	0.009195	0.009575	0.009340
Story5	0.008313	0.008623	0.008449
Story4	0.007407	0.007641	0.007523
Story3	0.006245	0.006387	0.006338
Story2	0.004797	0.004842	0.004868
Story1	0.003311	0.003288	0.003380

Fuente: Elaboración propia.

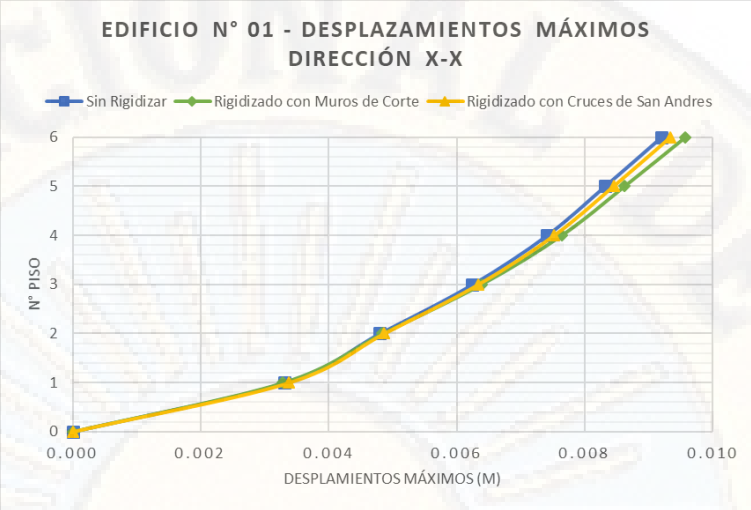


Figura 46: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección X

Tabla 65: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 – Dirección Y

EDIFICIO N° 01 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story6	0.017546	0.015750	0.016922
Story5	0.016159	0.014406	0.015554
Story4	0.014262	0.012522	0.013669
Story3	0.011737	0.010017	0.011161
Story2	0.008777	0.007091	0.008218
Story1	0.005550	0.004005	0.005084

Fuente: Elaboración propia.

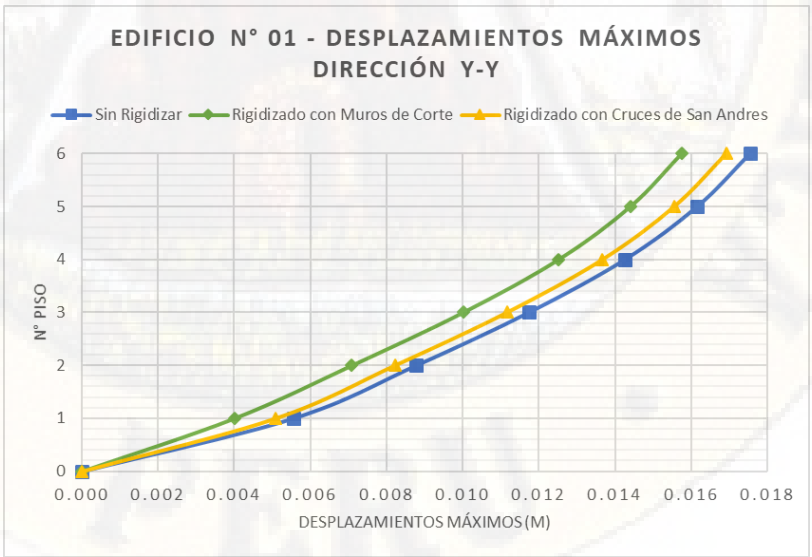


Figura 47: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 01 - Dirección Y

4.1.4.1.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 01 con uso de refuerzos estructurales.

Analizado el edificio N° 01 con los modelos estructurales "sin rigidizar", "rigidizado con muros de corte" y "rigidizado con cruces de San Andrés", se llega a los siguientes resultados.

- Resultados del edificio N° 01, debido a la irregularidad de rigidez por piso blando en cada modelo estructural:

  ❖ En el edificio rigidizado con muros de corte.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 93.33% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 91.02% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 81.61% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 86.70% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, debido que la adición de los muros de corte aumentó la rigidez en el piso blando, contrarrestando de esta manera el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.

  ❖ En el edificio rigidizado con cruces de San Andrés.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 89.45% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 86.99% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma

E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- En la dirección Y se obtienen los valores de 66.05% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 68.22% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, a pesar de la adición de las cruces de San Andrés y el aumento de rigidez en el piso blando, aun se aprecia el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.

- En el edificio N° 01 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte disminuyeron un 27.84% el desplazamiento lateral y las cruces de San Andrés disminuyeron un 8.40% el desplazamiento lateral en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- En el edificio N° 01 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte aumentaron un 36.39% de rigidez y las cruces de San Andrés aumentaron un 4.28% de rigidez en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- El modelo estructural "rigidizado con muros de corte" del edificio N° 01, presenta resultados de derivas que están dentro de los límites de control establecidos en la norma E.030, de la misma manera cumple con los límites de irregularidad de rigidez por piso blando; esto debido, que la adición de los muros de corte generó el aumento de la rigidez y la reducción de los desplazamientos laterales en el piso blando, contrarrestando el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, brindando mayor estabilidad al edificio.

- El modelo estructural “rigidizado con cruces de san Andrés” del edificio N° 01, presenta resultados de derivas que están dentro de los límites de control establecidos en la norma E.030, a pesar de cumplir con las derivas, aumentar la rigidez y disminuir los desplazamientos laterales; las cruces de San Andrés no aportan la rigidez necesaria para contrarrestar el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, quedando inestable el edificio.
- Llegando a la conclusión que la alternativa más conveniente es rigidizar la estructura en su piso blando mediante “muros de corte”, ya que la adición de muros de corte aporta mayor rigidez y reduce los desplazamientos laterales de manera favorable, de esta manera llegando a contrarrestar el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando y brindando estabilidad al edificio de albañilería confinada. Cumpliendo de esta manera con los límites de control de derivas e irregularidad de rigidez por piso blando establecidos en la norma E.030.

4.1.4.2. Análisis de uso de refuerzos en el Edificio N° 02

- **Edificio Rigidizado con Muros de Corte**

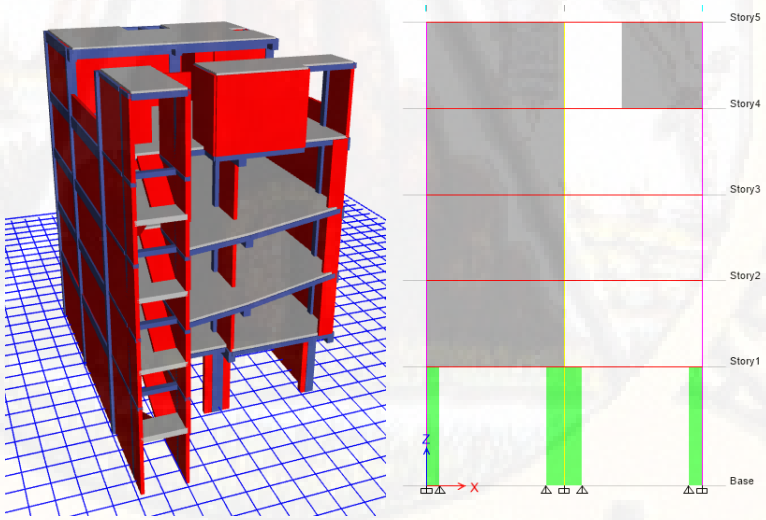


Figura 48: Edificio N° 02 rigidizado con muros de corte

Tabla 66: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte - Dirección X

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story5	SISMO XX	36030.577					OK	
Story4	SISMO XX	38122.87	1.0581		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	63618.312	1.6688		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72423.734	1.1384	1.5770	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	59934.185	0.8275	1.0324	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte - Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story5	SISMO YY	16943.091					OK	
Story4	SISMO YY	82288.471	4.8568		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	89551.67	1.0883		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	95523.83	1.0667	1.5180	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76023.527	0.7959	0.8530	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte – Dirección X

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas $\Delta_{elástica}$	R	Derivas inelásticas $\Delta_{inelástica}$	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite $\Delta_{límite}$	Observación
Story5	2.85	0.016150	0.000957	2.55	0.002440	0.2440	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.013423	0.000956	2.55	0.002438	0.2438	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.010698	0.001276	2.55	0.003255	0.3255	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.007060	0.001356	2.55	0.003457	0.3457	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.003196	0.001031	2.55	0.002629	0.2629	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con muros de corte – Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas $\Delta_{elástica}$	R	Derivas inelásticas $\Delta_{inelástica}$	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite $\Delta_{límite}$	Observación
Story5	2.85	0.005978	0.000253	2.25	0.000570	0.0570	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005256	0.000335	2.25	0.000754	0.0754	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004301	0.000453	2.25	0.001018	0.1018	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003011	0.000575	2.25	0.001293	0.1293	0.500	O.K.!!!!!!

Story1	3.10	0.001373	0.000443	2.25	0.000997	0.0997	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.3.Edificio Rigidizado con cruces de San Andrés

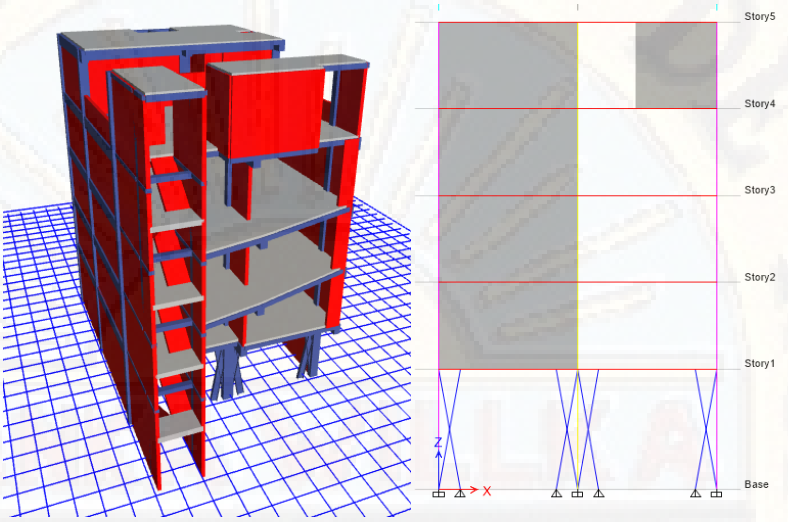


Figura 49: Edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés

Tabla 70: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	**CARGA**	**Kx tonf/m**	**Kx i+1 / Kx i**	**Prom Kx i+3 / Kx i**	**RNE**	**RNE**	**X-X**	**X-X**
Story5	SISMO XX	37939.299					OK	
Story4	SISMO XX	37991.455	1.0014		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	62728.51	1.6511		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72474.121	1.1554	1.5680	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	37549.453	0.5181	0.6504	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71: Control de rigidez piso blando del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	**CARGA**	**Ky tonf/m**	**Ky i+1 / Ky i**	**Prom Ky i+3 / Ky i**	**RNE**	**RNE**	**Y-Y**	**Y-Y**
Story5	SISMO YY	16887.533					OK	
Story4	SISMO YY	81987.919	4.8549		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	89271.554	1.0888		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	95409.968	1.0688	1.5213	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76163.197	0.7983	0.8568	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.017568	0.000959	2.55	0.002446	0.2446	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.014834	0.000969	2.55	0.002471	0.2471	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.012072	0.001299	2.55	0.003312	0.3312	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.008370	0.001362	2.55	0.003473	0.3473	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.004488	0.001448	2.55	0.003692	0.3692	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73: Control de derivas inelásticas del edificio N° 02 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.006015	0.000252	2.25	0.000567	0.0567	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005297	0.000335	2.25	0.000753	0.0753	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004343	0.000452	2.25	0.001018	0.1018	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003054	0.000573	2.25	0.001290	0.1290	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.001420	0.000458	2.25	0.001031	0.1031	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Comparación de resultados de los edificios sin rigidizar, rigidizado con muros de corte y rigidizado con cruces de San Andrés**

Tabla 74: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X

EDIFICIO N° 02 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story5	0.002539	0.002440	0.002446
Story4	0.002498	0.002438	0.002471
Story3	0.003408	0.003255	0.003312
Story2	0.003737	0.003457	0.003473
Story1	0.004099	0.002629	0.003692

Fuente: Elaboración propia.

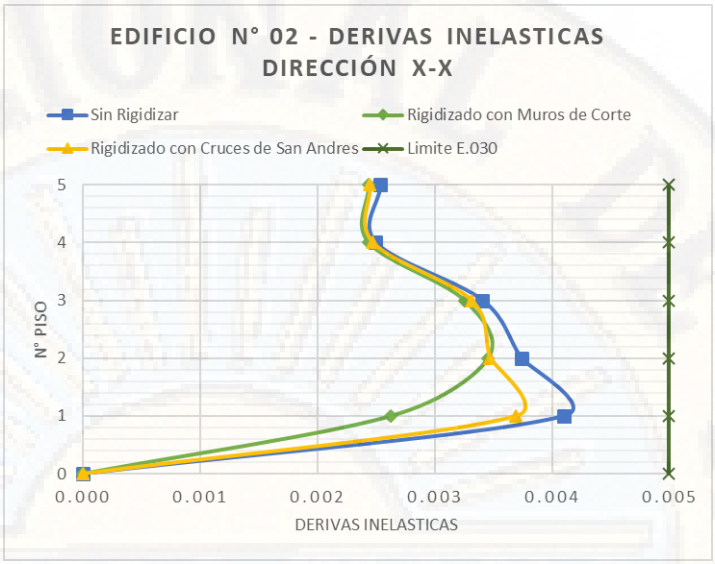


Figura 50: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección X

Tabla 75: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story5	0.000568	0.000570	0.000567
Story4	0.000763	0.000754	0.000753
Story3	0.001027	0.001018	0.001018
Story2	0.001300	0.001293	0.001290
Story1	0.001056	0.000997	0.001031

Fuente: Elaboración propia.

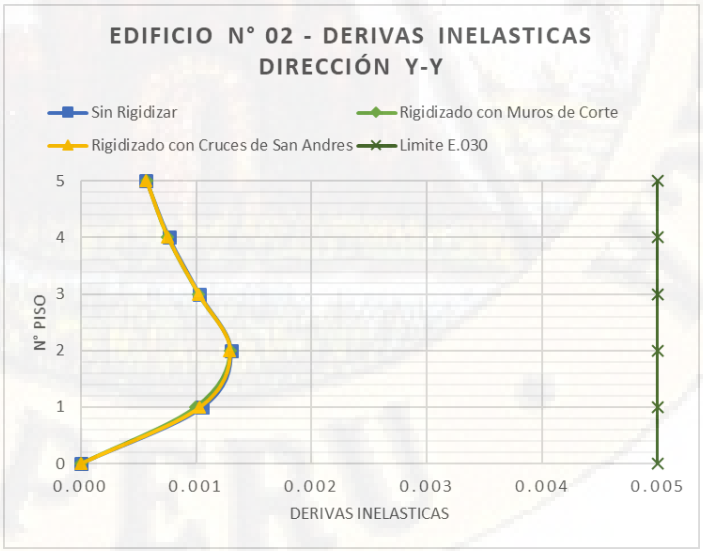


Figura 51:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección Y

Tabla 76: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X

EDIFICIO N° 02 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story5	0.018599	0.016150	0.017568
Story4	0.015761	0.013423	0.014834
Story3	0.012969	0.010698	0.012072
Story2	0.009160	0.007060	0.008370
Story1	0.004983	0.003196	0.004488

Fuente: Elaboración propia.

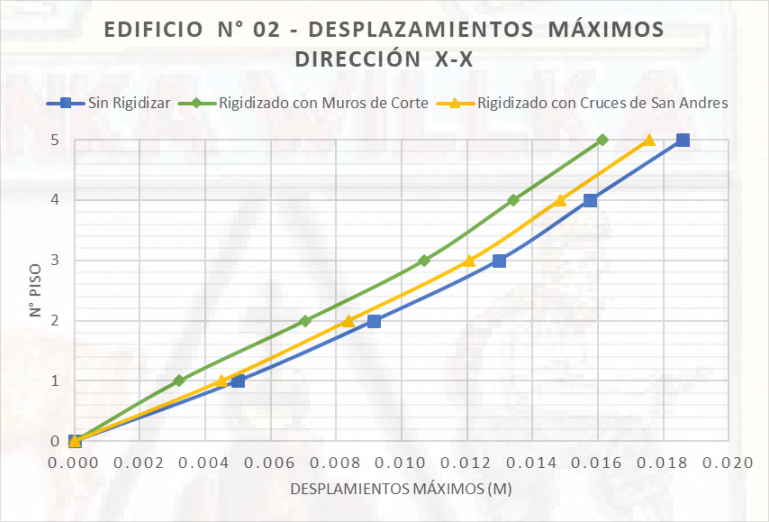


Figura 52: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección X

Tabla 77: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 – Dirección Y

EDIFICIO N° 02 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story5	0.006089	0.005978	0.006015
Story4	0.005370	0.005256	0.005297
Story3	0.004403	0.004301	0.004343
Story2	0.003102	0.003011	0.003054
Story1	0.001455	0.001373	0.001420

Fuente: Elaboración propia.

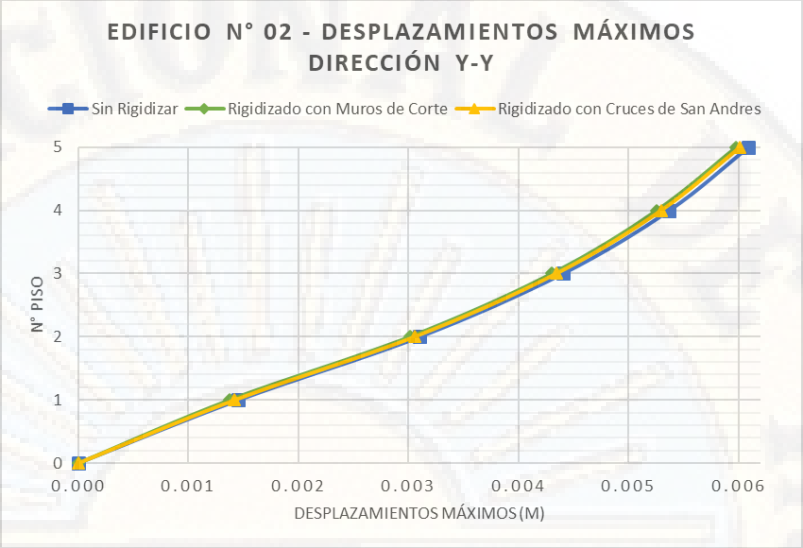


Figura 53: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 02 - Dirección Y

4.1.4.3.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 02 con uso de refuerzos estructurales.

Analizado el edificio N° 02 con los modelos estructurales "sin rigidizar", "rigidizado con muros de corte" y "rigidizado con cruces de San Andrés", se llega a los siguientes resultados.

- Resultados del edificio N° 02, debido a la irregularidad de rigidez por piso blando en cada modelo estructural:

  ❖ En el edificio rigidizado con muros de corte.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 82.75% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 103.24% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, debido que la adición de los muros de corte aumentó la rigidez en el piso blando, contrarrestando de esta manera el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 79.59% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de

85.30% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

❖ En el edificio rigidizado con cruces de San Andrés.

- En la dirección X se obtienen los valores de 51.81% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 65.04% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, a pesar de la adición de las cruces de San Andrés y el aumento de rigidez en el piso blando, aun se aprecia el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
- En la dirección Y se obtienen los valores de 79.83% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 85.68% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- En el edificio N° 02 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte disminuyeron un 35.86% el desplazamiento lateral y las cruces de San Andrés disminuyeron un 9.93% el desplazamiento lateral en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- En el edificio N° 02 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte aumentaron un 100.34% de rigidez y las cruces de San Andrés aumentaron un 25.52% de rigidez en el piso y dirección

donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.

- El modelo estructural "rigidizado con muros de corte" del edificio N° 02, presenta resultados de derivas que están dentro de los límites de control establecidos en la norma E.030, de la misma manera cumple con los límites de irregularidad de rigidez por piso blando; esto debido, que la adición de los muros de corte generó el aumento de la rigidez y la reducción de los desplazamientos laterales en el piso blando, contrarrestando el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, brindando mayor estabilidad al edificio.
- El modelo estructural "rigidizado con cruces de san Andrés" del edificio N° 02, presenta resultados de derivas que están dentro de los límites de control establecidos en la norma E.030, a pesar de cumplir con las derivas, aumentar la rigidez y disminuir los desplazamientos laterales; las cruces de san Andrés no aportan la rigidez necesaria para contrarrestar el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, quedando inestable el edificio.
- Llegando a la conclusión que la alternativa más conveniente es rigidizar la estructura en su piso blando mediante "muros de corte", ya que la adición de muros de corte aporta mayor rigidez y reduce los desplazamientos laterales de manera favorable, de esta manera llegando a contrarrestar el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando y brindando estabilidad al edificio de albañilería confinada. Cumpliendo de esta manera con los límites de control de derivas e irregularidad de rigidez por piso blando establecidos en la norma E.030.

4.1.4.4. Análisis de uso de refuerzos en el Edificio N° 03

- **Edificio Rigidizado con Muros de Corte**

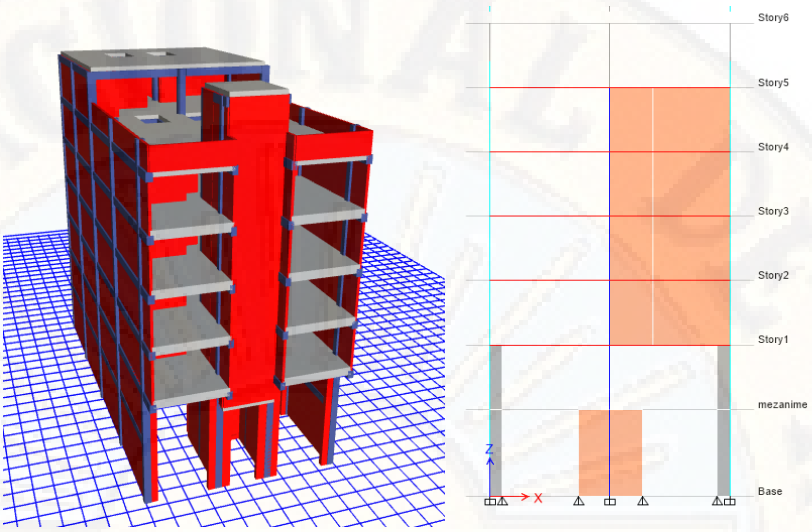


Figura 54: Edificio N° 03 rigidizado con muros de corte

Tabla 78: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte - Dirección X

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	51562.33						
Story6	SISMO XX	149820.943	2.9056		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	186107.505	1.2422		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	206088.637	1.1074	1.5956	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	219281.708	1.0640	1.2137	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	254978.814	1.1628	1.2510	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	240237.391	0.9422	1.0593	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 79: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte - Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	86560.898						
Story6	SISMO YY	226570.524	2.6175		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	266639.401	1.1768		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	287580.106	1.0785	1.4881	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	318019.106	1.1058	1.2219	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	599227.121	1.8842	2.0610	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	461036.446	0.7694	1.1480	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte – Dirección X

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.037636	0.001537	2.55	0.003918	0.3918	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.033564	0.001952	2.55	0.004979	0.4979	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.028390	0.002387	2.55	0.006086	0.6086	0.500	COREGIR!!!
Story4	2.65	0.022065	0.002686	2.55	0.006848	0.6848	0.500	COREGIR!!!
Story3	2.65	0.014948	0.002225	2.55	0.005674	0.5674	0.500	COREGIR!!!
Story2	2.65	0.009052	0.002288	2.55	0.005833	0.5833	0.500	COREGIR!!!
Story1	3.50	0.002990	0.000854	2.55	0.002178	0.2178	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con muros de corte – Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009494	0.000375	2.25	0.000845	0.0845	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008499	0.000416	2.25	0.000936	0.0936	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007397	0.000557	2.25	0.001254	0.1254	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.005920	0.000671	2.25	0.001510	0.1510	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004142	0.000713	2.25	0.001605	0.1605	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002252	0.000662	2.25	0.001490	0.1490	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000497	0.000142	2.25	0.000320	0.0320	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.5. Edificio Rigidizado con cruces de San Andrés

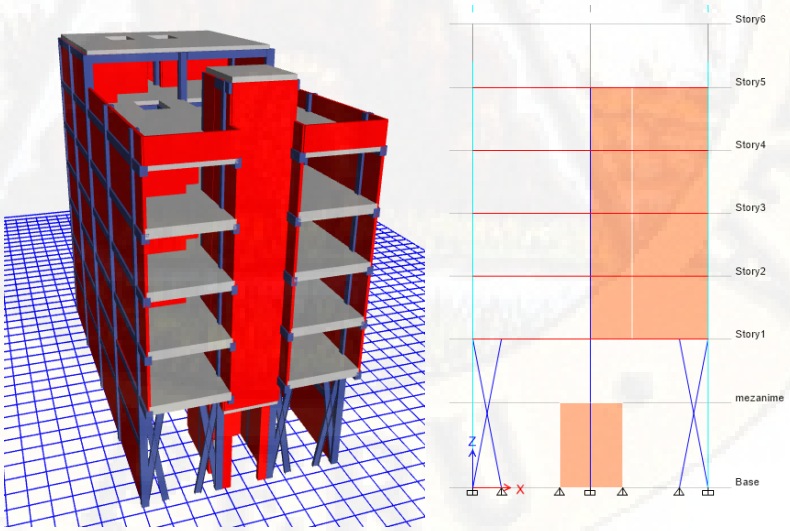


Figura 55: Edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés

Tabla 82: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	51043.928						
Story6	SISMO XX	151175.802	2.9617		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	188514.028	1.2470		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	208526.441	1.1062	1.6010	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	218340.359	1.0471	1.1948	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	287976.821	1.3189	1.4039	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	174138.418	0.6047	0.7308	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83: Control de rigidez piso blando del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	86084.577						
Story6	SISMO YY	225275.813	2.6169		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	265263.687	1.1775		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	285799.228	1.0774	1.4869	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	314893.292	1.1018	1.2168	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	591641.826	1.8789	2.0497	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	455810.059	0.7704	1.1469	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story7	2.65	0.037476	0.001525	2.55	0.003889	0.3889	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.033434	0.001939	2.55	0.004945	0.4945	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.028295	0.002371	2.55	0.006047	0.6047	0.500	COREGIR!!!
Story4	2.65	0.022011	0.002668	2.55	0.006803	0.6803	0.500	COREGIR!!!
Story3	2.65	0.014941	0.001777	2.55	0.004530	0.4530	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.010233	0.002593	2.55	0.006613	0.6613	0.500	COREGIR!!!
Story1	3.50	0.003361	0.000960	2.55	0.002449	0.2449	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85: Control de derivas inelásticas del edificio N° 03 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009562	0.000377	2.25	0.000847	0.0847	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008564	0.000418	2.25	0.000940	0.0940	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007457	0.000560	2.25	0.001259	0.1259	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.005974	0.000675	2.25	0.001519	0.1519	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004185	0.000720	2.25	0.001621	0.1621	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002276	0.000669	2.25	0.001505	0.1505	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000503	0.000144	2.25	0.000323	0.0323	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Comparación de resultados de los edificios sin rigidizar, rigidizado con muros de corte y rigidizado con cruces de San Andrés**

Tabla 86: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección X

EDIFICIO N° 03 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story7	0.003822	0.003918	0.003889
Story6	0.004859	0.004979	0.004945
Story5	0.005930	0.006086	0.006047
Story4	0.006657	0.006848	0.006803
Story3	0.004066	0.005674	0.004530
Story2	0.006736	0.005833	0.006613
Story1	0.002498	0.002178	0.002449

Fuente: Elaboración propia.

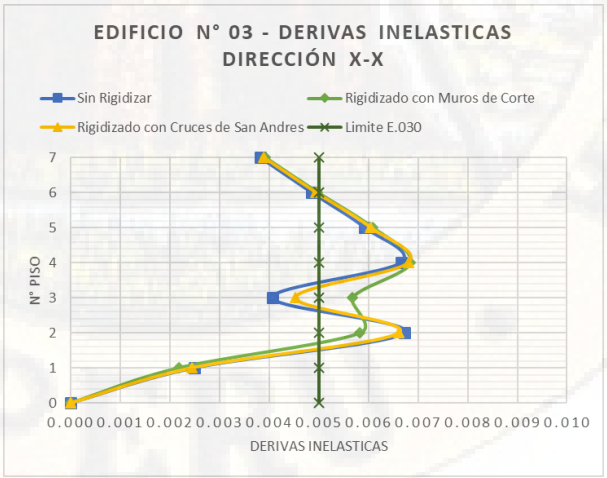


Figura 56: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección X

Tabla 87: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRE**
Story7	0.000859	0.000845	0.000847
Story6	0.000963	0.000936	0.000940
Story5	0.001284	0.001254	0.001259
Story4	0.001550	0.001510	0.001519
Story3	0.001669	0.001605	0.001621
Story2	0.001532	0.001490	0.001505
Story1	0.000325	0.000320	0.000323

Fuente: Elaboración propia.

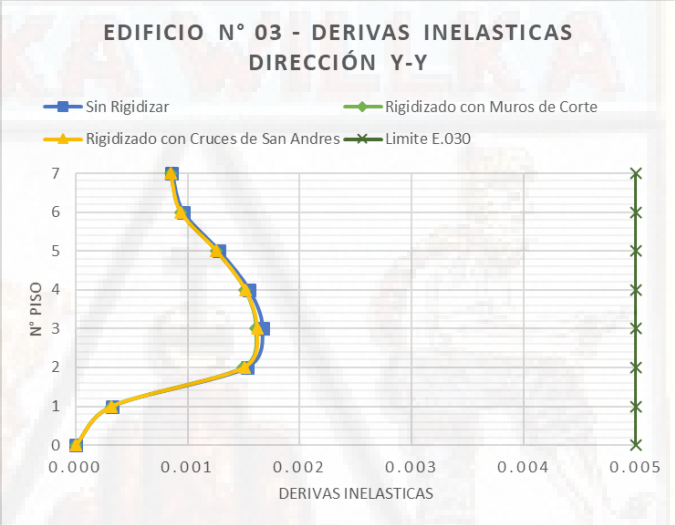


Figura 57:Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección Y

Tabla 88: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección X

EDIFICIO N° 03 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story7	0.036756	0.037636	0.037476
Story6	0.032784	0.033564	0.033434
Story5	0.027734	0.028390	0.028295
Story4	0.021571	0.022065	0.022011
Story3	0.014653	0.014948	0.014941
Story2	0.010428	0.009052	0.010233
Story1	0.003428	0.002990	0.003361

Fuente: Elaboración propia.

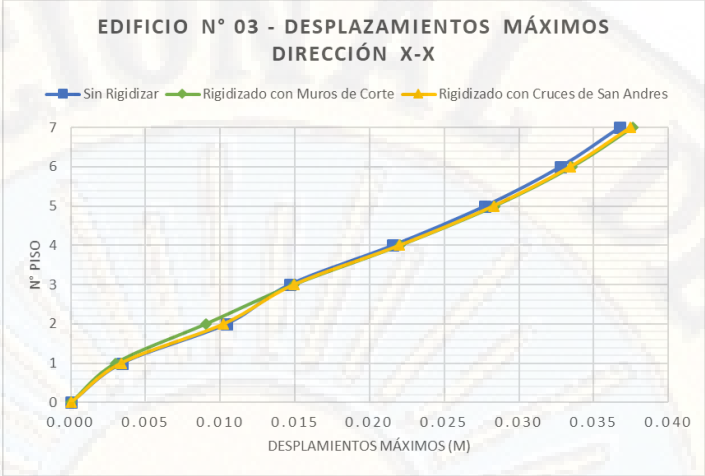


Figura 58: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección X

Tabla 89: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 – Dirección Y

EDIFICIO N° 03 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story7	0.009760	0.009494	0.009562
Story6	0.008748	0.008499	0.008564
Story5	0.007614	0.007397	0.007457
Story4	0.006102	0.005920	0.005974
Story3	0.004276	0.004142	0.004185
Story2	0.002310	0.002252	0.002276
Story1	0.000506	0.000497	0.000503

Fuente: Elaboración propia.

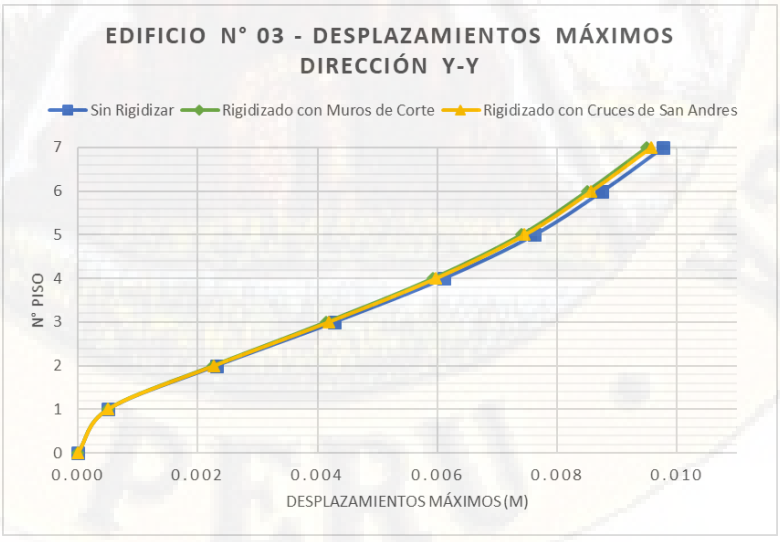


Figura 59: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 03 - Dirección Y

4.1.4.5.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 03 con uso de refuerzos estructurales.

Analizado el edificio N° 03 con los modelos estructurales "sin rigidizar", "rigidizado con muros de corte" y "rigidizado con cruces de San Andrés", se llega a los siguientes resultados.

- Resultados del edificio N° 03, debido a la irregularidad de rigidez por piso blando en cada modelo estructural:

  ❖ En el edificio rigidizado con muros de corte.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 94.22% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 105.93% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, debido que la adición de los muros de corte aumentó la rigidez en el piso blando, contrarrestando de esta manera el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 76.94% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 114.80% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

  ❖ En el edificio rigidizado con cruces de San Andrés.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 60.47% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 73.08% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, a pesar de la adición de las cruces de San Andrés y el

aumento de rigidez en el piso blando, aun se aprecia el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.

- En la dirección Y se obtienen los valores de 77.04% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 114.69% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- En el edificio N° 03 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte disminuyeron un 12.78% el desplazamiento lateral y las cruces de San Andrés disminuyeron un 1.95% el desplazamiento lateral en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- En el edificio N° 03 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte aumentaron un 38.24% de rigidez y las cruces de San Andrés aumentaron un 0.21% de rigidez en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- El modelo estructural "rigidizado con muros de corte" del edificio N° 03, presenta resultados de derivas que exceden de los límites de control establecidos en la norma E.030, a pesar de aumentar la rigidez del primer piso los muros de corte no solucionaron los desplazamientos que exceden los límites de control de los pisos superiores debiéndose buscar soluciones para contrarrestar estos desplazamientos; se cumple con los límites de irregularidad de rigidez por piso blando; esto debido, que la adición de los muros de corte generó el aumento de la rigidez y la reducción de los desplazamientos laterales en el piso blando, contrarrestando el

efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, brindando mayor estabilidad al edificio.

- El modelo estructural "rigidizado con cruces de san Andrés" del edificio N° 03, presenta resultados de derivas que exceden los límites de control establecidos en la norma E.030, a pesar de aumentar la rigidez y disminuir los desplazamientos laterales; las cruces de san Andrés no aportan la rigidez necesaria para contrarrestar el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, quedando inestable el edificio.
- Llegando a la conclusión que la alternativa más conveniente es rigidizar la estructura en su piso blando mediante "muros de corte", ya que la adición de muros de corte aporta mayor rigidez y reduce los desplazamientos laterales de manera favorable, de esta manera llegando a contrarrestar el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando y brindando estabilidad al edificio de albañilería confinada. Cumpliendo de esta manera con los límites de control de derivas e irregularidad de rigidez por piso blando establecidos en la norma E.030 en su primer piso.

4.1.4.6. Análisis de uso de refuerzos en el Edificio N° 04

- **Edificio Rigidizado con Muros de Corte**

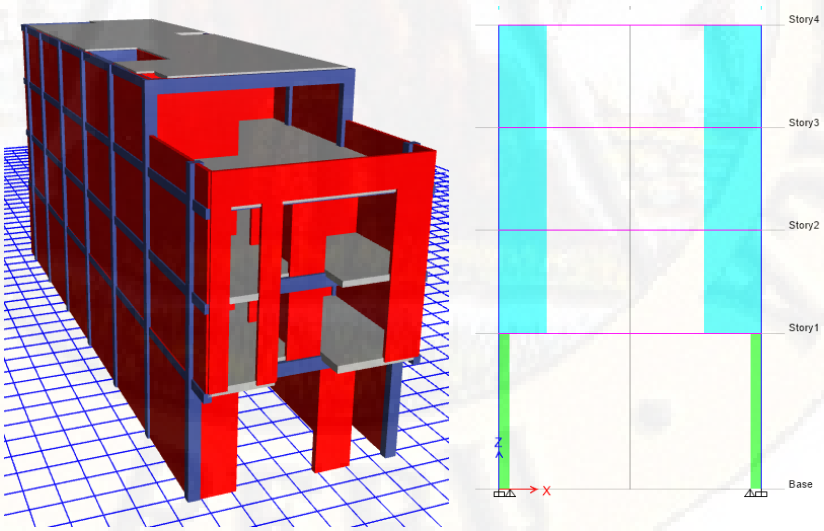


Figura 60: Edificio N° 04 rigidizado con muros de corte

Tabla 90: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte - Dirección X

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	46305.093						
Story3	SISMO XX	96070.225	2.0747		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	82265.117	0.8563		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	60161.918	0.7313	0.8034	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 91: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte - Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	129578.159						
Story3	SISMO YY	234897.592	1.8128		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	245366.28	1.0446		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	212638.775	0.8666	1.0460	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte – Dirección X

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story4	2.70	0.014988	0.000514	2.55	0.001310	0.1310	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.013601	0.001333	2.55	0.003400	0.3400	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.010001	0.001766	2.55	0.004503	0.4503	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.005233	0.001688	2.55	0.004305	0.4305	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con muros de corte – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story4	2.70	0.002308	0.000171	2.25	0.000386	0.0386	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001845	0.000185	2.25	0.000416	0.0416	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001346	0.000253	2.25	0.000570	0.0570	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000662	0.000214	2.25	0.000480	0.0480	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Edificio Rigidizado con cruces de San Andrés**

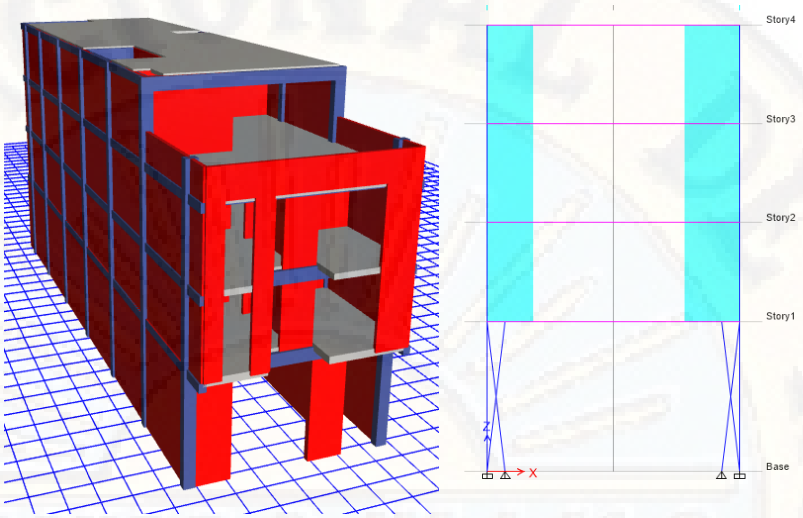


Figura 61: Edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés

Tabla 94: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	45859.856						
Story3	SISMO XX	92730.158	2.0220		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	79849.738	0.8611		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	52138.422	0.6530	0.7161	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95: Control de rigidez piso blando del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	126469.793						
Story3	SISMO YY	230916.676	1.8259		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	240726.956	1.0425		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	207352.076	0.8614	1.0400	70.00%	80.00%	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 96: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección X

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.017863	0.000486	2.55	0.001239	0.1239	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.016551	0.000995	2.55	0.002538	0.2538	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.013864	0.001809	2.55	0.004613	0.4613	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.008980	0.002897	2.55	0.007387	0.7387	0.500	COREGIR!!!

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97: Control de derivas inelásticas del edificio N° 04 rigidizado con cruces de San Andrés – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.002315	0.000171	2.25	0.000386	0.0386	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001852	0.000185	2.25	0.000417	0.0417	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001352	0.000254	2.25	0.000572	0.0572	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000666	0.000215	2.25	0.000483	0.0483	0.500	O.K.!!!!!!

Fuente: Elaboración propia.

- **Comparación de resultados de los edificios sin rigidizar, rigidizado con muros de corte y rigidizado con cruces de San Andrés**

Tabla 98: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección X

EDIFICIO N° 04 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story4	0.001074	0.001310	0.001239
Story3	0.000675	0.003400	0.002538
Story2	0.004653	0.004503	0.004613
Story1	0.007977	0.004305	0.007387

Fuente: Elaboración propia.

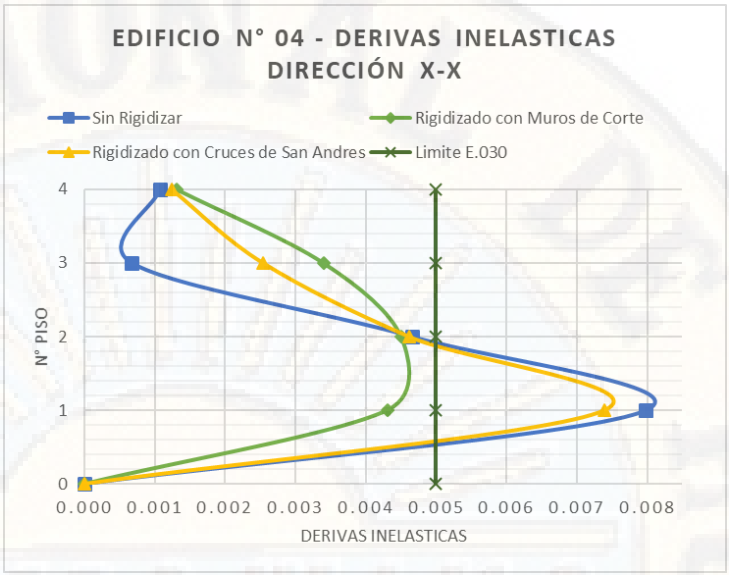


Figura 62: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección X

Tabla 99: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRE**
Story4	0.000379	0.000386	0.000386
Story3	0.000417	0.000416	0.000417
Story2	0.000572	0.000570	0.000572
Story1	0.000484	0.000480	0.000483

Fuente: Elaboración propia.

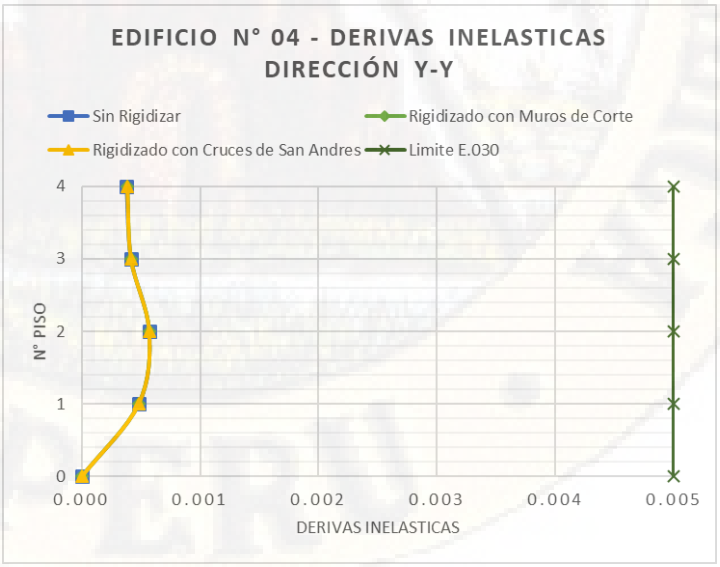


Figura 63: Derivas inelásticas de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección Y

Tabla 100: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección X

EDIFICIO N° 04 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story4	0.016476	0.014988	0.017863
Story3	0.015339	0.013601	0.016551
Story2	0.014624	0.010001	0.013864
Story1	0.009697	0.005233	0.008980

Fuente: Elaboración propia.

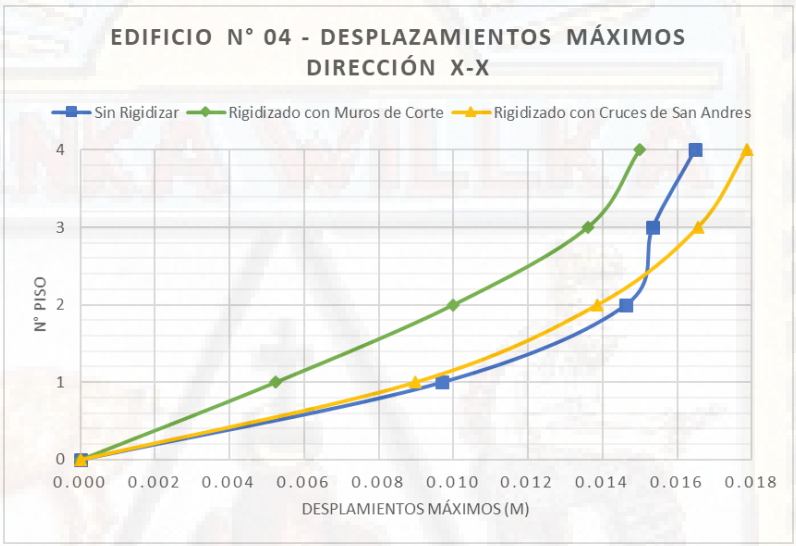


Figura 64: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección X

Tabla 101: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 – Dirección Y

EDIFICIO N° 04 - DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story4	0.002308	0.002308	0.002315
Story3	0.001853	0.001845	0.001852
Story2	0.001353	0.001346	0.001352
Story1	0.000667	0.000662	0.000666

Fuente: Elaboración propia.

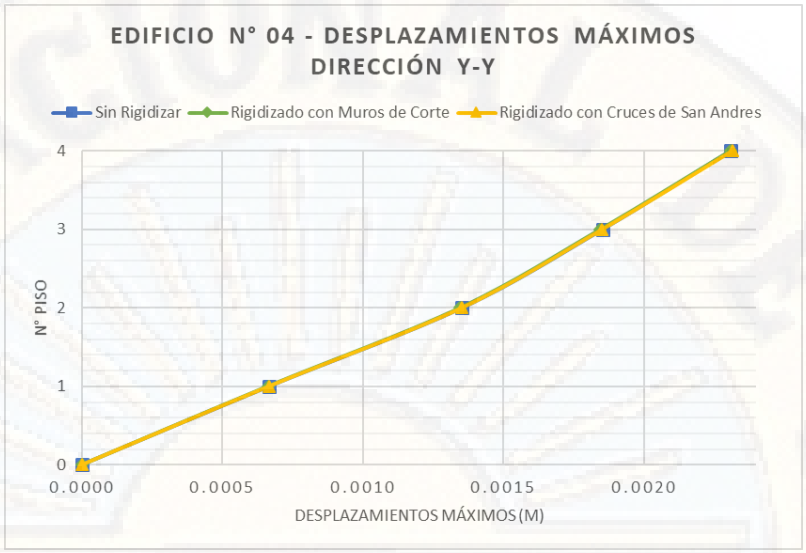


Figura 65: Desplazamientos máximos de cada modelo estructural del edificio N° 04 - Dirección Y

4.1.4.6.1. Resultados del análisis sísmico dinámico del edificio N° 04 con uso de refuerzos estructurales.

Analizado el edificio N° 04 con los modelos estructurales "sin rigidizar", "rigidizado con muros de corte" y "rigidizado con cruces de San Andrés", se llega a los siguientes resultados.

- Resultados del edificio N° 04, debido a la irregularidad de rigidez por piso blando en cada modelo estructural:

  ❖ En el edificio rigidizado con muros de corte.

  - En la dirección X se obtienen los valores de 73.13% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 80.34% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, debido que la adición de los muros de corte aumentó la rigidez en el piso blando, contrarrestando de esta manera el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
  - En la dirección Y se obtienen los valores de 86.66% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de

104.60% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

❖ En el edificio rigidizado con cruces de San Andrés.

- En la dirección X se obtienen los valores de 65.30% menor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 71.61% menor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son menores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, a pesar de la adición de las cruces de San Andrés y el aumento de rigidez en el piso blando, aun se aprecia el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando en el primer piso del edificio.
- En la dirección Y se obtienen los valores de 86.14% mayor que 70% del entrepiso superior inmediato y un valor de 104.00% mayor que 80% del promedio de los tres niveles superiores adyacentes, los valores obtenidos son mayores a los límites de irregularidad estructural que indica la norma E.030, descartando en esta dirección el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.

- En el edificio N° 04 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte disminuyeron un 46.03% el desplazamiento lateral y las cruces de San Andrés disminuyeron un 7.39% el desplazamiento lateral en el piso y dirección donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.
- En el edificio N° 04 a razón del edificio "sin rigidizar", los muros de corte aumentaron un 29.82% de rigidez y las cruces de San Andrés aumentaron un 12.51% de rigidez en el piso y dirección

donde se ubica el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando.

- El modelo estructural "rigidizado con muros de corte" del edificio N° 04, presenta resultados de derivas que están dentro de los límites de control establecidos en la norma E.030, de la misma manera cumple con los límites de irregularidad de rigidez por piso blando; esto debido, que la adición de los muros de corte generó el aumento de la rigidez y la reducción de los desplazamientos laterales en el piso blando, contrarrestando el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, brindando mayor estabilidad al edificio.
- El modelo estructural "rigidizado con cruces de san Andrés" del edificio N° 04, presenta resultados de derivas que exceden los límites de control establecidos en la norma E.030 en su primer piso, a pesar de aumentar la rigidez y disminuir los desplazamientos laterales; las cruces de san Andrés no aportan la rigidez necesaria para contrarrestar el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, quedando inestable el edificio.
- Llegando a la conclusión, que la alternativa más conveniente es rigidizar la estructura en su piso blando mediante "muros de corte", ya que la adición de muros de corte aporta mayor rigidez y reduce los desplazamientos laterales de manera favorable, de esta manera llegando a contrarrestar el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando y brindando estabilidad al edificio de albañilería confinada. Cumpliendo de esta manera con los límites de control de derivas e irregularidad de rigidez por piso blando establecidos en la norma E.030 en su primer piso.

4.2. Discusión de resultados

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificios de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica, provincia de Huancavelica.

La mayor limitante de la investigación es la obtención de datos específicos de las edificaciones existentes en la ciudad de Huancavelica, por lo cual los resultados solo podrán ser inferidos a características similares a las edificaciones analizadas. Además, es necesario recordar que estas edificaciones son de 3 a 5 pisos con el primer piso destinado para usos comerciales, mientras los pisos superiores destinados a viviendas.

Los resultados nos muestran que las edificaciones de albañilería confinada con el primer piso destinado a usos comerciales tienen un alto índice de sufrir el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando, debido que sus rigideces son menores al 70% de rigidez lateral del entrepiso inmediato superior y menor al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes, comparado con el requerimiento de la norma técnica E.030-2018. Obteniendo de las edificaciones analizadas valores de rigidices del primer piso desde el 41.37% hasta el 71.07%, menores a lo que especifica la norma peruana.

Pero, si analizamos la relación que tiene la irregularidad por piso blando y la estabilidad de los edificios se observa que el mayor porcentaje de los datos se concentra en el desplazamiento lateral ocasionado por un sismo, donde se observa los mayores desplazamientos se encuentran en el piso más débil (piso blando) en las edificaciones analizadas, teniendo valores de desplazamiento del primer piso desde un 9.33% hasta un 58.86%. La lectura de estos resultados nos permite afirmar que existe una relación directa entre el piso blando y la estabilidad del edificio.

Analizando los resultados del comportamiento sísmico de las edificaciones se observa que los elementos estructurales tienen reacciones al índice de flexibilidad mayores a 1, al índice de sobreesfuerzo mayores a 1, por lo que se puede decir que los valores están por encima de la variable mínima para que una estructura sea estable y no tenga el efecto del piso blando. Por lo tanto, los edificios existentes deberán mejorar su estructuración mediante la adición de refuerzos estructurales, sobre todo mejorar la estabilidad de las edificaciones y

brindar seguridad a sus habitantes ante un sismo de un posible colapso parcial o total del edificio con piso blando.

Los resultados del análisis de los refuerzos estructurales en las edificaciones analizadas tienen buenos resultados, debido que la adición de muros de corte redujo los desplazamientos laterales desde un 12.78% hasta un 46.03% y aumento la rigidez desde un 29.82% hasta un 100.34% en el piso blando. En cambio, la adición de las cruces de San Andrés redujo los desplazamientos laterales desde un 1.95% hasta un 9.93% y aumento la rigidez desde un 0.21% hasta un 25.52% en el piso blando. Po lo que se puede decir que la solución óptima para contrarrestar el efecto del piso blando en edificaciones de albañilería confinada existentes con piso blando es mediante la adición de muros de corte, porque reduce los desplazamientos laterales y aumenta la rigidez en la zona débil (piso blando).

Ahora, si comparamos estos resultados de relación con los obtenidos en los estudios previos tenemos que (Brito Velasco, 2013) encuentra que el efecto piso suave ocasiona deformaciones muy altas en la zona débil, el cambio de rigidez es el principal causante del piso suave; (Janampa Ochoa, 2016) encuentra que una edificación mejora sus estabilidad cuando se distribuye mejor la rigidez lateral en altura (rigidez constante por entrepiso); (San Bartolomé, 2007) encuentra que este efecto es producido por la alta flexibilidad en su piso blando del edificio por la escasa densidad de muros que impide controlarlos desplazamientos laterales impuestos por los terremotos. Por lo que se puede mencionar que la causa principal para el efecto piso blando es el cambio de brusco de rigidez por la discontinuidad de los muros de albañilería en el primer piso.

En conclusión, podríamos afirmar que se tiene la evidencia suficiente para indicar que existe influencia del piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada; por lo tanto, si se fortalece el piso blando mediante refuerzos estructurales podremos mejorar la estabilidad global de las edificaciones de albañilería confinada existentes en la ciudad de Huancavelica.

CONCLUSIONES

En conformidad al trabajo de investigación realizada, se plantean las siguientes conclusiones:

Respecto a las características que causan irregularidad por piso blando en las edificaciones de albañilería confinada.

- ✓ De las características de configuración estructural en las edificaciones N° 01, 02, 03 y 04, se encontró que los factores más influyentes para que exista una irregularidad por piso blando son:
  - Estructuras más altas en el primer piso respecto a los pisos superiores, la relación de altura típica/altura del primer piso hasta 42%.
  - Cambio abrupto de la rigidez del primer piso con respecto a los pisos superiores, debido a la discontinuidad de los muros de albañilería en el primer piso respecto a los pisos superiores.
  - Vigas de mayores dimensiones que las columnas.
- ✓ Los edificios arquitectónicamente diseñados con menor densidad de muros de albañilería en el primer piso respecto a los pisos superiores, tienen mayor probabilidad de sufrir la irregularidad por piso blando, debido que se genera un cambio abrupto de rigidez del primer piso respecto a los pisos superiores, generando grandes desplazamientos en el primer piso, afectando la estabilidad de las edificaciones.
- ✓ El cambio de rigidez del primer piso respecto a los pisos superiores es el principal causante de la irregularidad por piso blando en las edificaciones estudiadas, donde el piso en mención presenta alta flexibilidad por la escasa densidad de muros que impide controlar los desplazamientos laterales impuestos por los sismos, en tanto que los pisos adyacentes son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros.

Respecto al análisis y comportamiento sísmico dinámico de las edificaciones de albañilería confinada.

- ✓ Del índice de flexibilidad se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen irregularidad por piso blando por tener resultados mayores a 1. Lo cual nos indica que se tienen altos grados de deformación en el piso blando.
  - Edificio 01: El índice de flexibilidad en la dirección "X" es de 1.0146 y en la dirección "Y" es de 1.0948.
  - Edificio 02: El índice de flexibilidad en la dirección "X" es de 1.3954 y en la dirección "Y" es de 0.4162.
  - Edificio 03: El índice de flexibilidad en la dirección "X" es de 1.6150 y en la dirección "Y" es de 0.3864.
  - Edificio 04: Índice de flexibilidad en la dirección "X" es de 1.8386 y en la dirección "Y" es de 0.4000.
- ✓ Del índice de sobreesfuerzo se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen irregularidad por piso blando en su primer piso por tener resultados mayores a 1. Lo cual nos indica que el refuerzo requerido excede el máximo permitido, sobreesforzando las columnas del primer piso.
  - Edificio 01: Índice de sobreesfuerzo de 1.394.
  - Edificio 02: Índice de sobreesfuerzo de 3.154.
  - Edificio 03: Índice de sobreesfuerzo de 6.087.
  - Edificio 04: Índice de sobreesfuerzo de 1.826.
- ✓ De la relación de altura típica/ altura del primer piso, se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04, tiene resultados mayores al 42%. Indicándonos que la mayor altura del primer piso no interviene en el piso blando.
  - Edificio 01: Relación de altura de 67.95%.
  - Edificio 02: Relación de altura de 91.94%.
  - Edificio 03: Relación de altura de 75.71%.
  - Edificio 04: Relación de altura de 87.09%.
- ✓ De las rigideces laterales se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen irregularidad por piso blando ubicado en su primer piso, comparado al 70% de rigidez lateral del entrepiso inmediato superior según norma E.030-2018.
  - Edificio 01: Piso blando en la dirección "Y" con un valor de 63.71% de rigidez.
  - Edificio 02: Piso blando en la dirección "X" con un valor de 41.37% de rigidez.
  - Edificio 03: Piso blando en la dirección "X" con un valor de 59.07% de rigidez.

- Edificio 04: Piso blando en la dirección “X” con un valor de 58.88% de rigidez.

✓ De las rigideces laterales se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen irregularidad por piso blando ubicado en su primer piso, comparado al 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes según norma E.030-2018.

- Edificio 01: Piso blando en la dirección “Y” con un valor de 65.85% de rigidez.
- Edificio 02: Piso blando en la dirección “X” con un valor de 52.37% de rigidez.
- Edificio 03: Piso blando en la dirección “X” con un valor de 71.07% de rigidez.
- Edificio 04: Piso blando en la dirección “X” con un valor de 65.02% de rigidez.

✓ Del índice de esbeltez se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen inestabilidad estructural por tener resultados mayores a 1.5. Lo cual nos indica que la estructura requiere refuerzos para darle mayor rigidez al edificio y evitar el balanceo indeseado.

- Edificio 01: Índice de esbeltez de 1.715.
- Edificio 02: Índice de esbeltez de 1.450.
- Edificio 03: Índice de esbeltez de 1.940.
- Edificio 04: Índice de esbeltez de 1.556.

✓ De la Asimetría y excentricidad estructural se encontró que las edificaciones 01, 02, 03 y 04 tienen excesivas excentricidades en sus diferentes pisos por tener resultados mayores a 0.15. Lo cual nos indica que existirán torsiones importantes en caso de sismos.

- Edificio 01: La excentricidad en la dirección “X” tiene valores desde 0.1629 hasta 0.2602 y en la dirección “Y” tiene valores desde 0.0048 hasta 0.4090.
- Edificio 02: La excentricidad en la dirección “X” tiene valores desde 0.1686 hasta 0.2663 y en la dirección “Y” tiene valores desde 0.0006 hasta 0.1067.
- Edificio 03: La excentricidad en la dirección “X” tiene valores desde 0.0070 hasta 0.0219 y en la dirección “Y” tiene valores desde 0.0054 hasta 0.1854.
- Edificio 04: La excentricidad en la dirección “X” tiene valores desde 0.0705 hasta 0.1682 y en la dirección “Y” tiene valores desde 0.0019 hasta 0.4359.

Los resultados nos indica que las excentricidades en las edificaciones generan torsión a la zona menos rígida, ocasionando de esta manera sobreesfuerzo en las columnas y causando el efecto piso blando.

Respecto al desplazamiento lateral de las edificaciones de albañilería confinada.

- ✓ De los desplazamientos laterales causadas por las fuerzas sísmicas, se encontró que los desplazamientos máximos se encuentran en el primer piso donde está situado la irregularidad por piso blando.
  - Edificio 01: El desplazamiento lateral en la dirección "Y" tiene el 31.63% del desplazamiento global del edificio.
  - Edificio 02: El desplazamiento lateral en la dirección "X" tiene el 26.79% del desplazamiento global del edificio.
  - Edificio 03: El desplazamiento lateral en la dirección "X" tiene el 9.33% del desplazamiento global del edificio.
  - Edificio 04: El desplazamiento lateral en la dirección "X" tiene el 58.86% del desplazamiento global del edificio.
- ✓ Los desplazamientos laterales máximos se encuentran en la dirección más corta del edificio, teniendo en esta misma dirección el efecto de la irregularidad piso blando. Por lo que se menciona que el piso blando ataca en la dirección más corta de las edificaciones de albañilería confinada.
- ✓ Los desplazamientos laterales tienen influencia en la estabilidad de las edificaciones, ya que se indica que a mayor desplazamiento lateral en el piso blando mayor inestabilidad estructural de la edificación.
- ✓ La irregularidad por piso blando ocasiona que se tengan deformaciones muy altas en la zona débil (piso blando), lo que genera inestabilidad en el edificio, haciendo que este piso pueda colapsar ante un sismo.

Respecto al uso de refuerzos estructurales en las edificaciones de albañilería confinada.

- ✓ Del uso de refuerzos estructurales mediante la adición de muros de corte, el refuerzo fue realizado en el piso y dirección donde se ubica la irregularidad por piso blando.
  - Edificio 01: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 27.84% y aumento la rigidez en 36.39%.
  - Edificio 02: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 35.86% y aumento la rigidez en 100.34%.
  - Edificio 03: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 12.78% y aumento la rigidez en 38.24%.

- Edificio 04: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 46.03% y aumento la rigidez en 29.82%.

✓ Del uso de refuerzos estructurales mediante la adición de cruces de San Andrés, el refuerzo fue realizado en el piso y dirección donde se ubica la irregularidad por piso blando.

- Edificio 01: La adición de cruces de San Andrés redujo el desplazamiento lateral en 8.40% y aumento la rigidez en 4.28%.
- Edificio 02: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 9.93% y aumento la rigidez en 25.52%.
- Edificio 03: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 1.95% y aumento la rigidez en 0.21%.
- Edificio 04: La adición de muros de corte redujo el desplazamiento lateral en 7.39% y aumento la rigidez en 12.51%.

✓ La mejor manera para reducir los desplazamientos laterales, aumentar la rigidez y mejorar la estabilidad de las edificaciones existentes con piso blando es mediante la adición de refuerzos estructurales por muros de corte.

✓ El refuerzo estructural con cruces de San Andrés aporta rigidez al piso blando, mas no aportan la rigidez necesaria para compensar las rigideces del primer piso (piso blando) con los pisos superiores, de tal manera que no contrarresta el efecto de la irregularidad por piso blando.

✓ El refuerzo estructural con muros de corte aporta la rigidez necesaria para compensar las rigideces del primer piso (piso blando) con los pisos superiores, de tal manera que contrarresta el efecto de la irregularidad por piso blando.

✓ Por lo tanto, se menciona que, la estabilidad global del edificio mejora cuando se distribuye mejor la rigidez lateral en altura (rigidez constante por entrepiso), evitando de esta manera los cambios bruscos de rigidez. En los edificios existentes la mejor solución para contrarrestar la irregularidad por piso blando es mediante la adición de refuerzos estructurales, en este caso la mejor alternativa es mediante la adición de muros de corte, ya que los muros de corte tuvieron mejores resultados ante las cargas sísmicas disminuyendo los desplazamientos laterales y aumentando la rigidez en el piso blando.

RECOMENDACIONES

En conformidad a lo concluido por la presente investigación y para futuras investigaciones que trabajen con este material, se plantean las siguientes recomendaciones:

- ✓ Evitar las formas irregulares en arquitectura de los edificios de albañilería confinada, dándole una buena configuración a los elementos estructurales donde le otorgue rigidez uniforme en todos los pisos.
- ✓ Evitar las características que causan el efecto de la irregularidad de rigidez por piso blando desde la concepción arquitectónica de la estructura, con una buena práctica en la construcción y el uso adecuado de materiales de albañilería de buena calidad, con la finalidad de no comprometer la estabilidad del edificio y la seguridad de sus habitantes por desplazamientos excesivos que se puedan generar por el cambio de rigidez.
- ✓ Evitar los cambios bruscos de rigidez del primer piso con los pisos superiores y dar continuidad a los muros de albañilería en todos los niveles.
- ✓ Se recomienda utilizar ladrillos de buena calidad; ya que, de baja calidad de ladrillos, da una baja resistencia al corte de los muros.
- ✓ Se recomienda realizar capacitaciones a los ingenieros y arquitectos sobre la estructuración de los edificios; debido que los diseños arquitectónicos en su mayor parte, su primer piso es diseñado para fines comerciales (tiendas, restaurantes, salón multiusos, estacionamientos, etc.), de esta manera teniendo el primer piso menor rigidez que los pisos superiores, generándose el efecto de irregularidad de rigidez por piso blando.
- ✓ Se recomienda realizar una evaluación estructural de los edificios de albañilería confinada existentes en la ciudad de Huancavelica, ya que presentan una posible irregularidad de rigidez por piso blando; para determinar la posibilidad de colapsos ante un evento sísmico severo, esto servirá para identificar si la estructura existente necesita un reforzamiento estructural mediante la adicción de refuerzos estructurales (muros de corte).

- ✓ Se recomienda realizar una evaluación dinámica de las edificaciones con otros sistemas estructurales existentes en la ciudad de Huancavelica, como por ejemplo estructuras de acero, pórticos, muros estructurales y madera, con la finalidad de ver el comportamiento ante la irregularidad de rigidez por piso blando.
- ✓ Se recomienda evitar desde la concepción arquitectónica el uso de mayores alturas en el primer piso respecto a los pisos superiores, discontinuidad de los muros de albañilería en el primer piso, cambios abruptos de rigidez del primer piso respecto a los pisos superiores, ya que estas características que intervienen en la configuración estructural estarían generando el efecto de la irregularidad por piso blando.
- ✓ En edificaciones existentes que tengan piso blando se recomienda adicionar muros de corte para equilibrar las rigideces y contrarrestar el efecto de la irregularidad por piso blando.
- ✓ Ya que actualmente no existe investigaciones relacionadas al estudio de irregularidad por piso blando en edificios de albañilería confinada, se recomienda continuar con las investigaciones de la irregularidad por piso blando, a fin de recabar mayor información en bien de la seguridad de las edificaciones y la población Huancavelicana.

BIBLIOGRAFÍA

AISC. (2016). *Specification for Structural Steel Buildings.* Chicago, Illonois.

ALACERO. (2010). *Especificación ANSI/AISC 360-10 para construcciones de acero.* Santiago, Chile.

Brito Velasco, M. B. (2013). *Solución con muros de corte para evitar efectos de piso suave en una edificación, utilizando staad.* Guatemala, Guatemala.

Cardona A., O. D. (1993). *Mitigation de Desastres en las Instalaciones de la Salud - Volumen 4 : Aspectos de Ingenieria.* Bogotá, Colombia: http://helid.digicollection.org/en/d/Jm0057s/4.5.3.html.

Causas que Generan un Piso Blando. (2011, 09 de Diciembre.). Consultado el abril 2019, de http://ingcivil.org/causas-que-generan-un-piso-blando/.

Cerda, P., Rivero, P., & Quintero, W. (2006). *Evaluación del factor de respuesta R en estructuras de concreto armado con pisos blandos.* Venezuela.

Chavéz Rubio, L. E. (2015). *El comportamiento sísmico y su incidencia en la estabilidad de un edificio tipo, de configuración estructural irregular rigidizado con muros de corte o con cruces desan andrés y no rigidizado.* Ambato, Ecuador.

Chileno Trujillo, J., & Ureta Machaca, D. (2015). *Análisis de un edificio de 4 pisos de albañileria confinada.* Juliaca, Perú.

Delgado Contreras, G. (1991). *Análisis y diseño estructural de edificación en albañilería confinada.* Arequipa, Perú.

El País. (2016). *Arquitectura frente a los terremotos.* https://elpais.com/elpais/2016/08/26/media/1472231889_553909.html.

Estabilidad Espacial de las Construcciones. (s.f.). https://uncavim10.unc.edu.ar/pluginfile.php/39476/mod_resource/content/5/CLASE%20N%C2%BA%208%20-%20ESTABILIDAD%20LATERAL%20Y%20REGULARIDAD%20ESTRUCTURAL-2019.pdf.

Fernández Sola, L. R. (2007). *Efectos de interacción dinámica suelo estructura en edificios con primer piso blando.* México, México.

Gaspar Aguirre, D. R. (2004). *Evaluación de las Características Estructurales de la Albañileria Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junin.* Lima Perú: Pontificia Universidad Catolica del Perú.

Gonzales Castro, A., Oseda Gago, D., Ramírez Rosales, F. G., & Gave Chagua, J. L. (2011). *Aprender y enseñar investigación científica.* Huancavelica, Perú.

Gonzáles H., R., Aguilar C., J., Narcía L. , C., & Cruz D., R. (2017). *Efectos del piso blando en estructuras de mampostería en Chiapas.* Chiapas, Mexico .

González Herrera, R., & Gómez Soberón, C. (2008). *Efectos de la irregularidad en planta por forma arquitectónica.* Veracruz, México.

Guevara Pérez, L. T. (2009). *El piso blando y el piso debil.* Caracas, Venezuela.

Janampa Ochoa, J. (2016). *Estudio de la influencia de la configuración estructural de piso blando en el comportamiento sismorresistente de estructuras aporticadas.* Lima, Perú.

Javier Crisafulli, F. (2018). *Diseño sismorresistente de construcción de acero.* Mendoza, Argentina.

Miranda, E. (s.f.). *Aspectos fundamentales de la respuesta sísmica de edeficios con entrepisos blandos.* México, México.

Raúl Jean, P. (2011). *Séptimo simposio nacional sobre ingeniería estructural en la vivienda.* México, México.

RNE. (2018). *Norma E.030 diseño sismorresistente.* Lima, Perú.

Romero Urrunaga, Y. I. (2014). *Análisis Dinámico de Aisladores de Base Elastoméricos como Alternativa de Solución para Edificaciones con Fallas por Piso Blando.* Cajamarca, Perú.

San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de albañileria, comportamiento sismico y diseño estructural.* Lima, Perú.

San Bartolomé, Á. (2007). *El problema de piso blando.* Lima, Perú.

Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza , C. (2009). *Metodología y diseños en la investigación científica.* Lima, Perú.

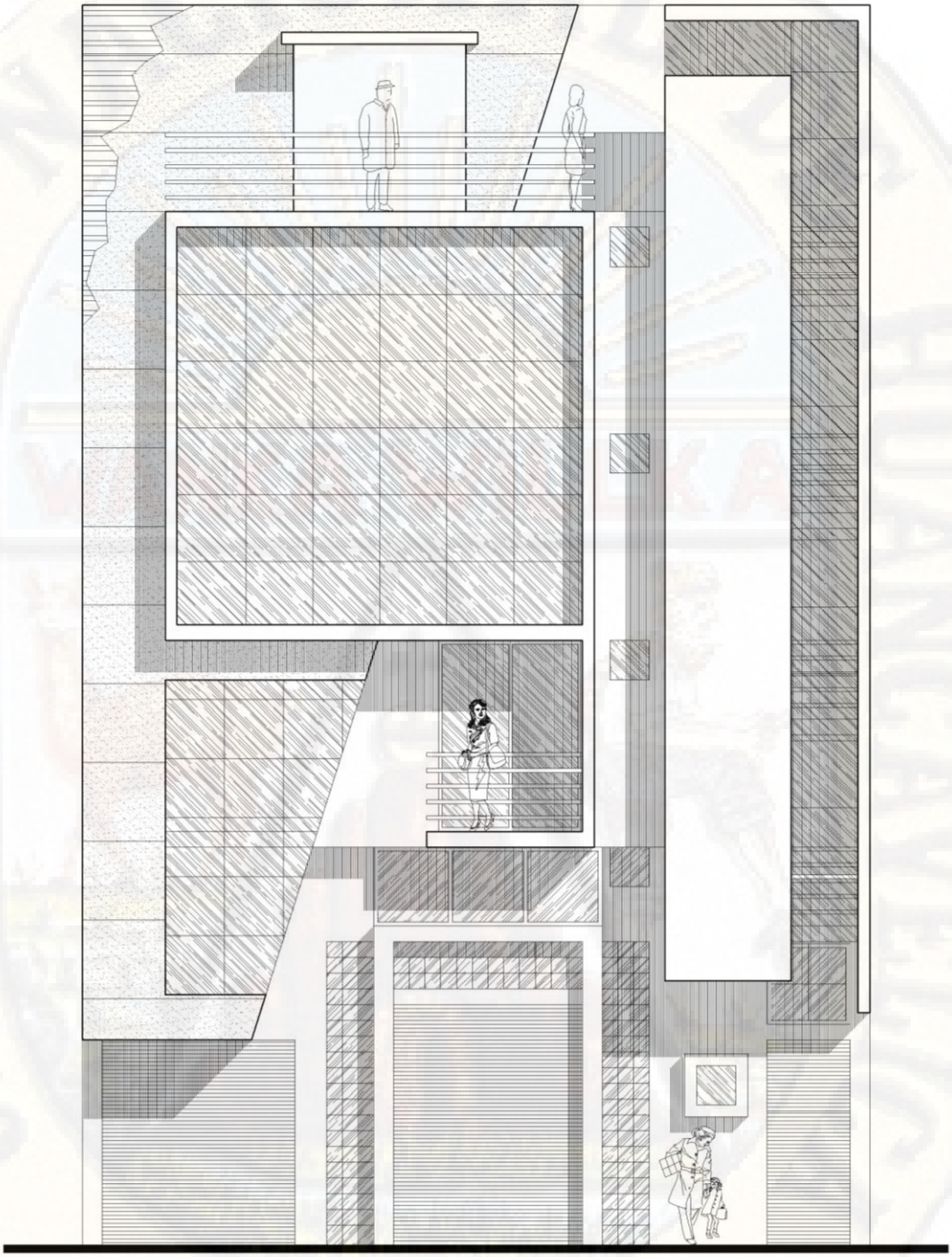
Schenone Cano, M. A. (2011). *Evaluación del criterio de calificación de irregularidad por piso blando según la norma E.030 y propuesta de modificación.* Lima, Perú.

APÉNDICE

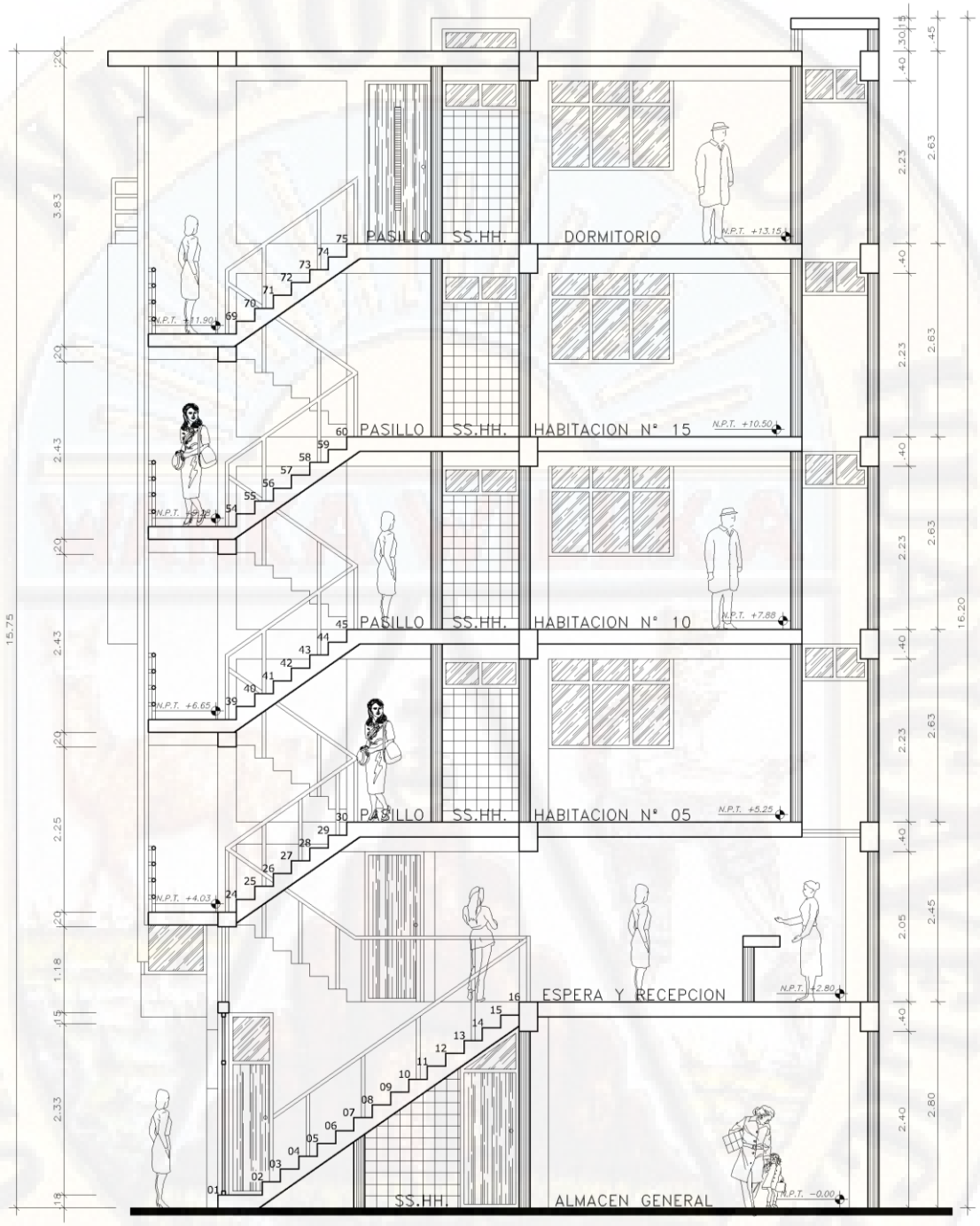
PLANOS DE EDIFICACIONES

(Planos de arquitectura de las edificaciones analizadas)

1. PLANOS DEL EDIFICIO N° 01

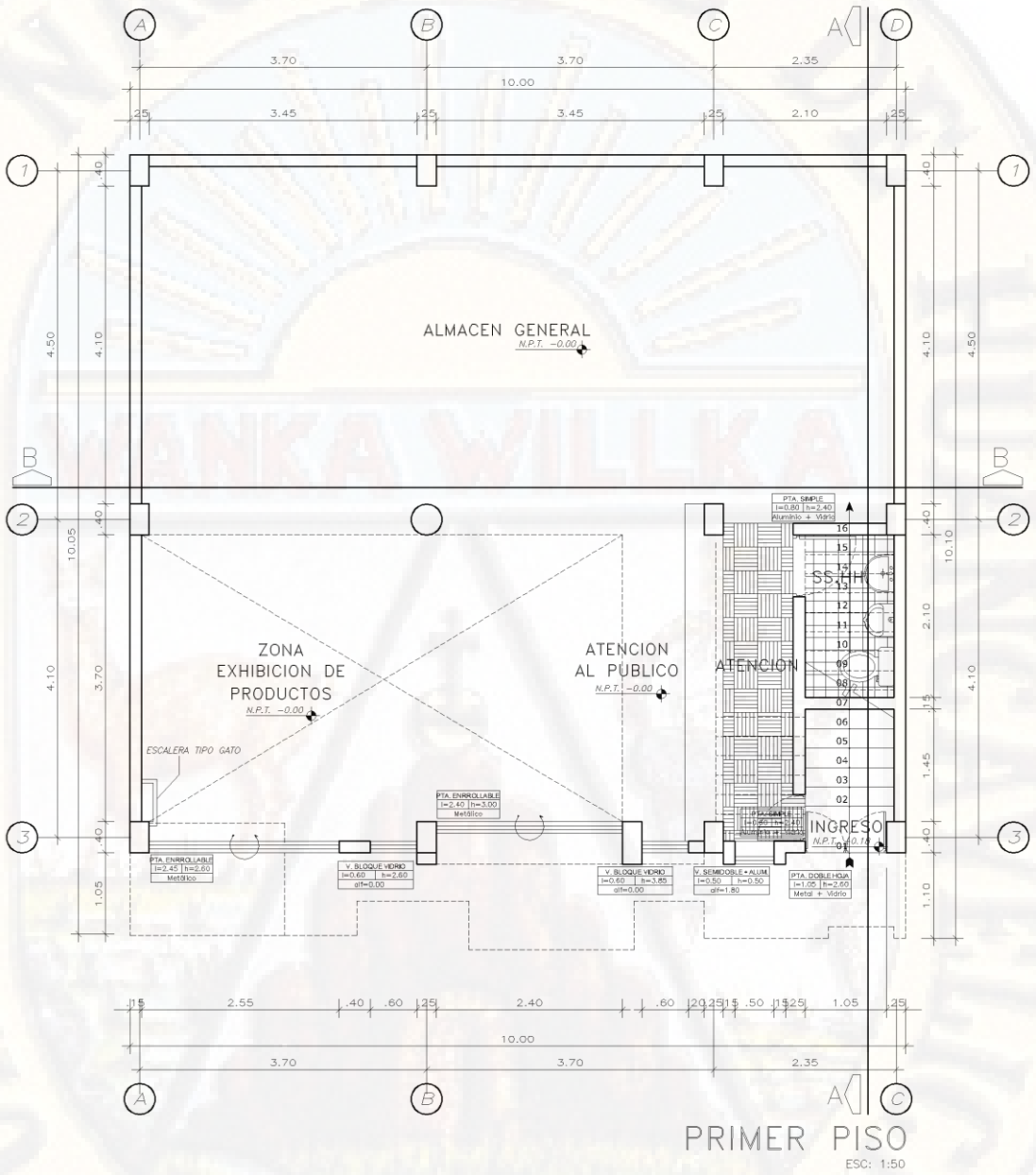


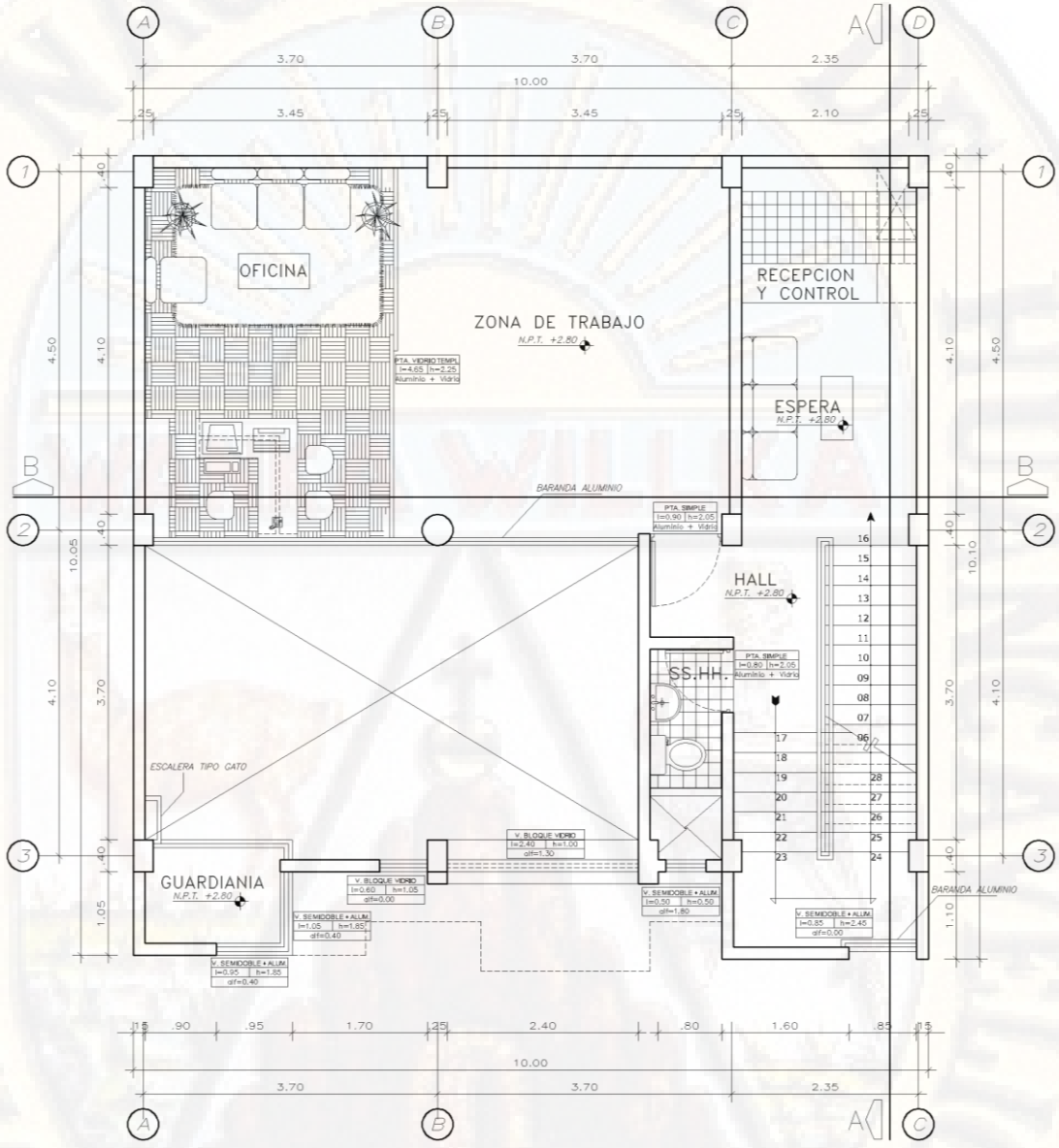
ELEVACION
ESC: 1:50



CORTE A – A

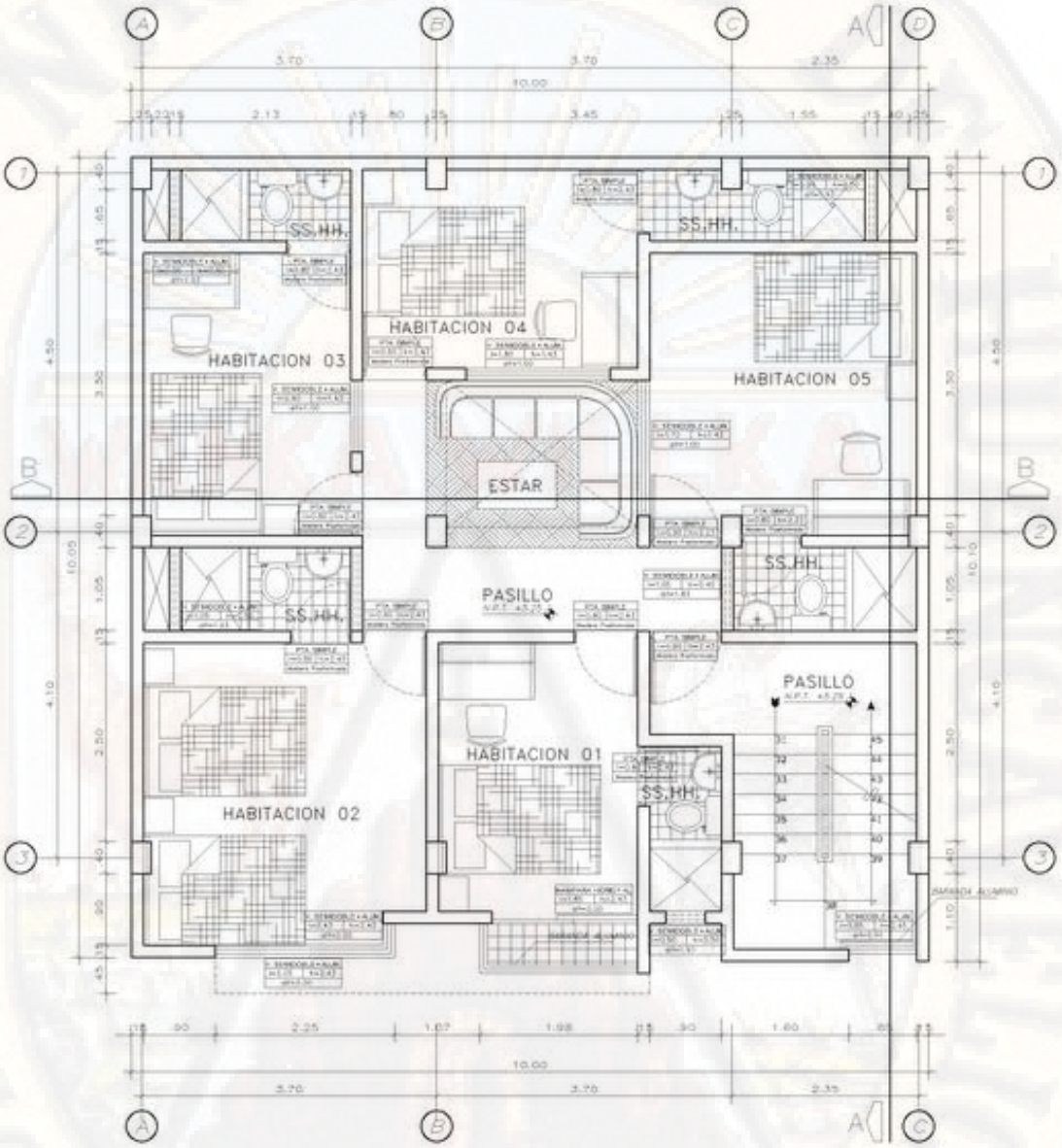
ESC: 1:50

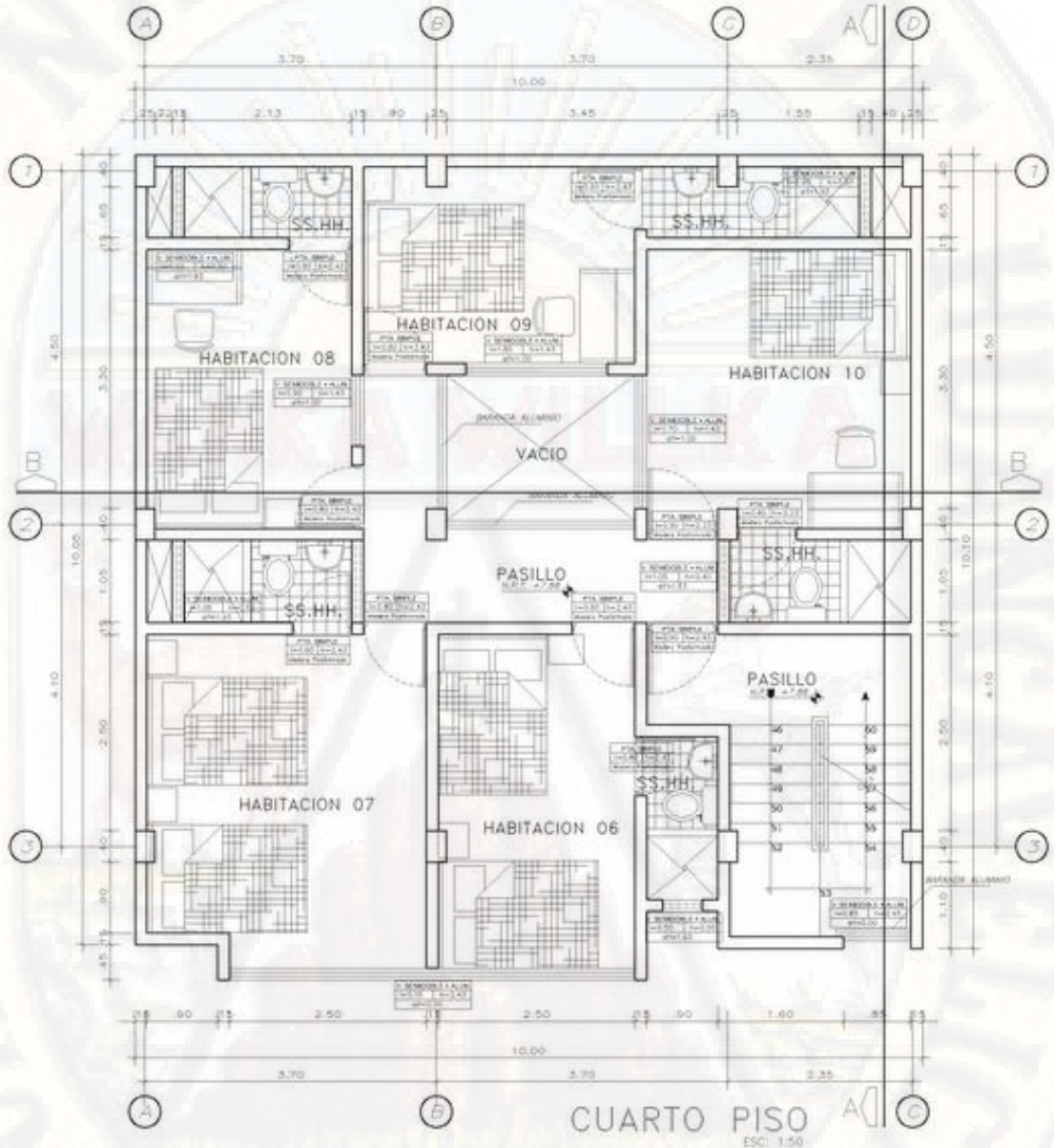

ALMACEN GENERAL
N.P.T. -0.00
ZONA
EXHIBICION DE
PRODUCTOS
N.P.T. -0.00
ESCALERA TIPO GATO
ATENCION
AL PUBLICO
N.P.T. -0.00
ATENCION
SS.HH.
INGRESO
N.P.T. +0.15
PTA. ENRROLLABLE
l=2.45 | h=2.60
Metálico
V. BLOQUE VIDRIO
l=0.60 | h=2.60
alf=0.00
PTA. ENRROLLABLE
l=2.40 | h=3.00
Metálico
V. BLOQUE VIDRIO
l=0.60 | h=3.85
alf=0.00
V. SEMIDOBLE + ALUM.
l=0.50 | h=0.50
alf=1.80
PTA. DOBLE HOJA
l=1.05 | h=2.60
Metal + Vidrio
PTA. SIMPLE
l=0.80 | h=2.40
Aluminio + Vidrio
10.00
3.70
3.70
2.35
3.45
3.45
2.10
PRIMER PISO
ESC: 1:50

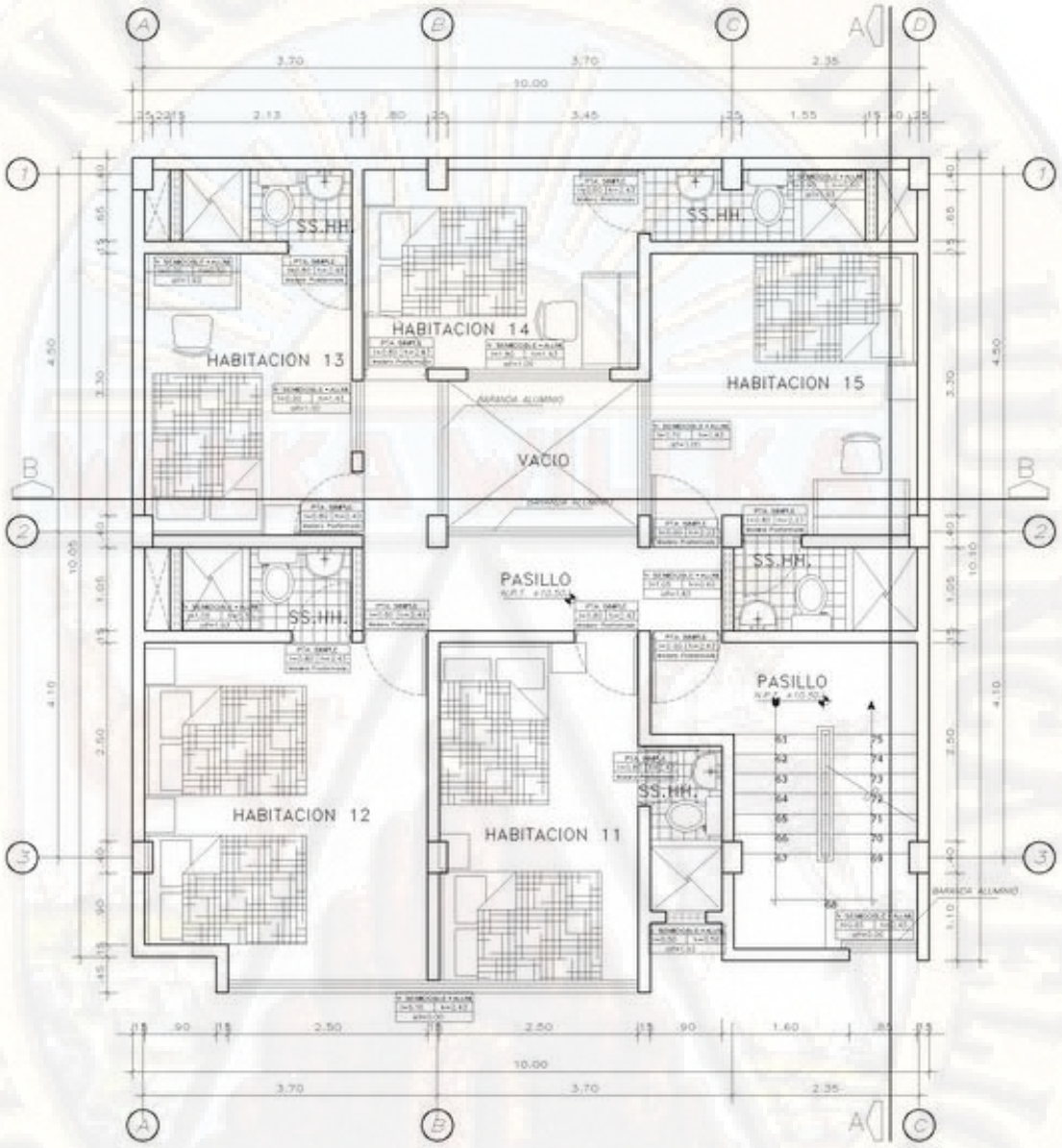


SEGUNDO PISO (MEZZANINE)

ESC: 1:50

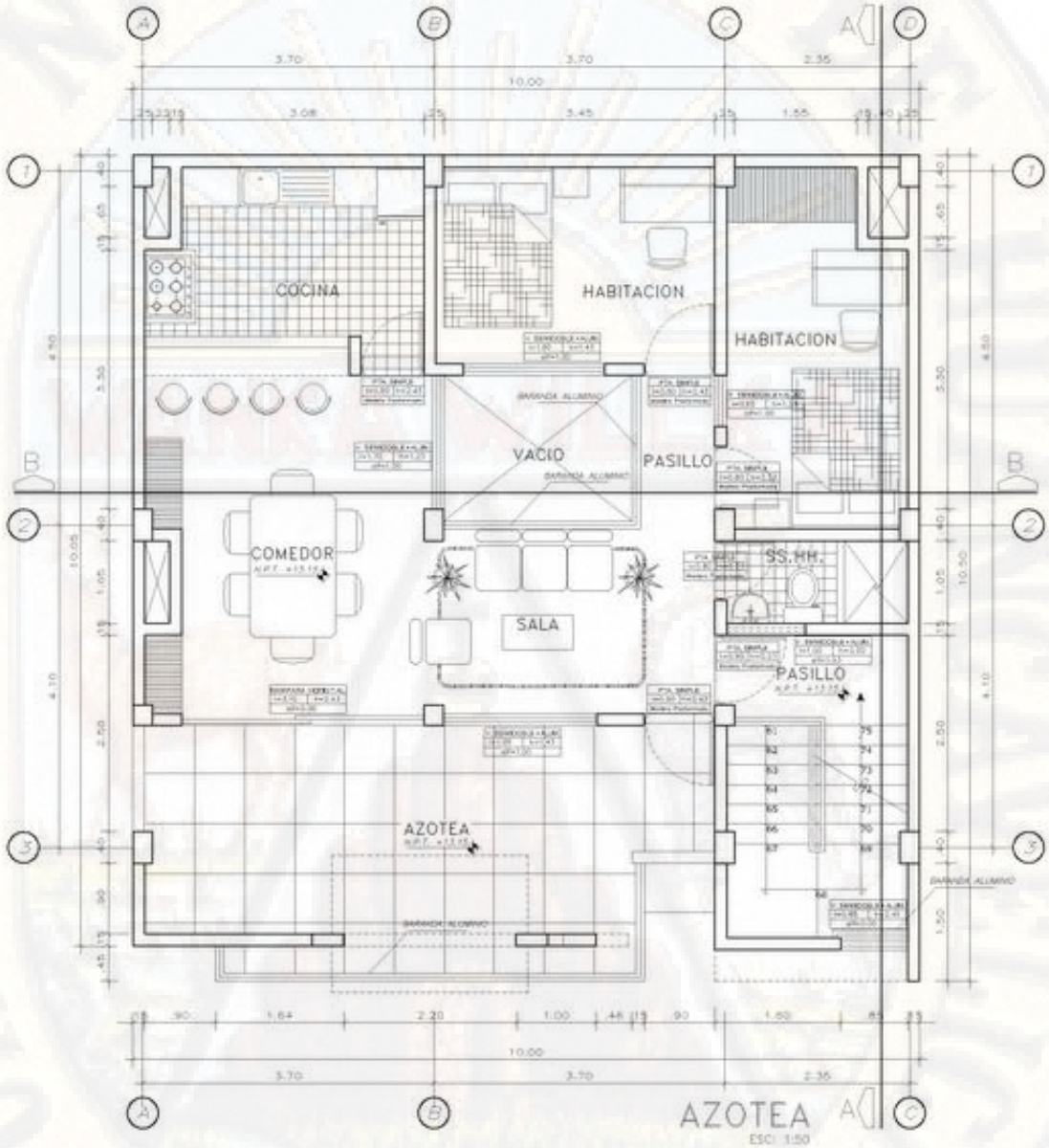

HABITACION 03
HABITACION 04
HABITACION 05
HABITACION 01
HABITACION 02
ESTAR
PASILLO
PASILLO
SS.HH.
SS.HH.
SS.HH.
SS.HH.
SS.HH.
TERCER PISO


SS.HH.
SS.HH.
HABITACION 09
HABITACION 08
HABITACION 10
VACIO
PASILLO
SS.HH.
SS.HH.
PASILLO
SS.HH.
HABITACION 07
HABITACION 06
CUARTO PISO
ESC: 1:50

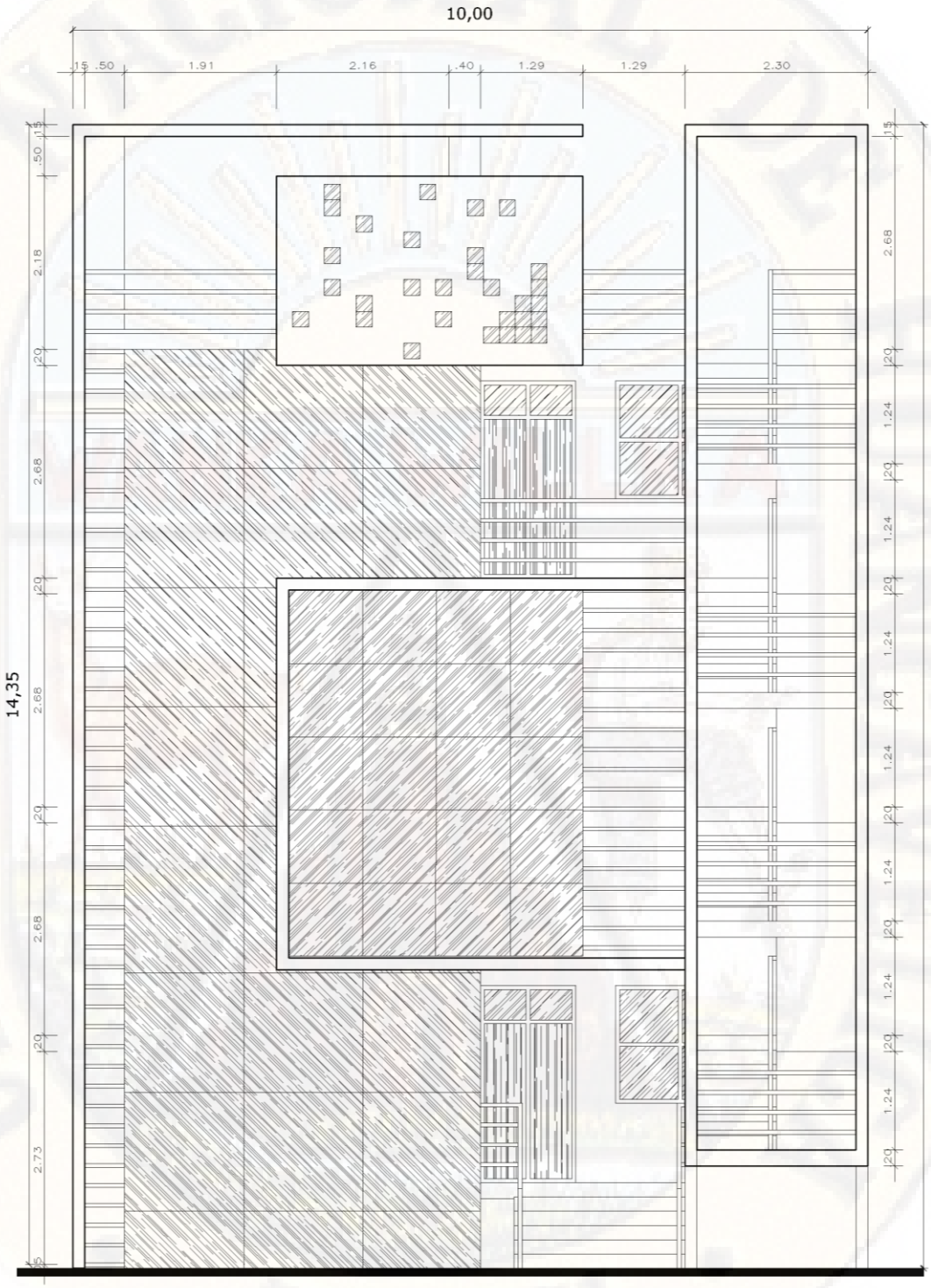


QUINTO PISO

ESC: 1/50

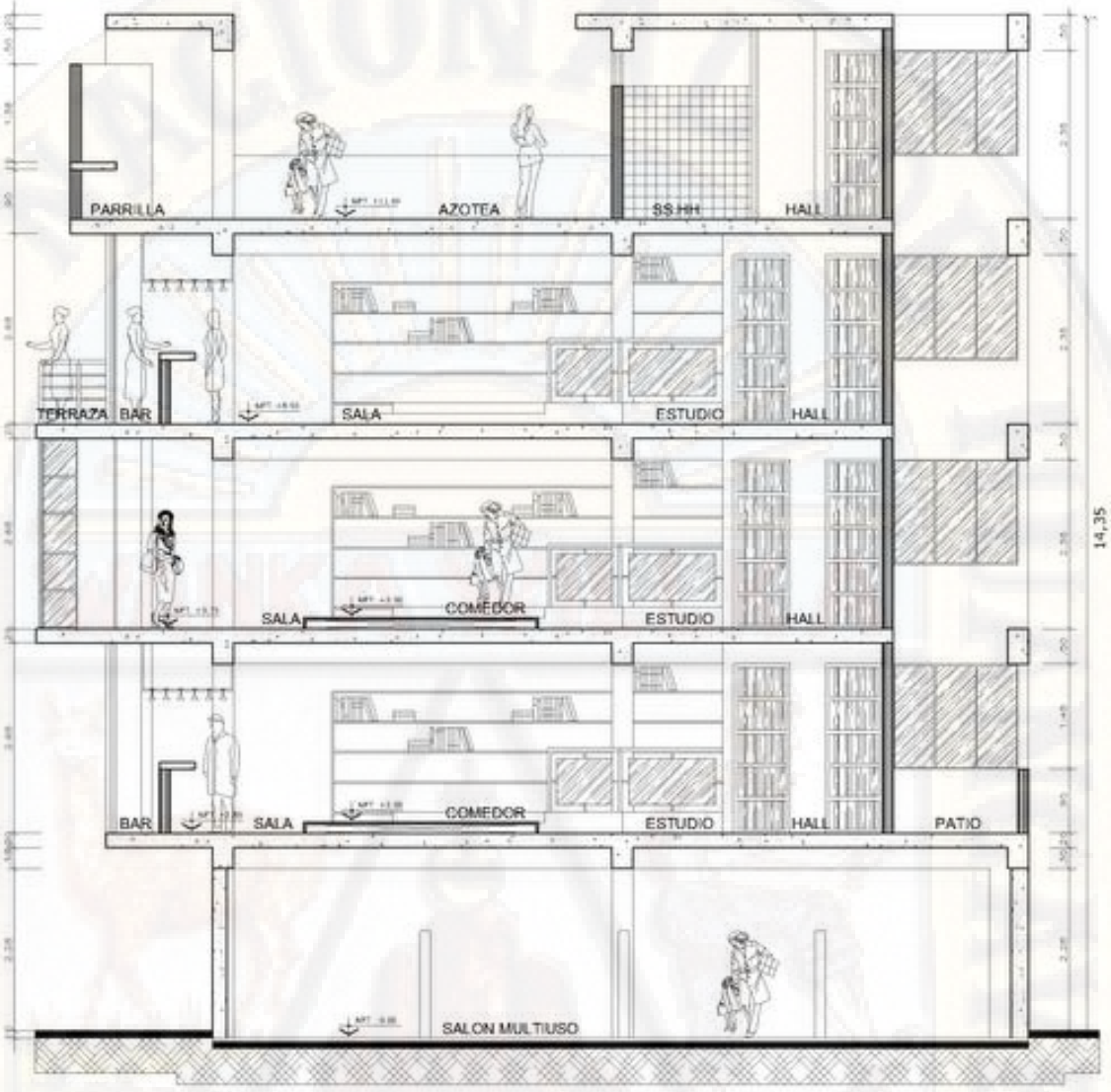

COCINA
HABITACION
HABITACION
VACIO
PASILLO
COMEDOR
SALA
SS.HH.
PASILLO
AZOTEA
BARANDA ALUMINIO
AZOTEA
ESC: 1:50

2. PLANOS DEL EDIFICIO N° 02



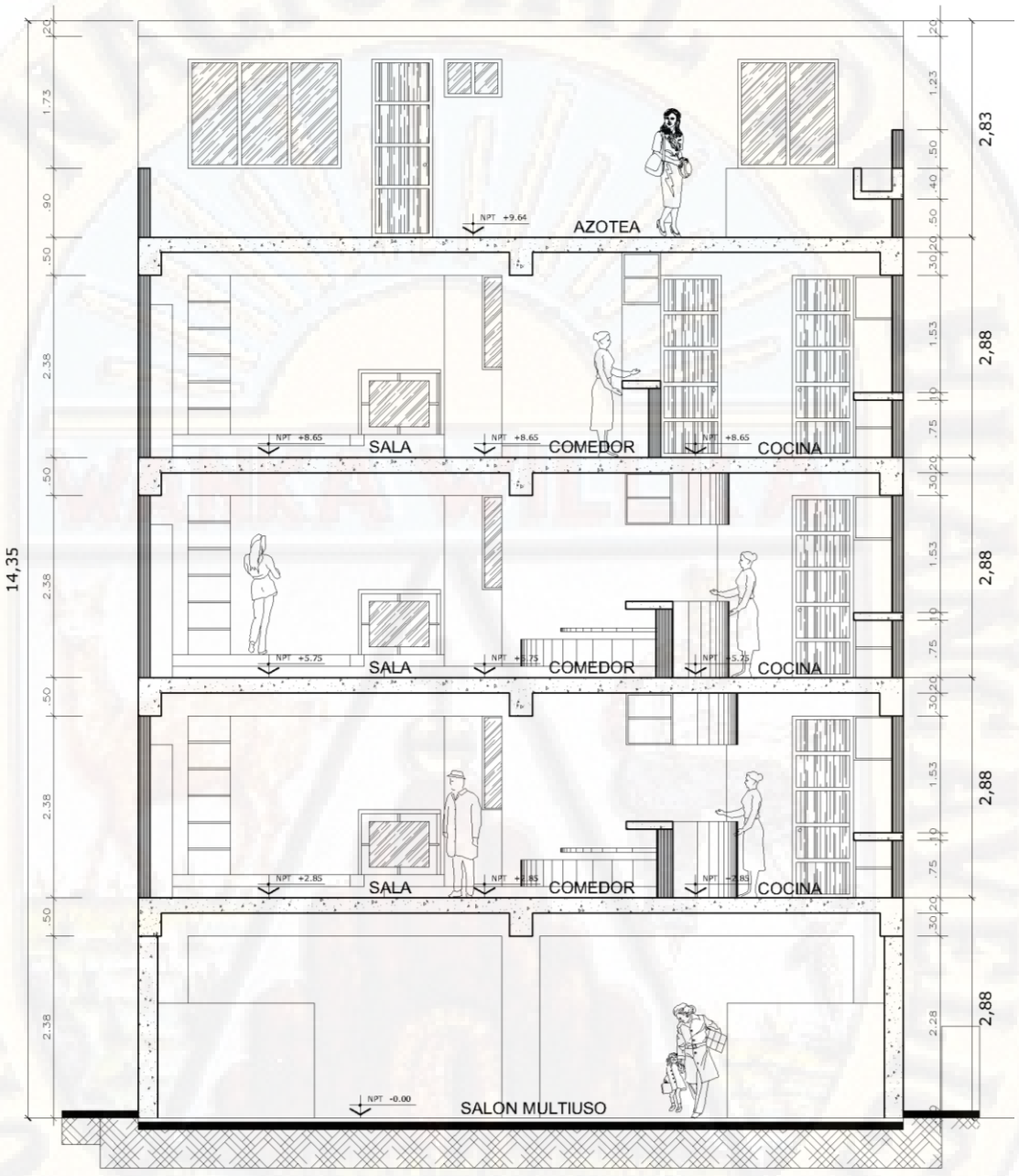
ELEVACION PRINCIPAL

ESCALA: 1/50



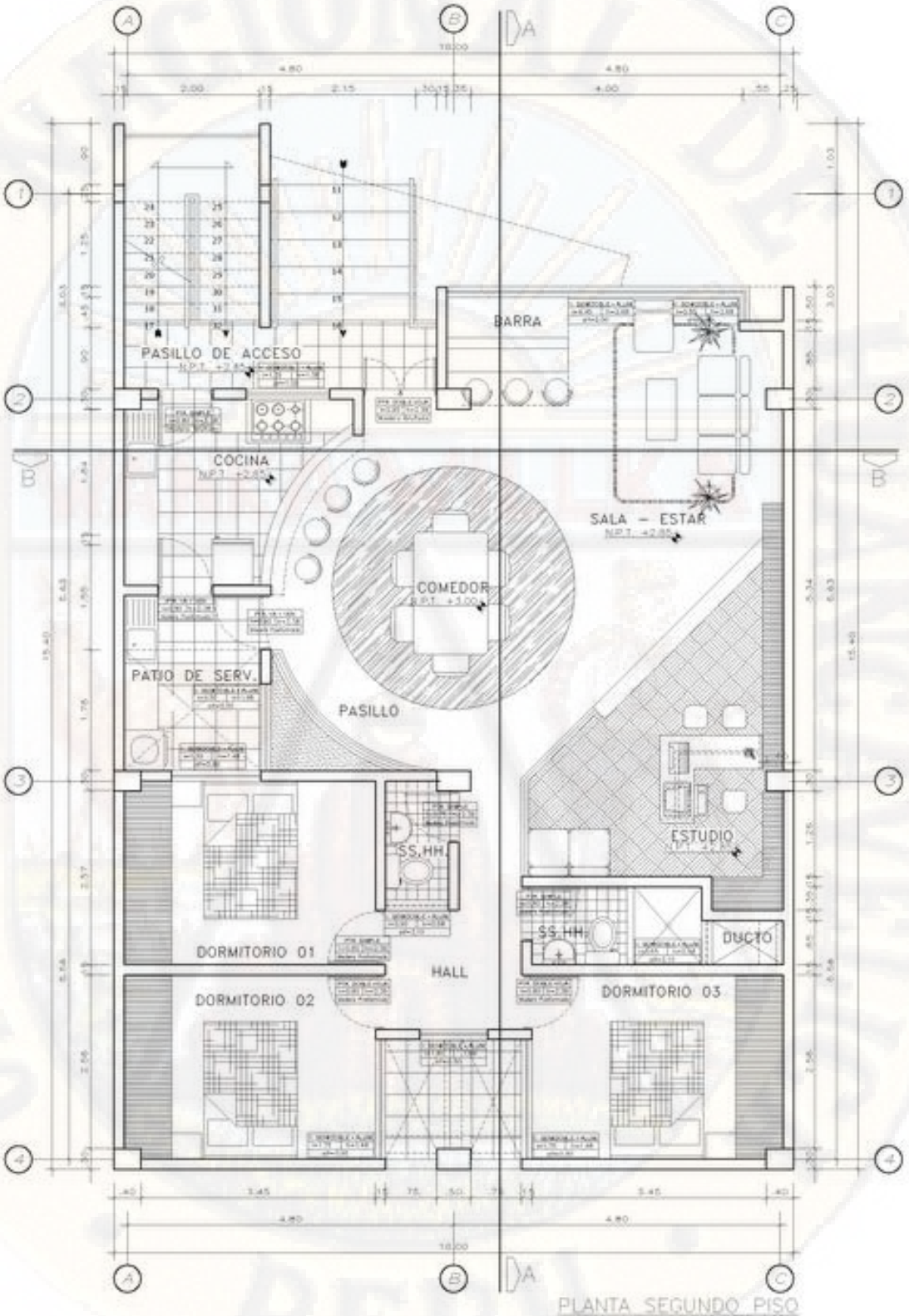
CORTE A-A

ESCALA: 1/50

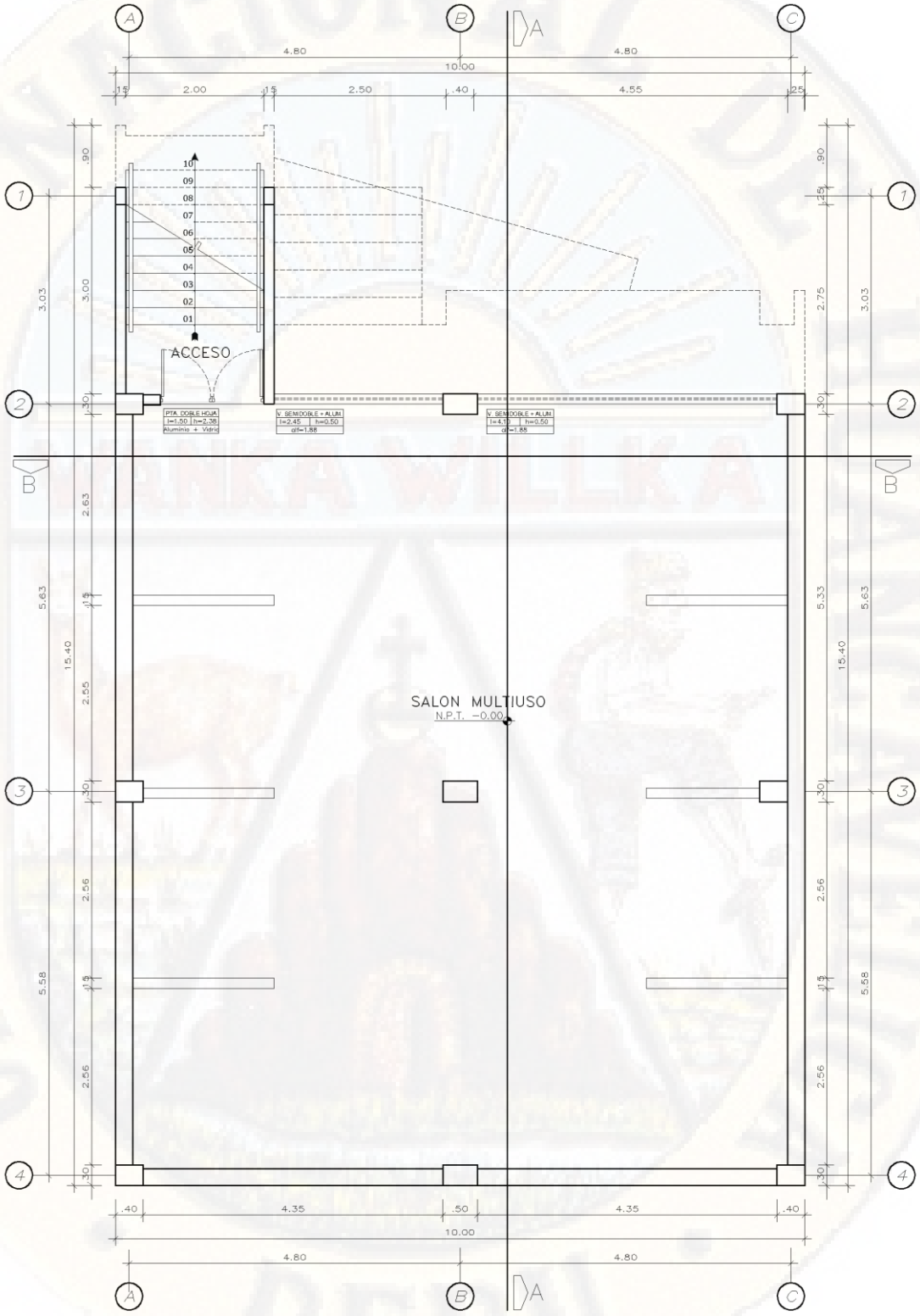


CORTE B-B

ESCALA: 1/50

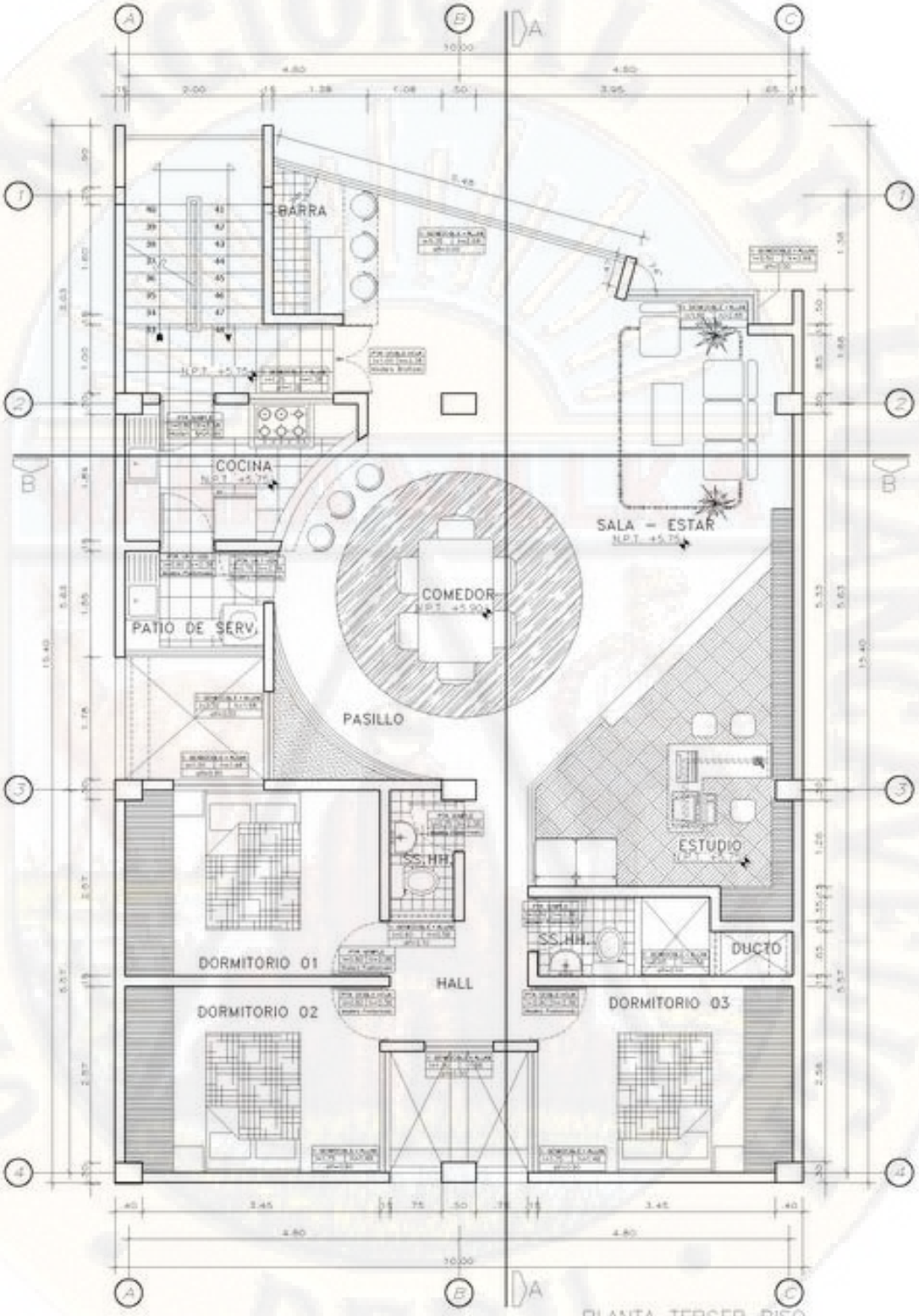


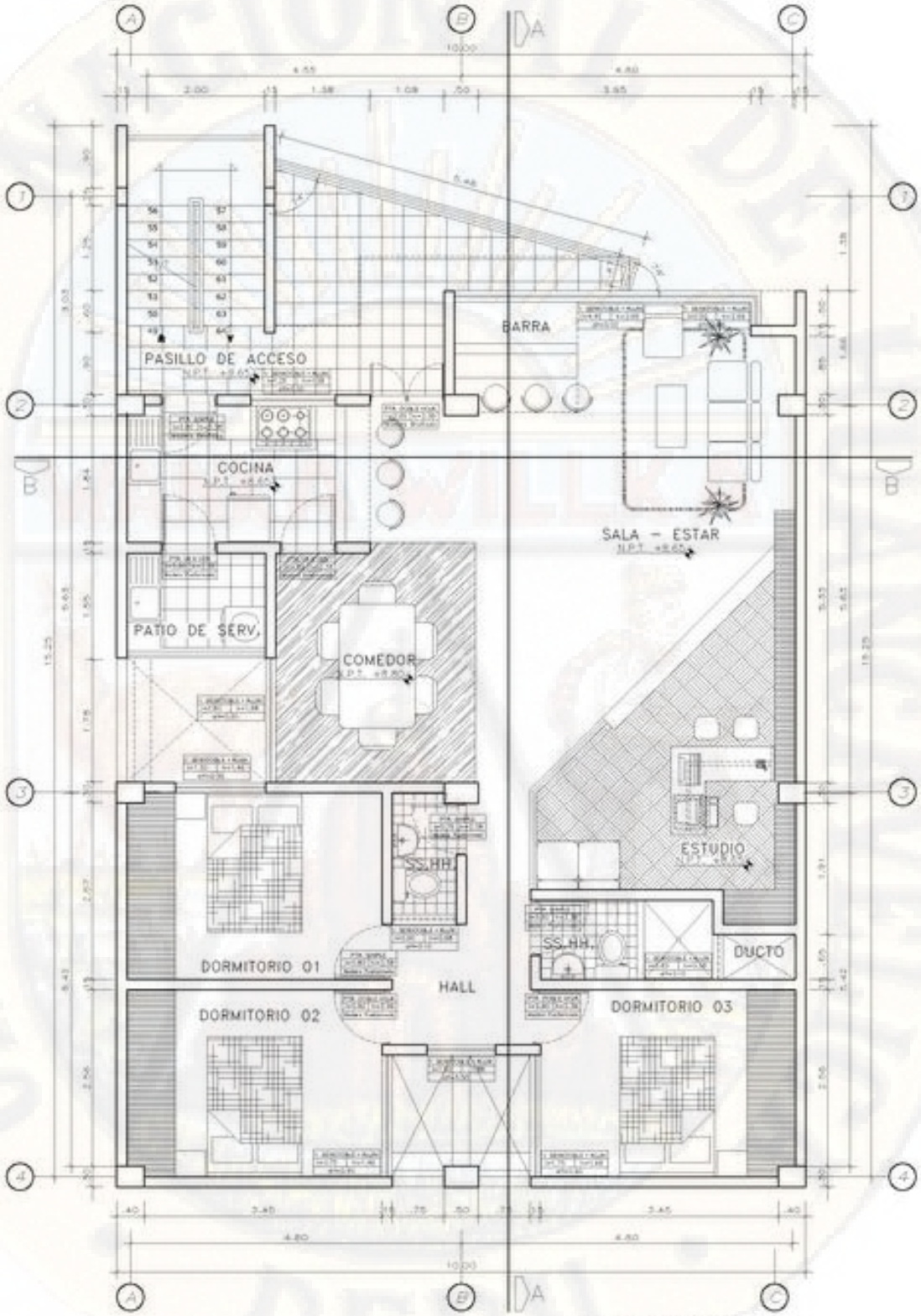
PLANTA SEGUNDO PISO



PLANTA PRIMER PISO

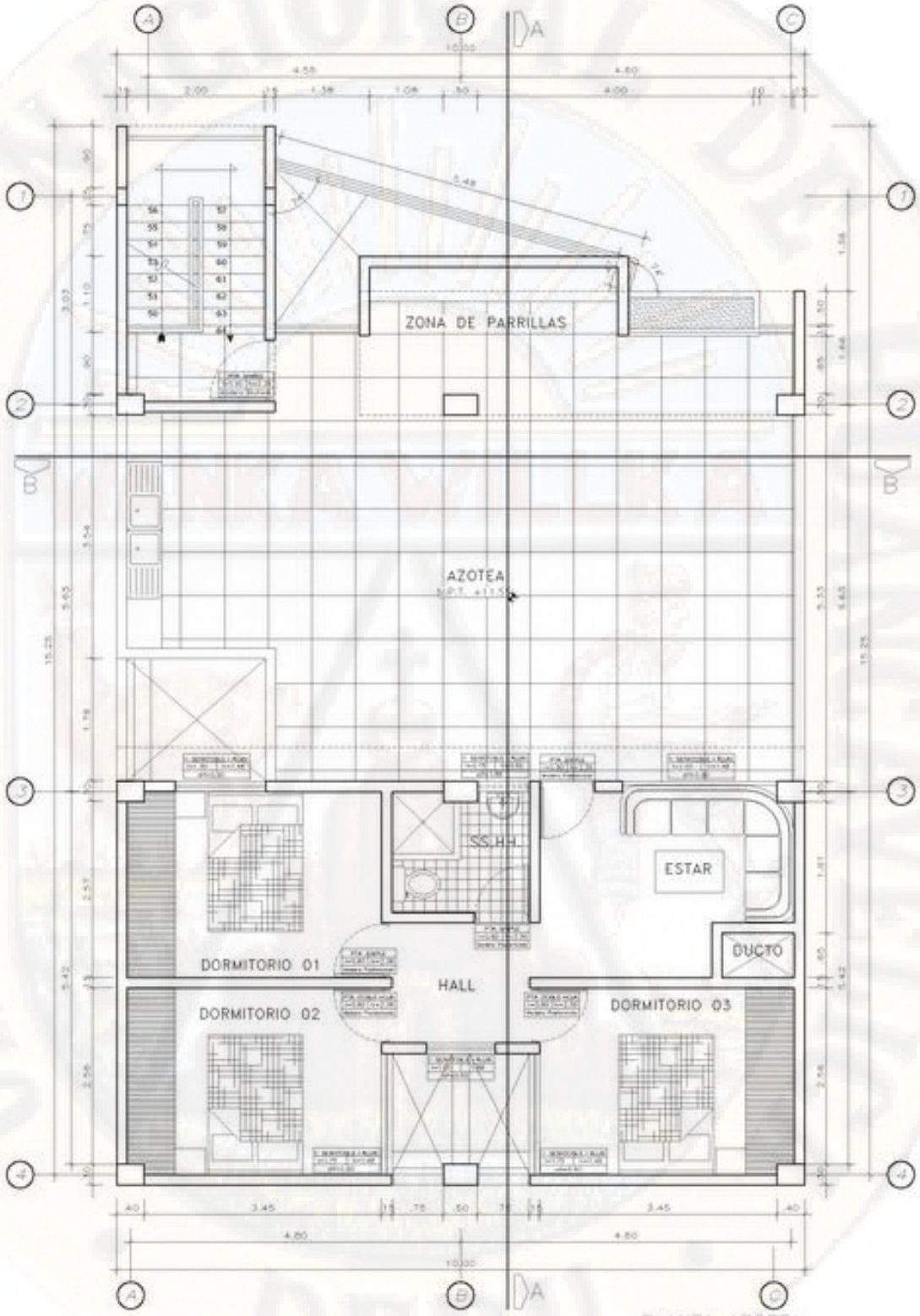
ESC: 1:50


BARRA
COCINA
SALA – ESTAR
COMEDOR
PATIO DE SERV.
PASILLO
SS.HH.
ESTUDIO
SS.HH.
DUCTO
DORMITORIO 01
HALL
DORMITORIO 02
DORMITORIO 03
PLANTA TERCER PISO



PLANTA CUARTO PISO

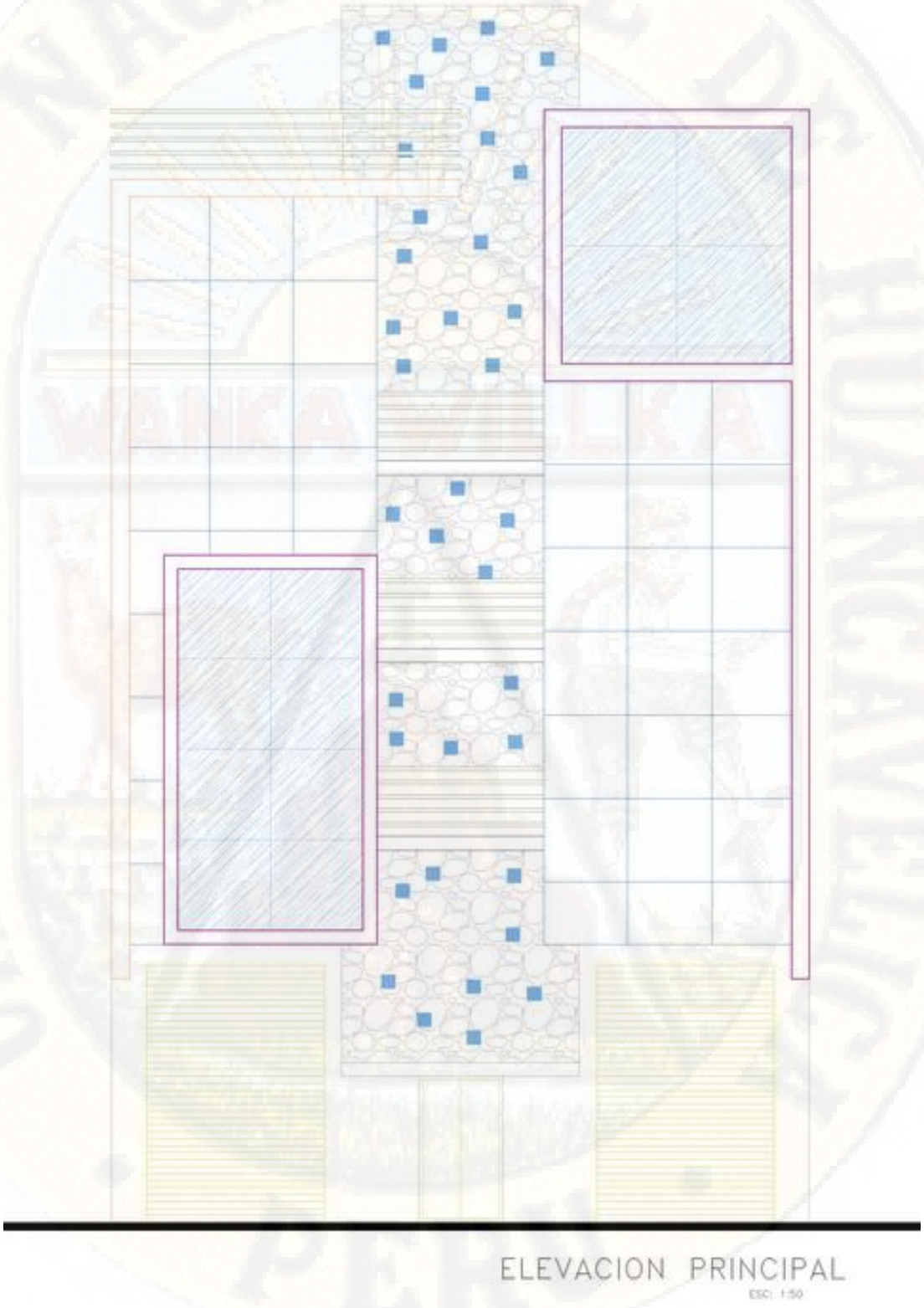
ESC: 1:50

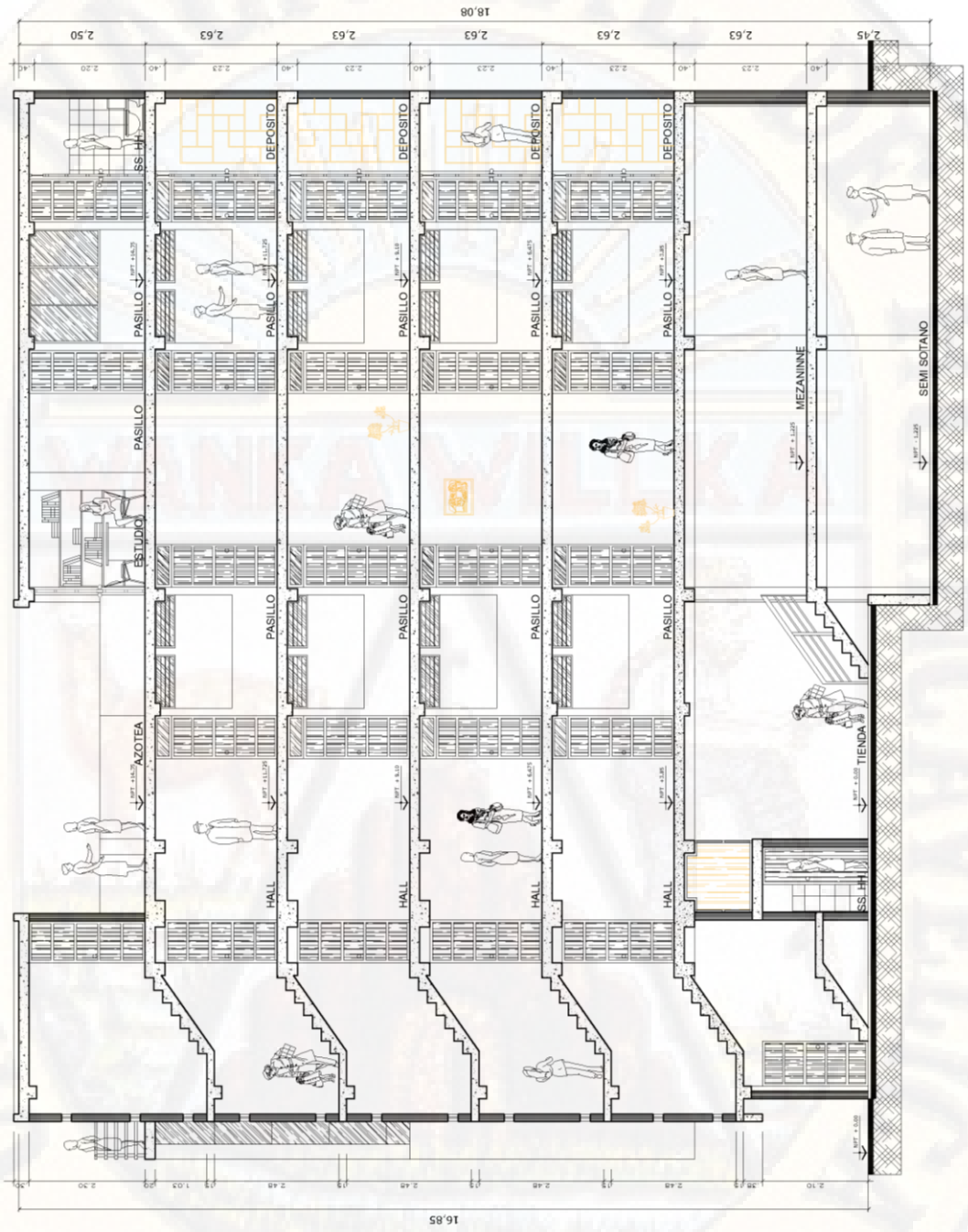


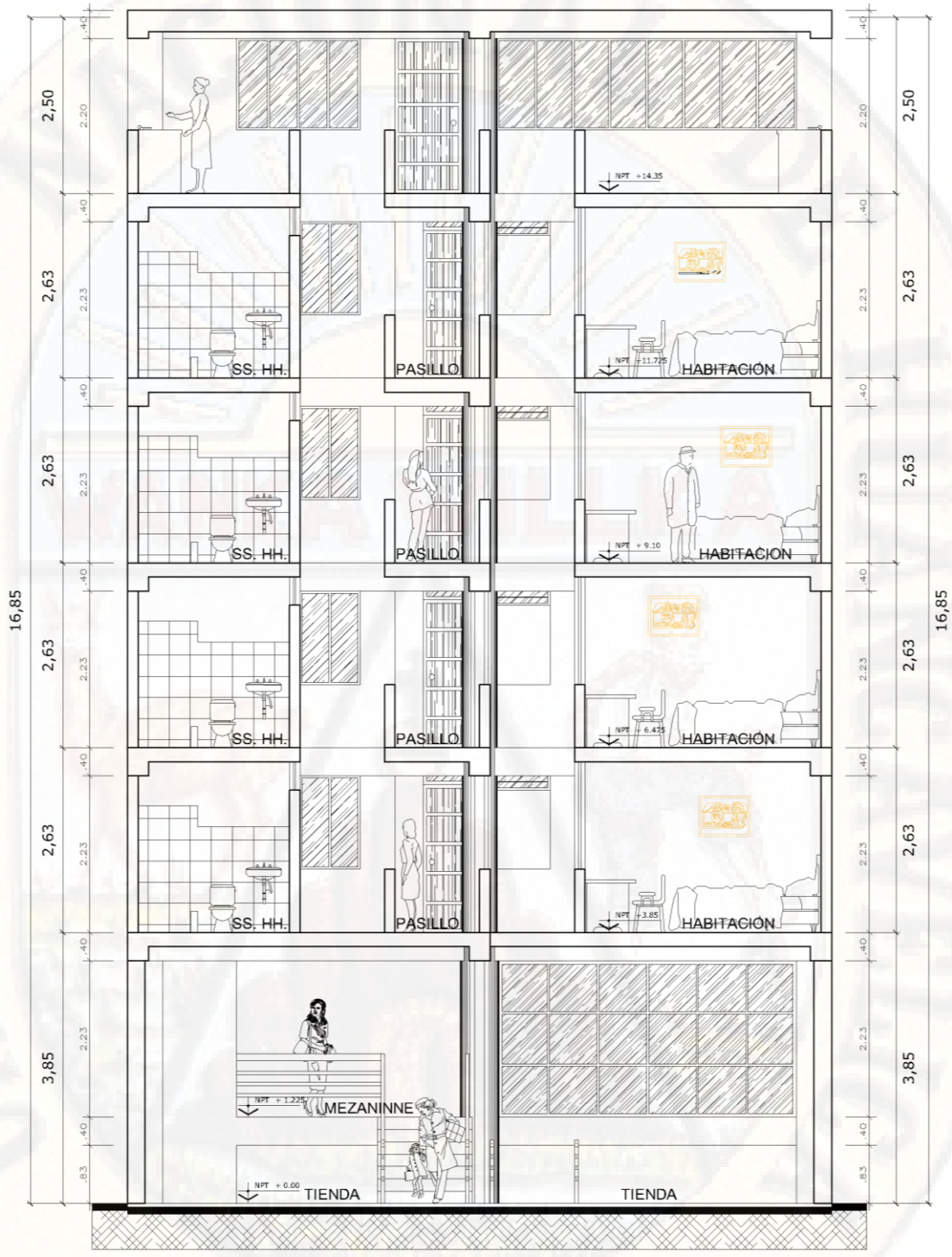
PLANTA AZOTEA

ESC: 1:50

3. PLANOS DEL EDIFICIO N° 03

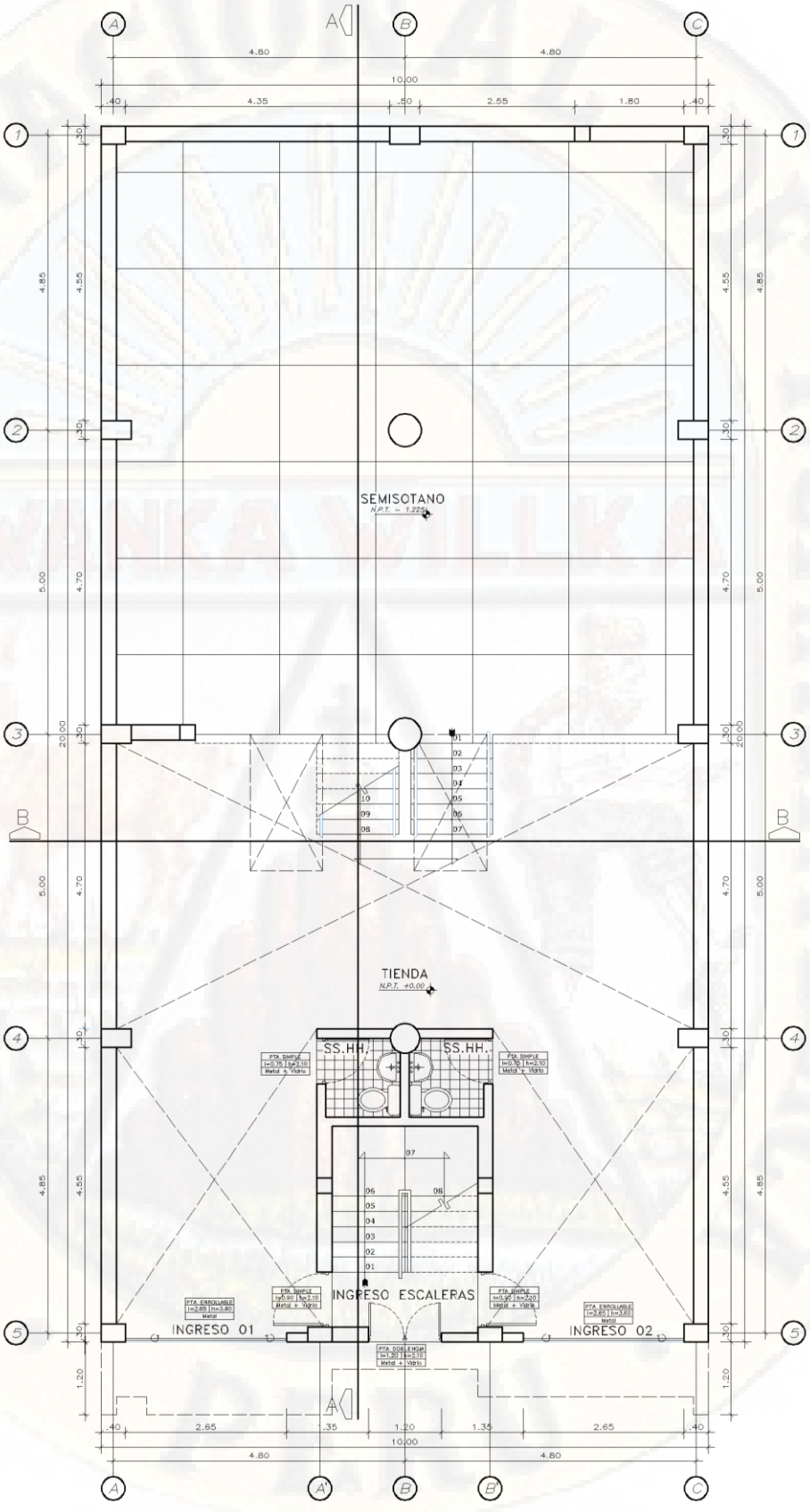



CORTE A-A
ESCALA: 1:50
18.08
2.50
2.63
2.63
2.63
2.63
2.45
DEPOSITO
DEPOSITO
DEPOSITO
DEPOSITO
SS. HH.
PASILLO
PASILLO
PASILLO
PASILLO
PASILLO
MEZANINE
SEMI SOTANO
ESTUDIO
PASILLO
PASILLO
PASILLO
PASILLO
AZOTEA
HALL
HALL
HALL
HALL
TIENDA
SS. HH.
16.85



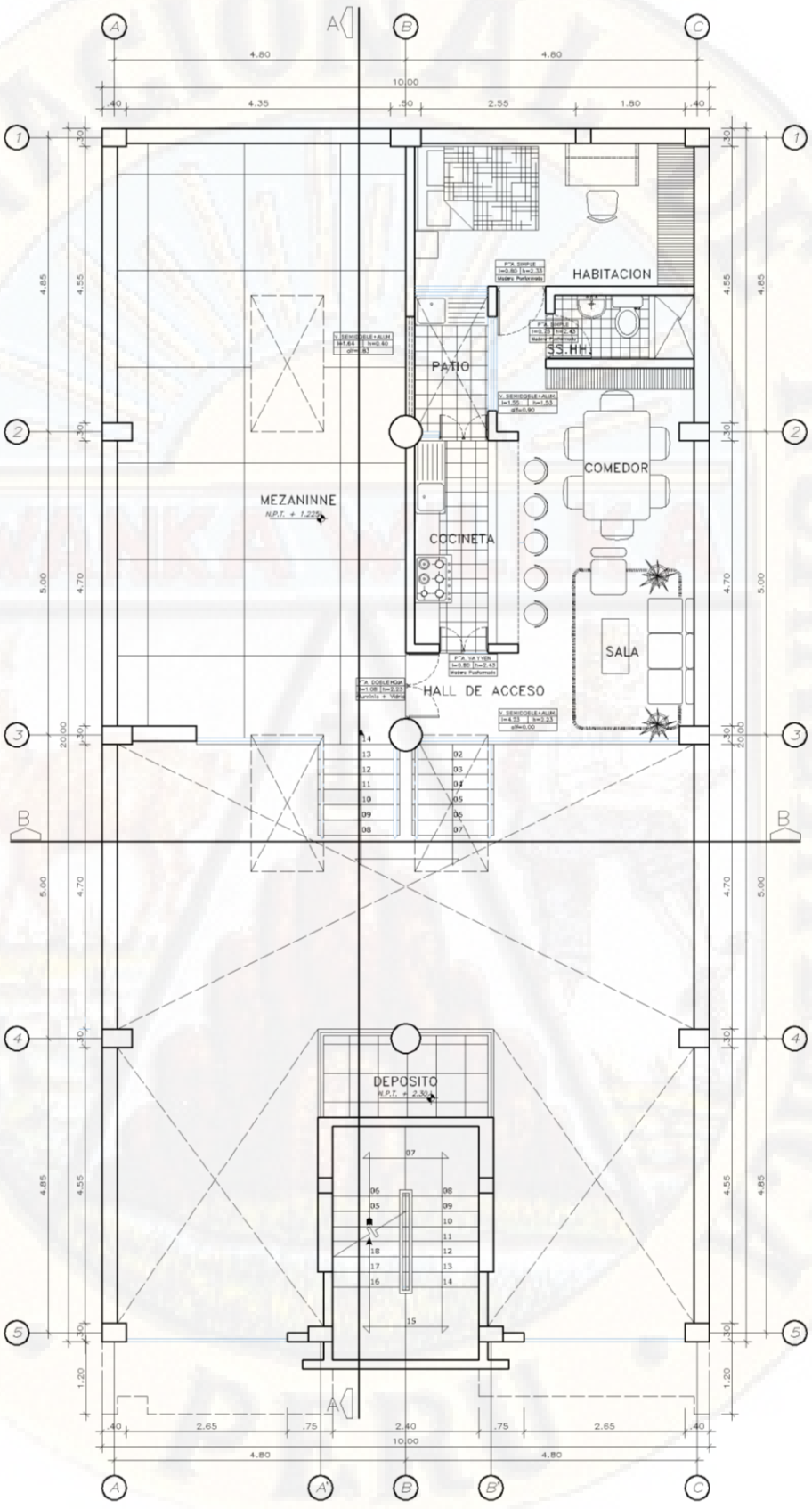
CORTE B-B

ESCALA: 1/50



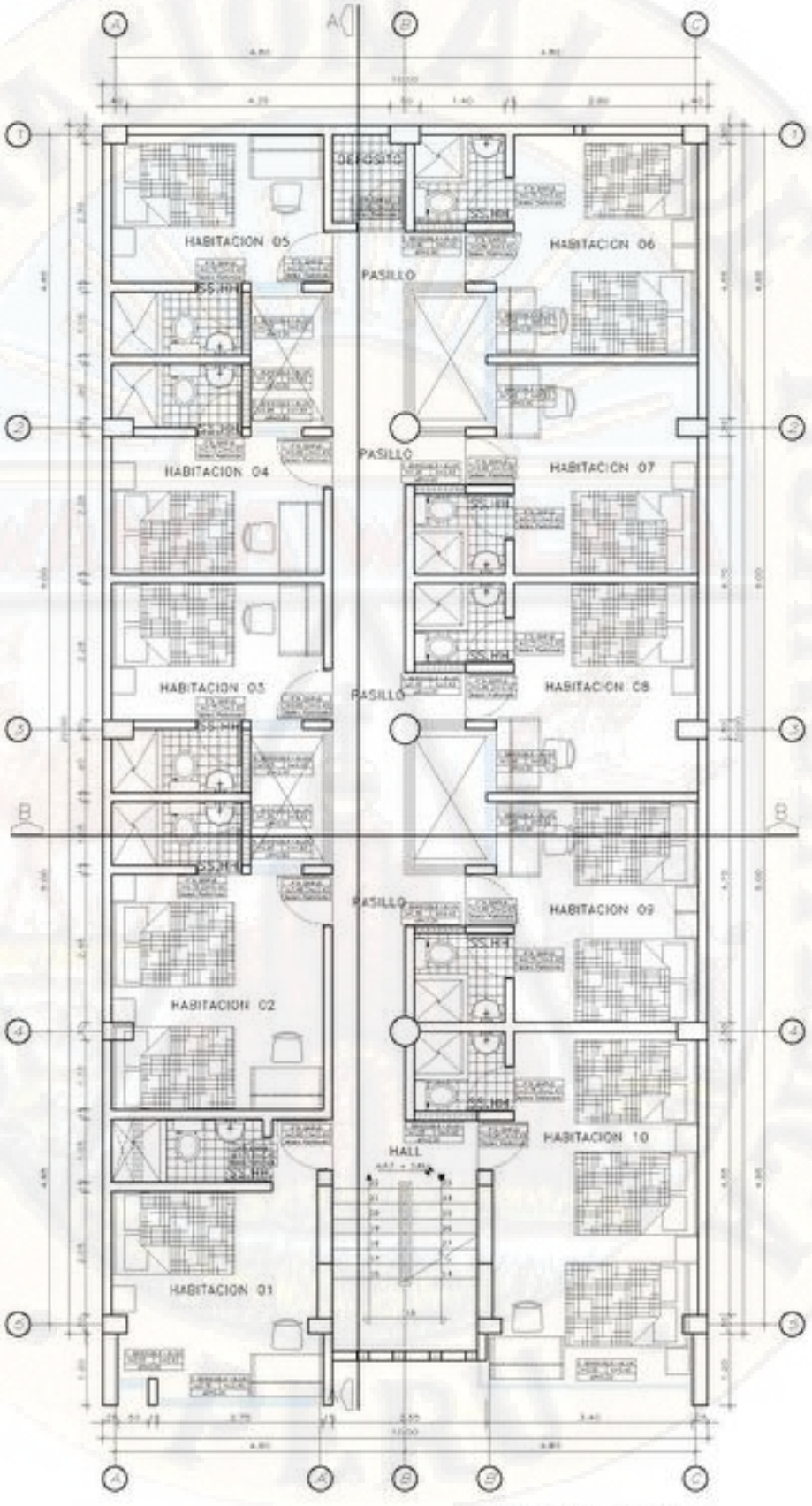
PRIMERA PLANTA

ESC: 1:50

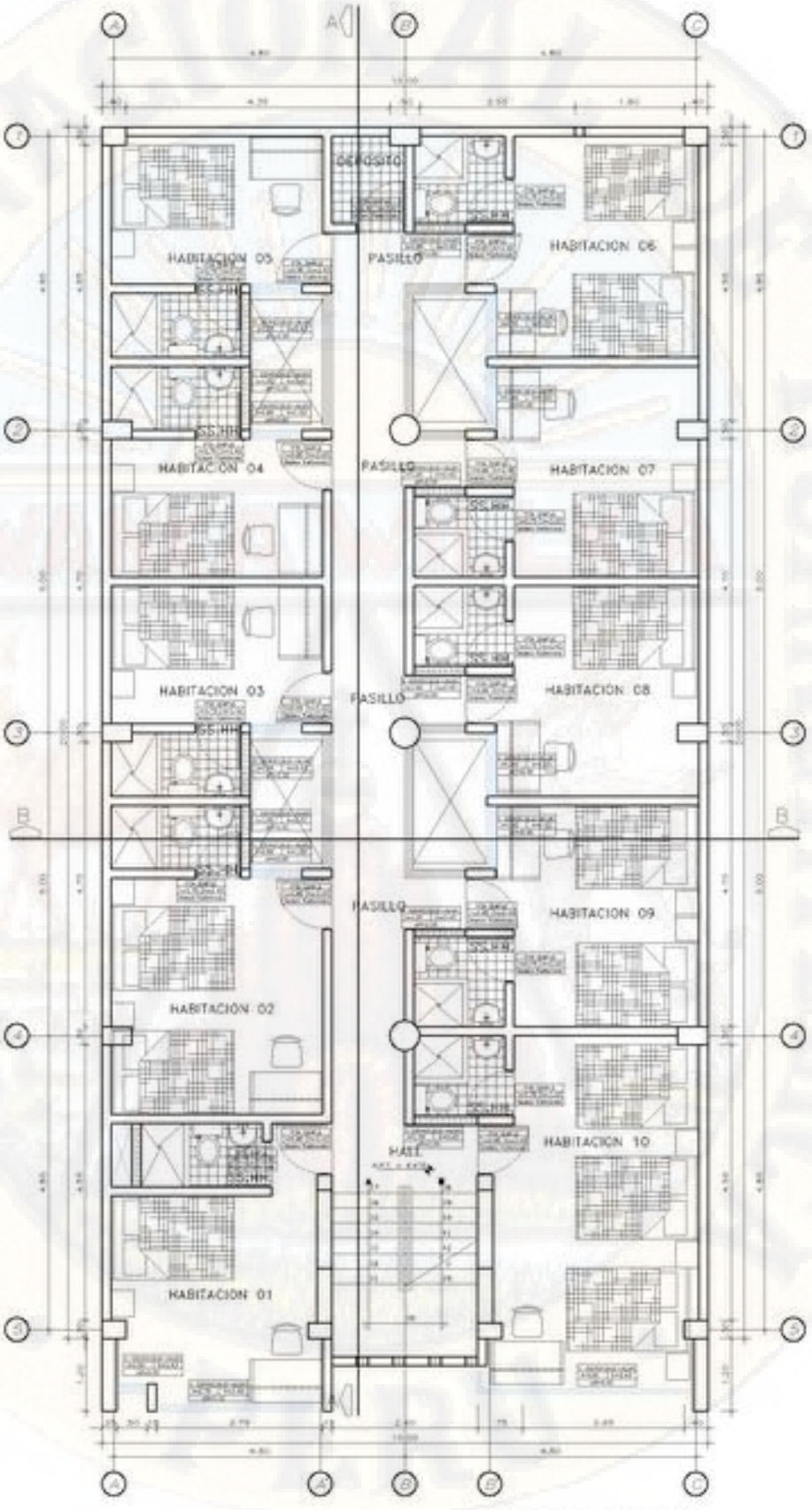


MEZANINNE

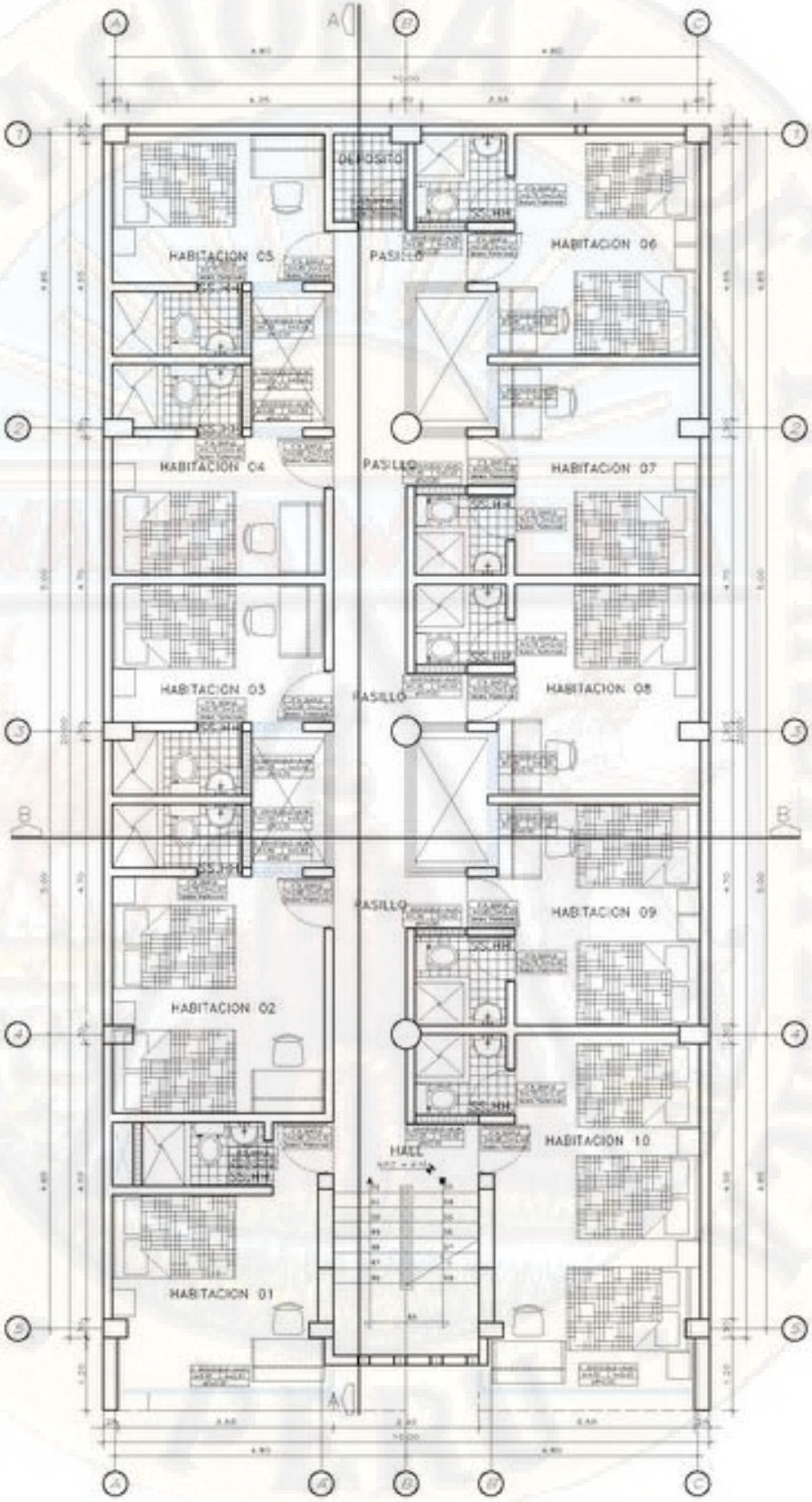
ESC: 1:50



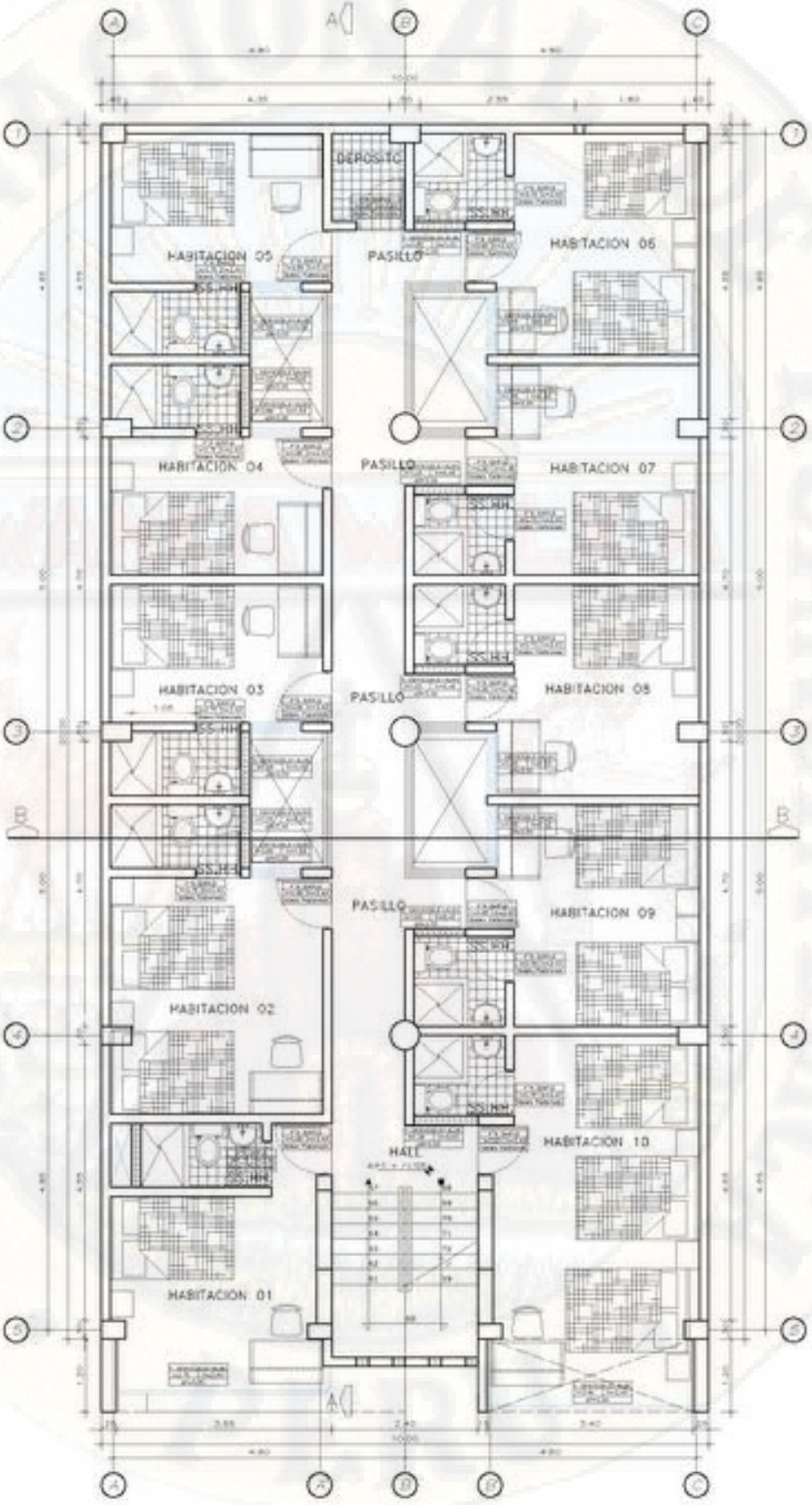
SEGUNDA PLANTA



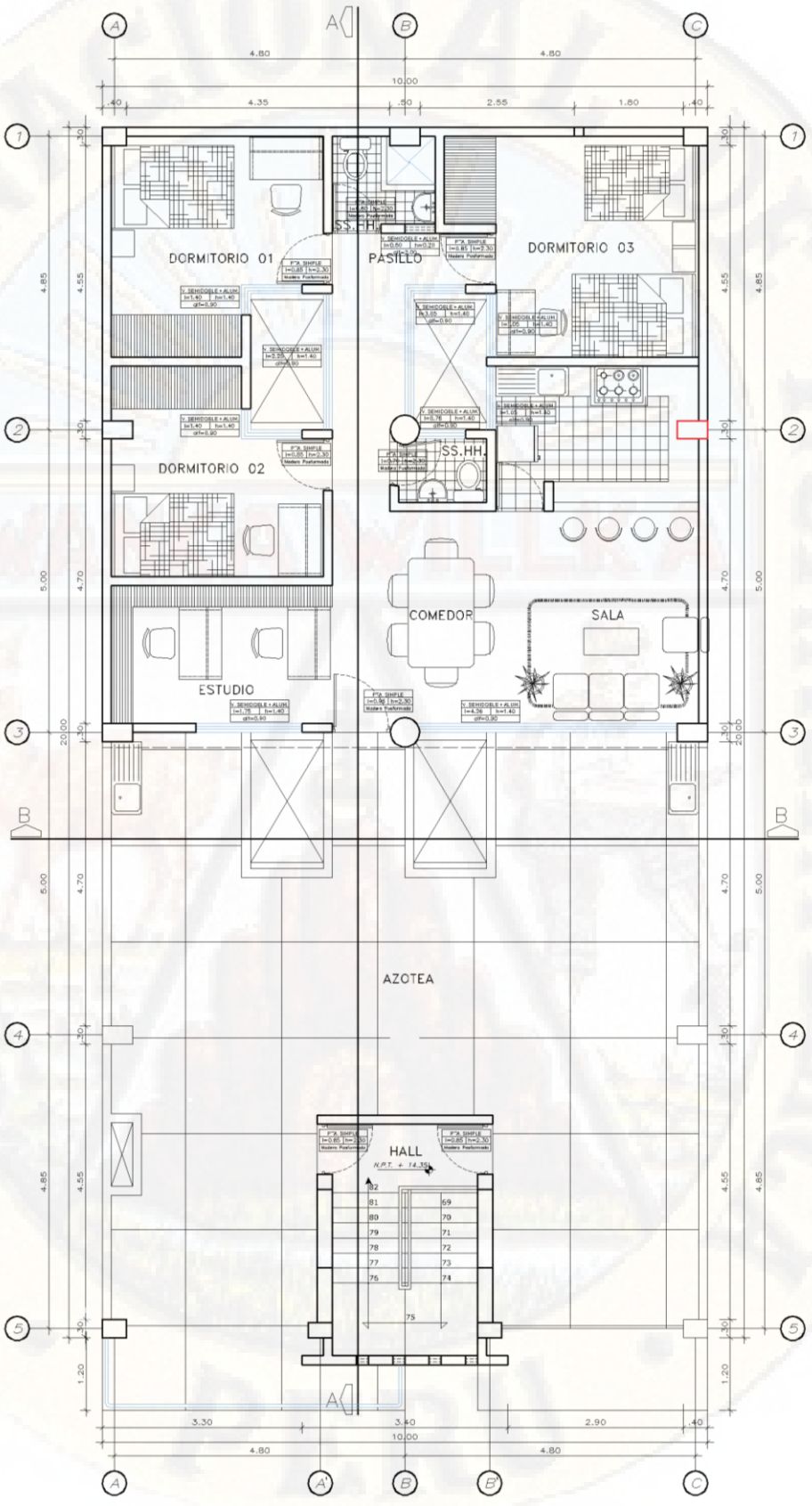
TERCERA PLANTA



CUARTA PLANTA



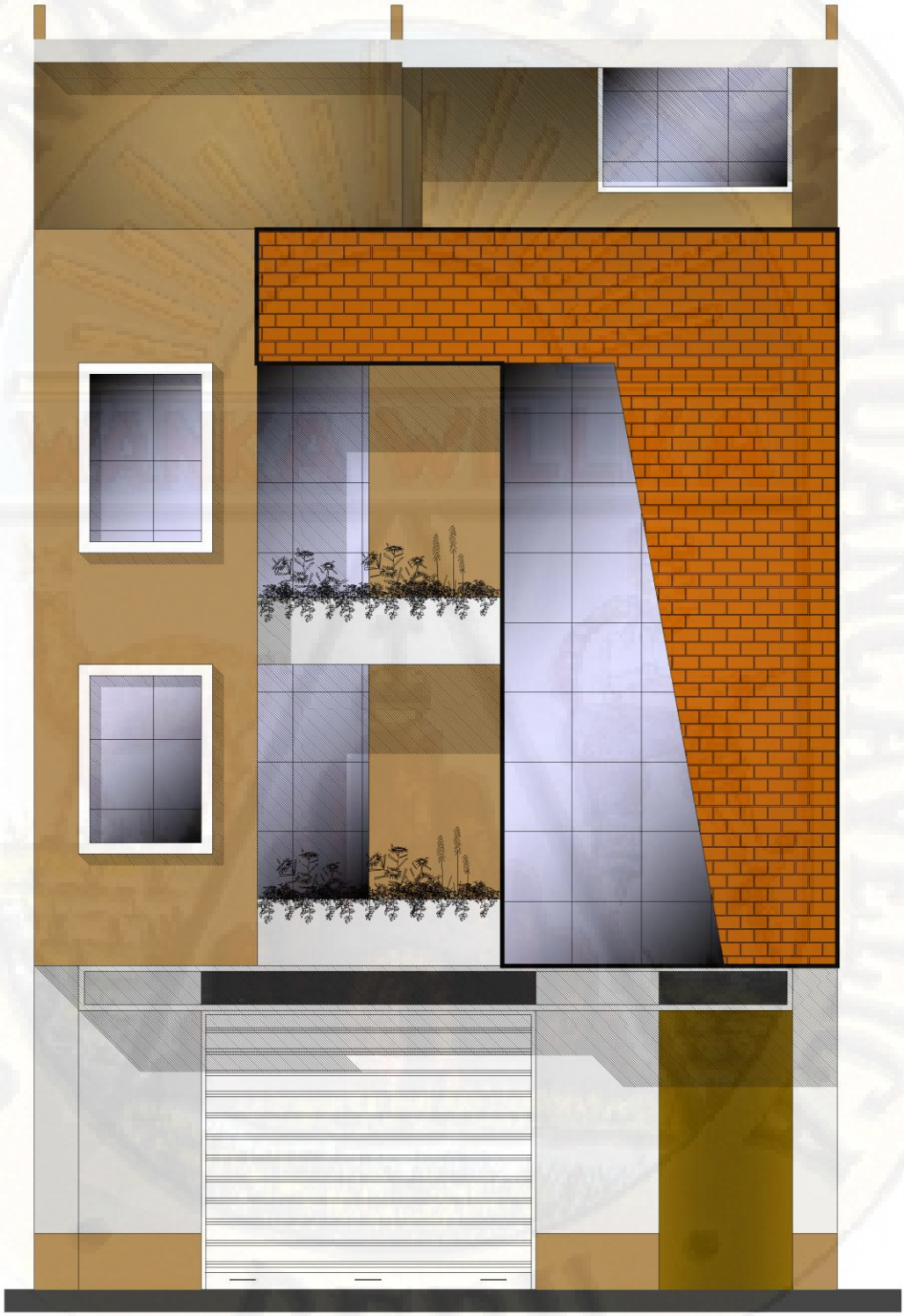
QUINTA PLANTA



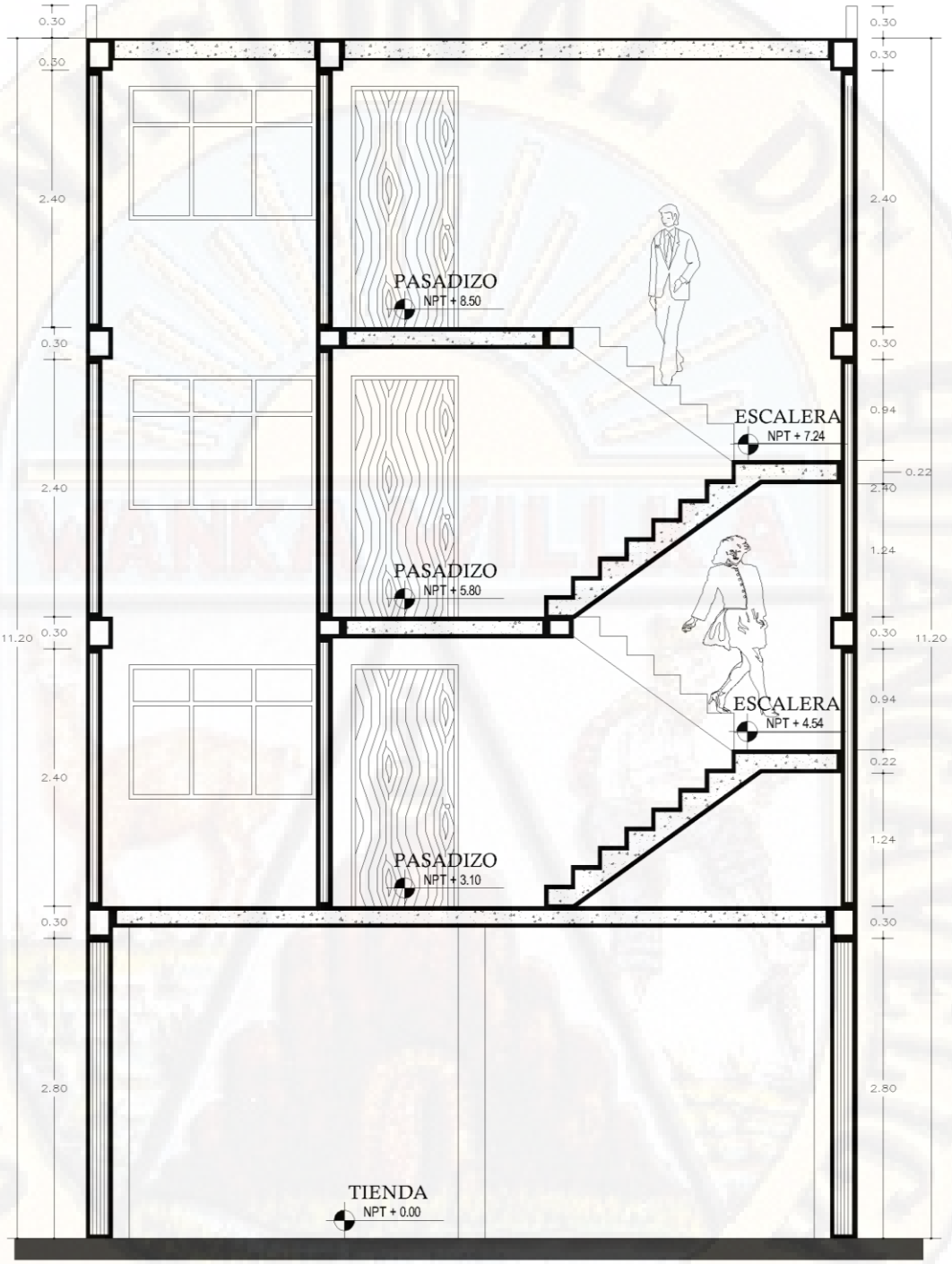
AZOTEA

ESC: 1:50

4. PLANOS DEL EDIFICIO N° 04

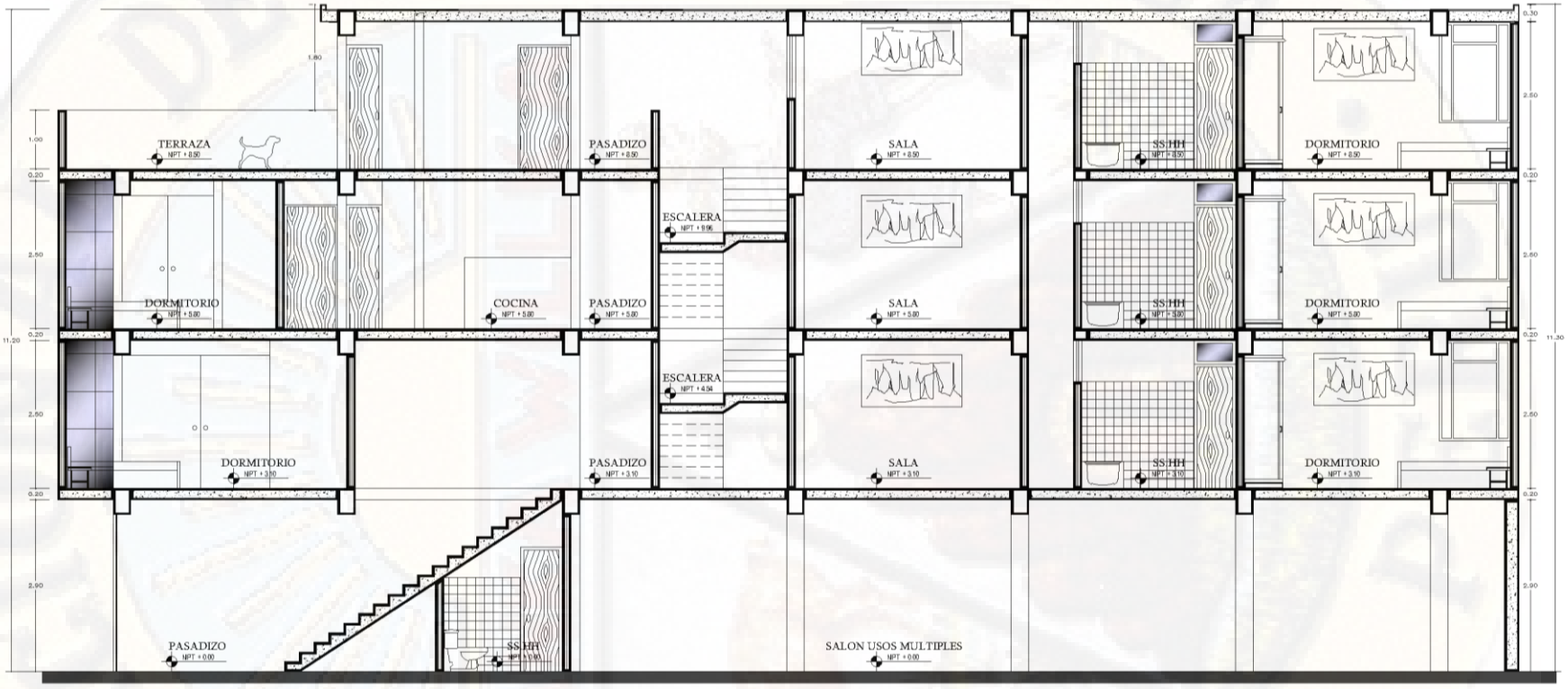


ELEVACION
ESC: 1/50

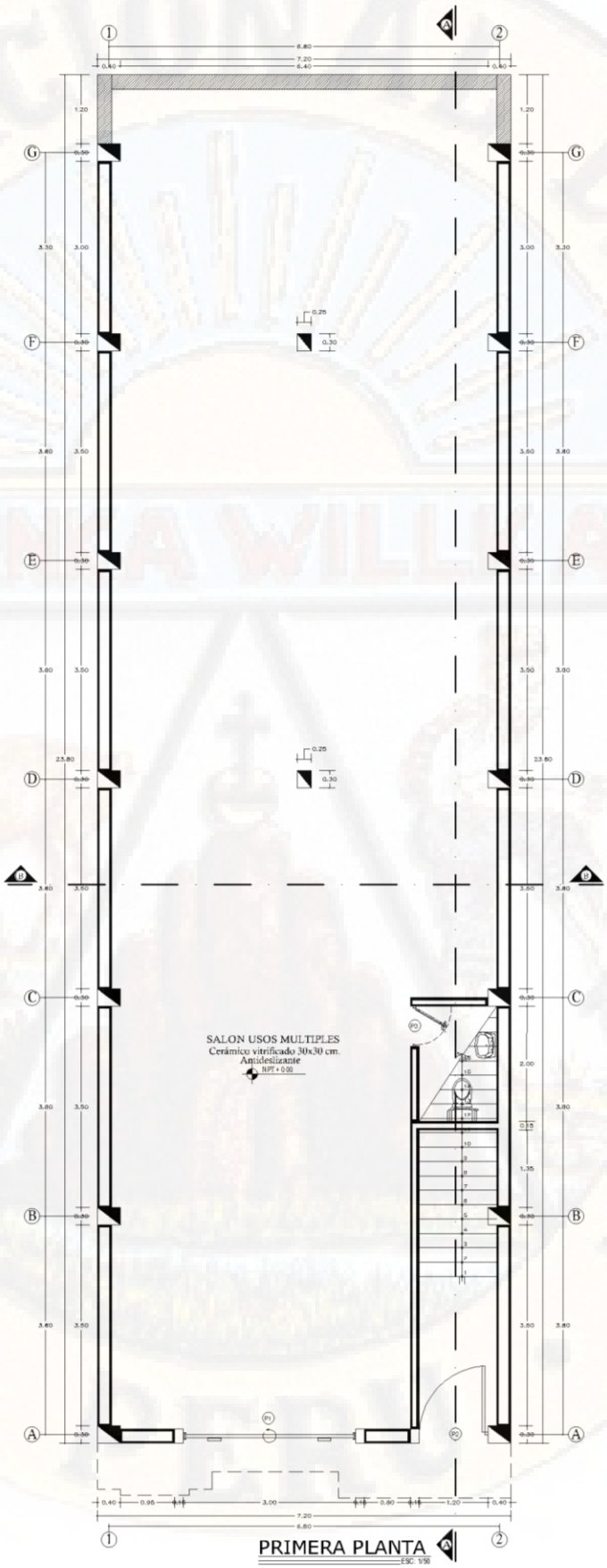


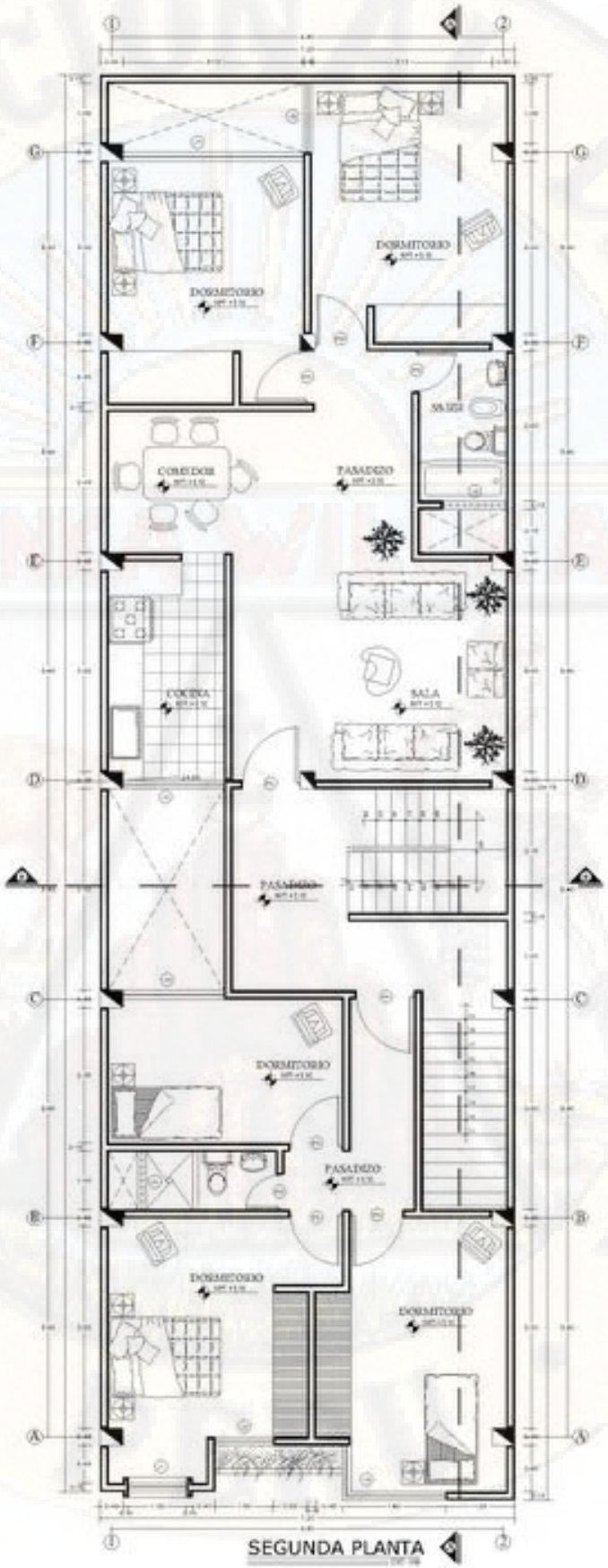
CORTE B-B

ESC: 1/50

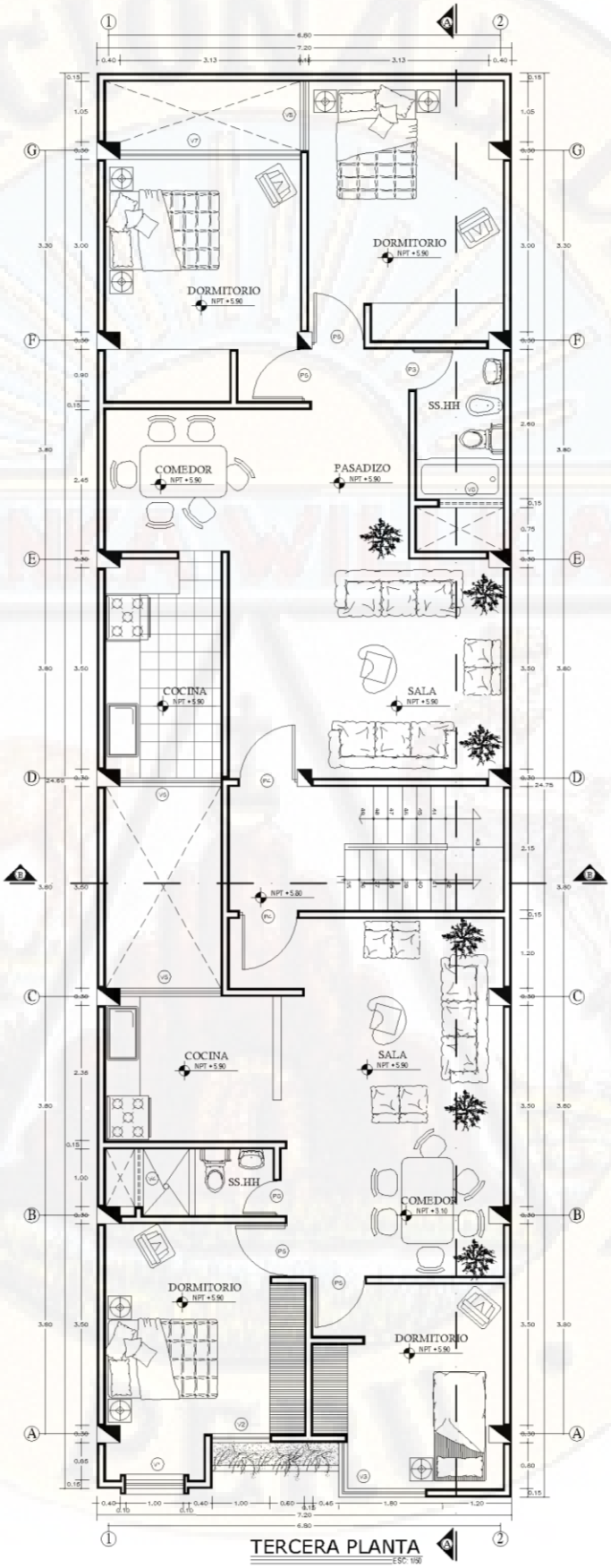


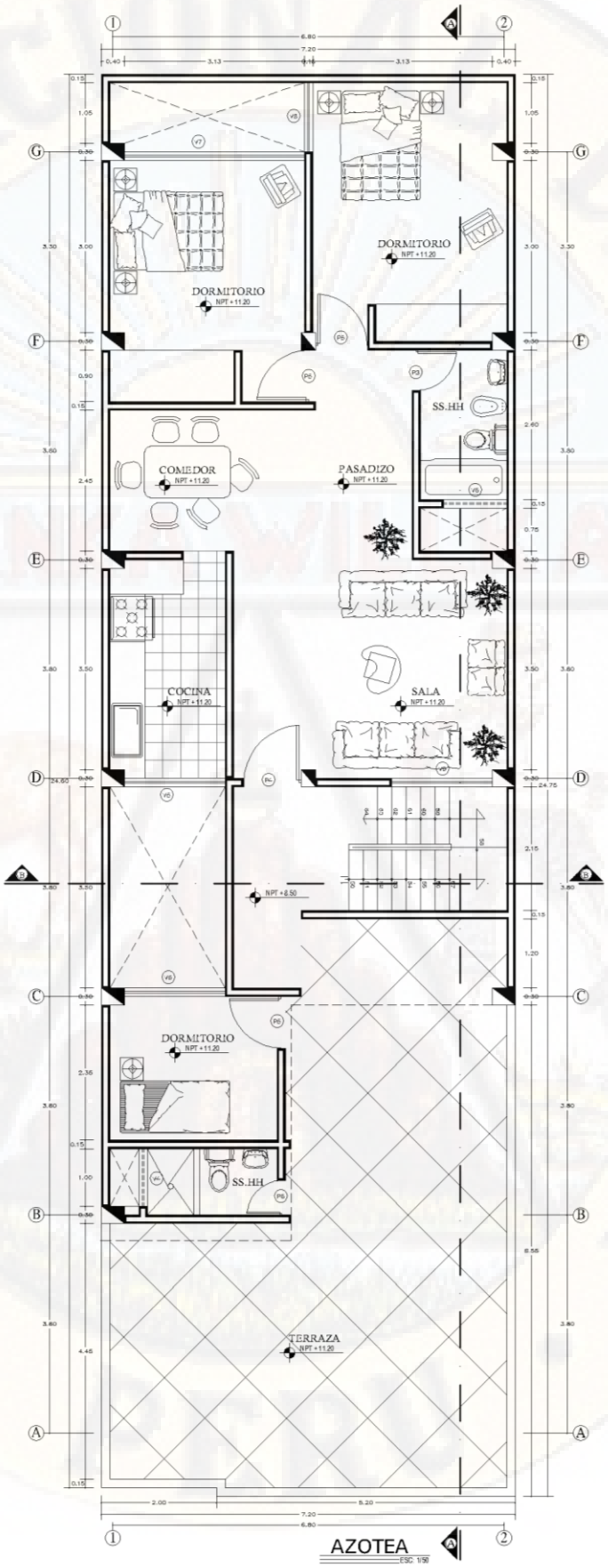
CORTE A-A
ESC. 1:50


SALON USOS MULTIPLES
Cerámico vitrificado 30x30 cm.
Antideslizante
NPT + 0.00
PRIMERA PLANTA
ESC. 1/50



SEGUNDA PLANTA

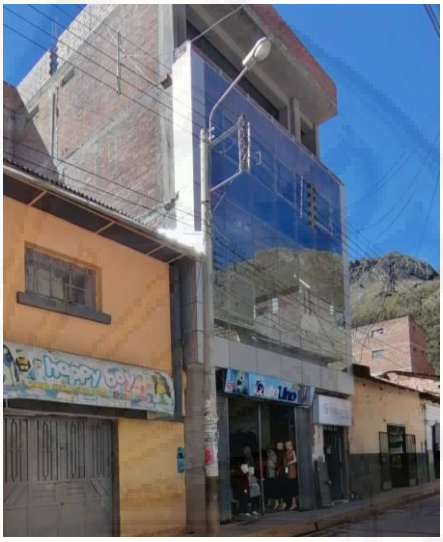

DORMITORIO
NPT +5.90
DORMITORIO
NPT +5.90
SS.HH
COMEDOR
NPT +5.90
PASADIZO
NPT +5.90
COCINA
NPT +5.90
SALA
NPT +5.90
NPT +5.80
COCINA
NPT +5.90
SALA
NPT +5.90
SS.HH
COMEDOR
NPT +5.90
DORMITORIO
NPT +5.90
DORMITORIO
NPT +5.90
TERCERA PLANTA


DORMITORIO
NPT +11.20
DORMITORIO
NPT +11.20
SS.HH
COMEDOR
NPT +11.20
PASADIZO
NPT +11.20
COCINA
NPT +11.20
SALA
NPT +11.20
NPT +8.50
DORMITORIO
NPT +11.20
SS.HH
TERRAZA
NPT +11.20
AZOTEA
ESC: 1/50

FOTOGRAFÍAS

(Vista de algunas edificaciones con cambio de rigidez del primer piso respecto a los pisos superiores en la ciudad de Huancavelica)

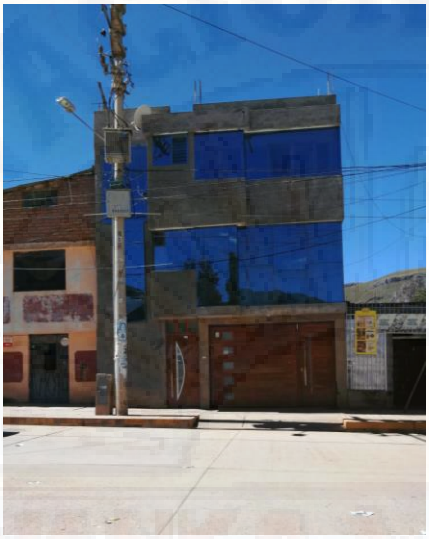
1. BARRIO CENTRO

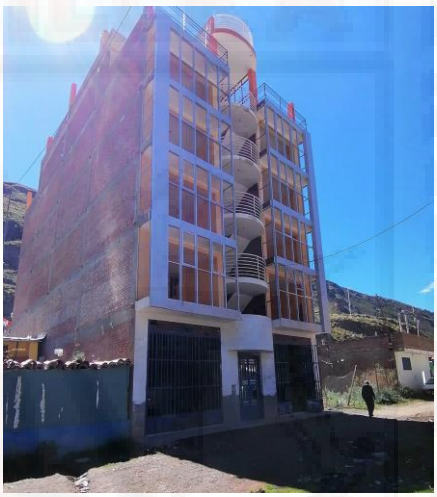


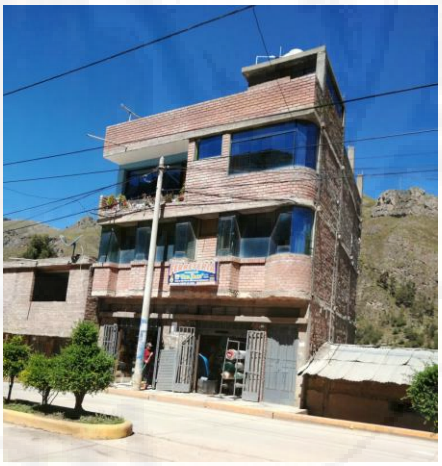
HOSPEDAJE
BALCONES . HVCA
CHIFA

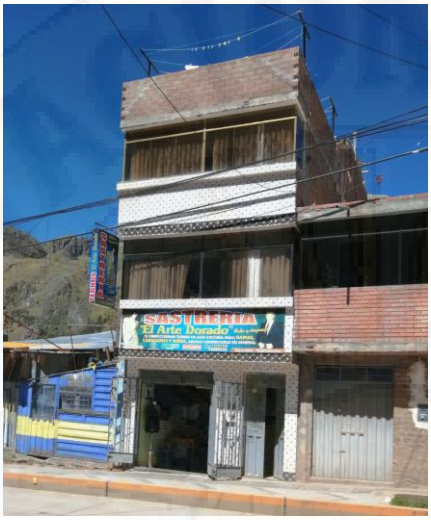
BOTICA
Biofarma

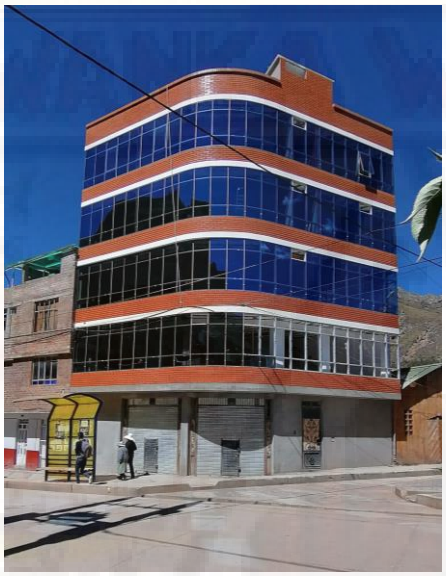
2. DISTRITO DE ASCENCIÓN





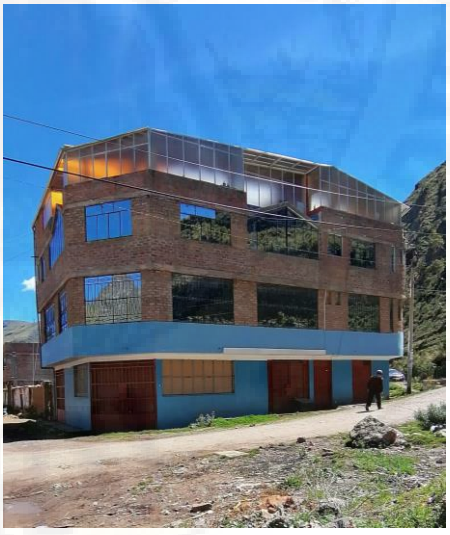



El Arte Dorado

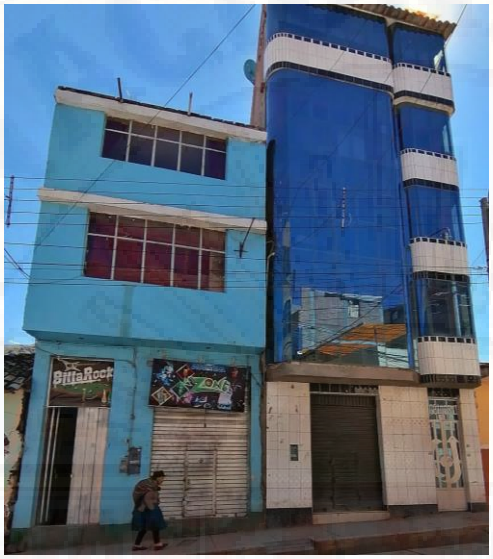


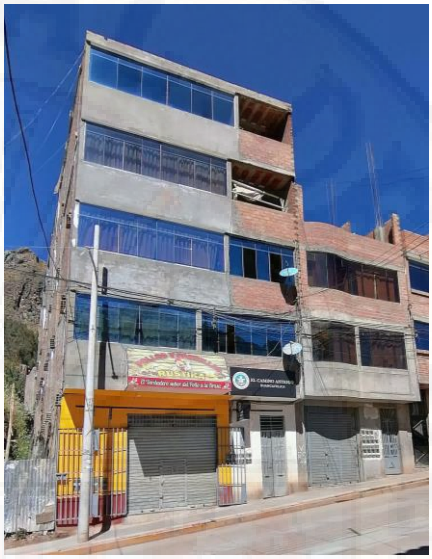
VIDRIOS & ALUMINIOS "CRUZ"

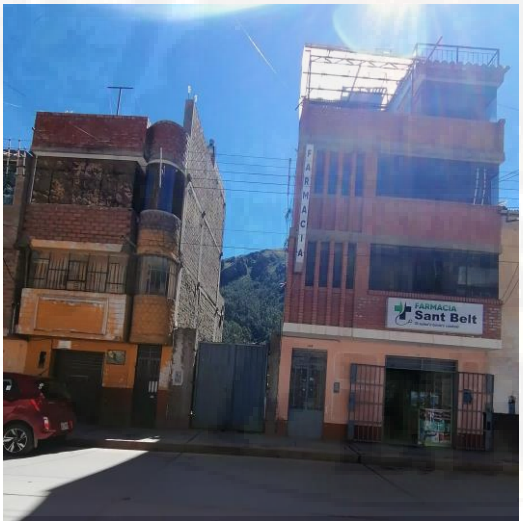
BOTICA
G. MONTERO

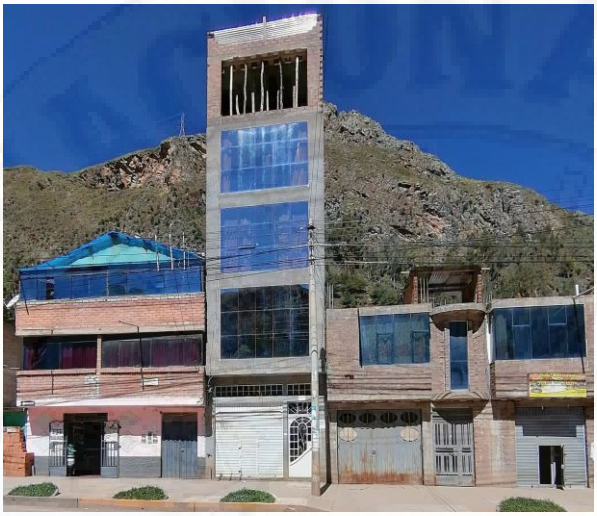


3. BARRIO DE YANANACO

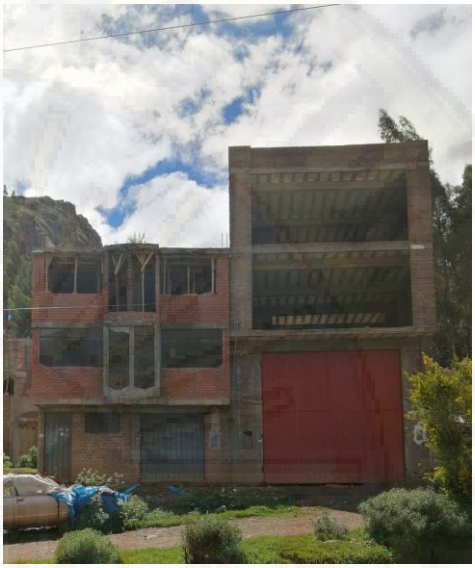




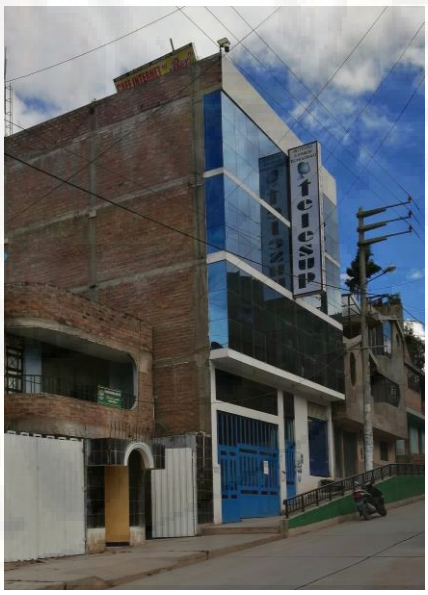




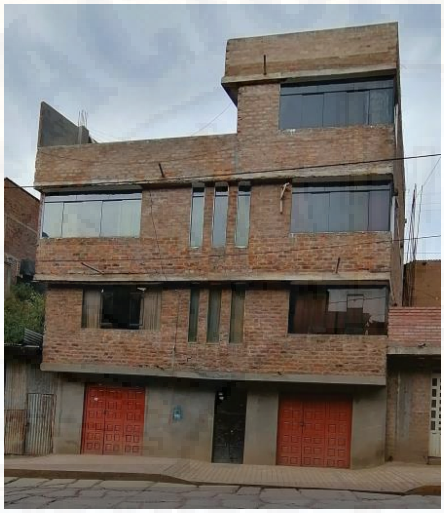
4. BARRIO DE SAN CRISTOBAL

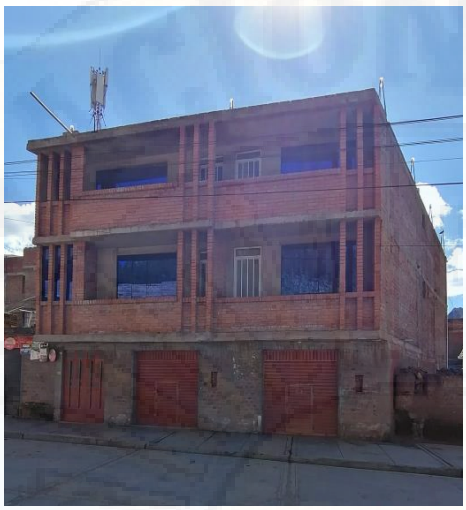


NUEVA ACROPOLIS
Oratoria
Filosofía
TOYOTA


CTIC SUR

5. BARRIO DE SANTA ANA





HOJAS DE CALCULO Y GRAFICOS

(Datos y resultados del análisis sísmico dinámico de las edificaciones)

1. CALCULO DEL ESPECTRO DE SEUDO - ACELERACIÓN (NORMA E.030-2018)

A) Para análisis y verificación del piso blando de las edificaciones.

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3	0.35

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
	S3	Suelos Blandos	1.20	1.00	1.60

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	

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

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Ia Dir X-X	Ia Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Tabla N° 10
CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

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

Tabla N° 6
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

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

Ia: Factor de irregularidad en altura.

Ip: Factor de irregularidad en planta.

Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

g: Aceleración de la gravedad.

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

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

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

C: Factor de amplificación sísmica.

RESUMEN

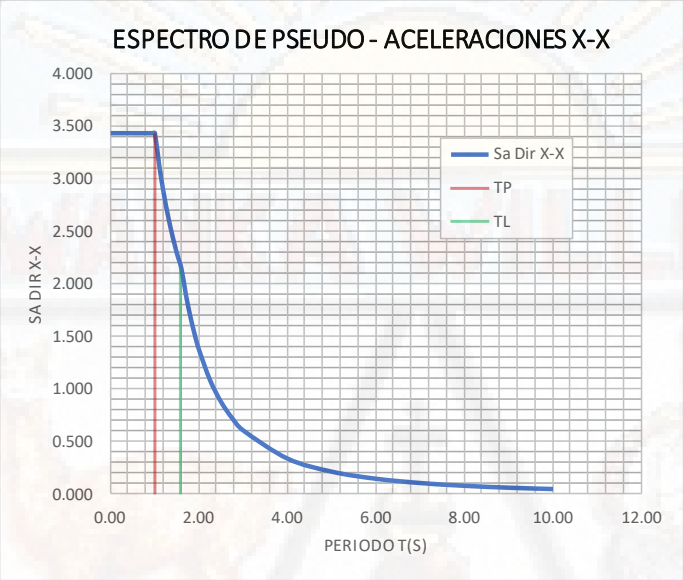
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	Ro	3	3
U	1.00	Ia	1.00	1.00
S	1.20	Ip	1.00	1.00
Tp	1.00	R	3	3
TL	1.60	g	9.81 m/s2	

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

$T < T_P \quad C = 2{,}5$

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

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



C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	3.434	3.434
2.50	0.02	3.434	3.434
2.50	0.04	3.434	3.434
2.50	0.06	3.434	3.434
2.50	0.08	3.434	3.434
2.50	0.10	3.434	3.434
2.50	0.12	3.434	3.434
2.50	0.14	3.434	3.434
2.50	0.16	3.434	3.434
2.50	0.18	3.434	3.434
2.50	0.20	3.434	3.434
2.50	0.25	3.434	3.434
2.50	0.30	3.434	3.434
2.50	0.35	3.434	3.434
2.50	0.40	3.434	3.434
2.50	0.45	3.434	3.434
2.50	0.50	3.434	3.434
2.50	0.55	3.434	3.434
2.50	0.60	3.434	3.434
2.50	0.65	3.434	3.434
2.50	0.70	3.434	3.434
2.50	0.75	3.434	3.434
2.50	0.80	3.434	3.434
2.50	0.85	3.434	3.434
2.50	0.90	3.434	3.434
2.50	0.95	3.434	3.434
2.50	1.00	3.434	3.434
2.27	1.10	3.121	3.121
2.08	1.20	2.861	2.861
1.92	1.30	2.641	2.641
1.79	1.40	2.453	2.453
1.67	1.50	2.289	2.289
1.56	1.60	2.146	2.146
1.38	1.70	1.901	1.901
1.23	1.80	1.696	1.696
1.11	1.90	1.522	1.522
1.00	2.00	1.373	1.373
0.79	2.25	1.085	1.085
0.64	2.50	0.879	0.879
0.53	2.75	0.726	0.726
0.44	3.00	0.610	0.610
0.25	4.00	0.343	0.343
0.16	5.00	0.220	0.220
0.11	6.00	0.153	0.153
0.08	7.00	0.112	0.112
0.06	8.00	0.086	0.086
0.05	9.00	0.068	0.068
0.04	10.00	0.055	0.055

B) Para el análisis sísmico dinámico de las edificaciones con presencia del piso blando.

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3	0.35

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
	S3	Suelos Blandos	1.20	1.00	1.60

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"C" Edificaciones Comunes	1.00	

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

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Ia Dir X-X	Ia Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☑ DIR Y-Y	1.00	0.75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☑ DIR Y-Y	1.00	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**0.50**

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Tabla N° 10
CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

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

Tabla N° 6
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

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

Ia: Factor de irregularidad en altura.

Ip: Factor de irregularidad en planta.

Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

g: Aceleración de la gravedad.

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

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

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

C: Factor de amplificación sísmica.

RESUMEN

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	Ro	3	3
U	1.00	Ia	1.00	0.50
S	1.20	Ip	1.00	1.00
Tp	1.00	R	3	1.5
TL	1.60	g	9.81 m/s2	

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

$T < T_P \quad C = 2{,}5$

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

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

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	3.434	6.867
2.50	0.02	3.434	6.867
2.50	0.04	3.434	6.867
2.50	0.06	3.434	6.867
2.50	0.08	3.434	6.867
2.50	0.10	3.434	6.867
2.50	0.12	3.434	6.867
2.50	0.14	3.434	6.867
2.50	0.16	3.434	6.867
2.50	0.18	3.434	6.867
2.50	0.20	3.434	6.867
2.50	0.25	3.434	6.867
2.50	0.30	3.434	6.867
2.50	0.35	3.434	6.867
2.50	0.40	3.434	6.867
2.50	0.45	3.434	6.867
2.50	0.50	3.434	6.867
2.50	0.55	3.434	6.867
2.50	0.60	3.434	6.867
2.50	0.65	3.434	6.867
2.50	0.70	3.434	6.867
2.50	0.75	3.434	6.867
2.50	0.80	3.434	6.867
2.50	0.85	3.434	6.867
2.50	0.90	3.434	6.867
2.50	0.95	3.434	6.867
2.50	1.00	3.434	6.867
2.27	1.10	3.121	6.243
2.08	1.20	2.861	5.723
1.92	1.30	2.641	5.282
1.79	1.40	2.453	4.905
1.67	1.50	2.289	4.578
1.56	1.60	2.146	4.292
1.38	1.70	1.901	3.802
1.23	1.80	1.696	3.391
1.11	1.90	1.522	3.044
1.00	2.00	1.373	2.747
0.79	2.25	1.085	2.170
0.64	2.50	0.879	1.758
0.53	2.75	0.726	1.453
0.44	3.00	0.610	1.221
0.25	4.00	0.343	0.687
0.16	5.00	0.220	0.439
0.11	6.00	0.153	0.305
0.08	7.00	0.112	0.224
0.06	8.00	0.086	0.172
0.05	9.00	0.068	0.136
0.04	10.00	0.055	0.110

2. RESULTADOS DE LA IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ POR PISO BLANDO SEGÚN NORMA E.030 - 2018

A) EDIFICIO N° 01

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26487.667						
Story5	SISMO XX	69503.216	2.6240		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	78243.281	1.1258		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	83118.373	1.0623	1.4311	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	76600.508	0.9216	0.9954	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	69553.319	0.9080	0.8769	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26388.357						
Story5	SISMO XX	71078.777	2.6936		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	80004.813	1.1256		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	80504.378	1.0062	1.3609	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	77313.743	0.9604	1.0015	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	72153.615	0.9333	0.9102	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story6	SISMO XX	26403.902						
Story5	SISMO XX	69960.114	2.6496		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	78801.554	1.1264		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	82292.232	1.0443	1.4094	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	77267.393	0.9389	1.0032	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	69114.821	0.8945	0.8699	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	29830.3						
Story5	SISMO YY	82223.857	2.7564		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	89630.046	1.0901		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	96594.947	1.0777	1.4368	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	97877.374	1.0133	1.0938	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	62358.233	0.6371	0.6585	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	30017.196						
Story5	SISMO YY	80268.044	2.6741		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	91780.093	1.1434		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	98299.838	1.0710	1.4594	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	104216.683	1.0602	1.1565	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	85047.526	0.8161	0.8670	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story6	SISMO YY	29856.684						
Story5	SISMO YY	82546.679	2.7648		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	90409.788	1.0953		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	97090.645	1.0739	1.4362	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	98459.946	1.0141	1.0938	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	65028.322	0.6605	0.6822	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

B) EDIFICIO N° 02

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story5	SISMO XX	37988.557					OK	
Story4	SISMO XX	37351.724	0.9832		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	61690.452	1.6516		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72320.217	1.1723	1.5833	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	29915.629	0.4137	0.5237	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story5	SISMO XX	36030.577					OK	
Story4	SISMO XX	38122.87	1.0581		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	63618.312	1.6688		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72423.734	1.1384	1.5770	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	59934.185	0.8275	1.0324	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story5	SISMO XX	37939.299					OK	

Story4	SISMO XX	37991.455	1.0014		70.00%		OK	
Story3	SISMO XX	62728.51	1.6511		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO XX	72474.121	1.1554	1.5680	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	37549.453	0.5181	0.6504	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story5	SISMO YY	16809.31					OK	
Story4	SISMO YY	80867.057	4.8108		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	88292.514	1.0918		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	94267.768	1.0677	1.5207	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76046.293	0.8067	0.8660	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story5	SISMO YY	16943.091					OK	
Story4	SISMO YY	82288.471	4.8568		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	89551.67	1.0883		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	95523.83	1.0667	1.5180	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76023.527	0.7959	0.8530	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story5	SISMO YY	16887.533					OK	
Story4	SISMO YY	81987.919	4.8549		70.00%		OK	
Story3	SISMO YY	89271.554	1.0888		70.00%		OK	OK
Story2	SISMO YY	95409.968	1.0688	1.5213	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	76163.197	0.7983	0.8568	70.00%	80.00%	OK	OK

C) EDIFICIO N° 03

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	52687.237						
Story6	SISMO XX	154152.044	2.9258		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	192772.186	1.2505		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	214014.678	1.1102	1.6067	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	225297.748	1.0527	1.2049	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	294188.883	1.3058	1.3963	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	173777.618	0.5907	0.7107	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	51562.33						
Story6	SISMO XX	149820.943	2.9056		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	186107.505	1.2422		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	206088.637	1.1074	1.5956	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	219281.708	1.0640	1.2137	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	254978.814	1.1628	1.2510	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	240237.391	0.9422	1.0593	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story7	SISMO XX	51043.928						
Story6	SISMO XX	151175.802	2.9617		70.00%		OK	
Story5	SISMO XX	188514.028	1.2470		70.00%		OK	
Story4	SISMO XX	208526.441	1.1062	1.6010	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO XX	218340.359	1.0471	1.1948	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO XX	287976.821	1.3189	1.4039	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO XX	174138.418	0.6047	0.7308	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	84261.597						
Story6	SISMO YY	219468.153	2.6046		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	259317.313	1.1816		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	278976.979	1.0758	1.4864	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	304621.976	1.0919	1.2060	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	565030.494	1.8549	2.0110	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	455158.642	0.8055	1.1888	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	86560.898						
Story6	SISMO YY	226570.524	2.6175		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	266639.401	1.1768		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	287580.106	1.0785	1.4881	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	318019.106	1.1058	1.2219	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	599227.121	1.8842	2.0610	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	461036.446	0.7694	1.1480	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story7	SISMO YY	86084.577						
Story6	SISMO YY	225275.813	2.6169		70.00%		OK	
Story5	SISMO YY	265263.687	1.1775		70.00%		OK	
Story4	SISMO YY	285799.228	1.0774	1.4869	70.00%	80.00%	OK	OK
Story3	SISMO YY	314893.292	1.1018	1.2168	70.00%	80.00%	OK	OK
Story2	SISMO YY	591641.826	1.8789	2.0497	70.00%	80.00%	OK	OK
Story1	SISMO YY	455810.059	0.7704	1.1469	70.00%	80.00%	OK	OK

D) EDIFICIO N° 04

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	43885.604						
Story3	SISMO XX	91230.947	2.0788		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	78699.55	0.8626		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	46341.624	0.5888	0.6502	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	46305.093						
Story3	SISMO XX	96070.225	2.0747		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	82265.117	0.8563		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	60161.918	0.7313	0.8034	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
PISO	CARGA	Kx tonf/m	Kx i+1 / Kx i	Prom Kx i+3 / Kx i	RNE	RNE	X-X	X-X
Story4	SISMO XX	45859.856						
Story3	SISMO XX	92730.158	2.0220		70.00%		OK	
Story2	SISMO XX	79849.738	0.8611		70.00%		OK	
Story1	SISMO XX	52138.422	0.6530	0.7161	70.00%	80.00%	VERIFICAR	VERIFICAR

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	125745.176						
Story3	SISMO YY	230904.188	1.8363		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	240556.546	1.0418		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	206552.91	0.8586	1.0376	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	129578.159						
Story3	SISMO YY	234897.592	1.8128		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	245366.28	1.0446		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	212638.775	0.8666	1.0460	70.00%	80.00%	OK	OK

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUZ DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
PISO	CARGA	Ky tonf/m	Ky i+1 / Ky i	Prom Ky i+3 / Ky i	RNE	RNE	Y-Y	Y-Y
Story4	SISMO YY	126469.793						
Story3	SISMO YY	230916.676	1.8259		70.00%		OK	
Story2	SISMO YY	240726.956	1.0425		70.00%		OK	
Story1	SISMO YY	207352.076	0.8614	1.0400	70.00%	80.00%	OK	OK

3. RESULTADOS DE LAS DERIVAS INELASTICAS SEGÚN NORMA E.030 – 2018

A) EDIFICIO N° 01

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story6	2.65	0.009195	0.000333	2.25	0.000749	0.0749	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008313	0.000342	2.25	0.000769	0.0769	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007407	0.000438	2.25	0.000987	0.0987	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006245	0.000546	2.25	0.001229	0.1229	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004797	0.000561	2.25	0.001262	0.1262	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003311	0.000849	2.25	0.001910	0.1910	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento (m)	Derivas Δelástica	R	Derivas inelásticas Δinelástica	Derivas inelásticas Δ(%)	Deriva límite Δlimite	Observación
Story6	2.65	0.009575	0.000359	2.25	0.000808	0.0808	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008623	0.000371	2.25	0.000834	0.0834	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007641	0.000473	2.25	0.001065	0.1065	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006387	0.000583	2.25	0.001312	0.1312	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004842	0.000586	2.25	0.001319	0.1319	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003288	0.000843	2.25	0.001897	0.1897	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.009340	0.000336	2.25	0.000757	0.0757	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.008449	0.000349	2.25	0.000786	0.0786	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.007523	0.000447	2.25	0.001006	0.1006	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.006338	0.000555	2.25	0.001248	0.1248	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.004868	0.000562	2.25	0.001263	0.1263	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.003380	0.000867	2.25	0.001950	0.1950	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 01 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.017546	0.000523	2.55	0.001335	0.1335	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.016159	0.000716	2.55	0.001825	0.1825	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.014262	0.000953	2.55	0.002430	0.2430	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.011737	0.001117	2.55	0.002848	0.2848	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.008777	0.001218	2.55	0.003105	0.3105	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.005550	0.001423	2.55	0.003629	0.3629	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.015750	0.000507	2.55	0.001293	0.1293	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.014406	0.000711	2.55	0.001813	0.1813	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.012522	0.000945	2.55	0.002410	0.2410	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.010017	0.001104	2.55	0.002816	0.2816	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.007091	0.001165	2.55	0.002970	0.2970	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.004005	0.001027	2.55	0.002619	0.2619	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 01 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story6	2.65	0.016922	0.000516	2.55	0.001316	0.1316	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.015554	0.000711	2.55	0.001814	0.1814	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.013669	0.000946	2.55	0.002413	0.2413	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.011161	0.001111	2.55	0.002832	0.2832	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.008218	0.001183	2.55	0.003016	0.3016	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.90	0.005084	0.001304	2.55	0.003324	0.3324	0.500	O.K.!!!!!!

B) EDIFICIO N° 02

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.018599	0.000996	2.55	0.002539	0.2539	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.015761	0.000980	2.55	0.002498	0.2498	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.012969	0.001336	2.55	0.003408	0.3408	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.009160	0.001466	2.55	0.003737	0.3737	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.004983	0.001607	2.55	0.004099	0.4099	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.016150	0.000957	2.55	0.002440	0.2440	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.013423	0.000956	2.55	0.002438	0.2438	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.010698	0.001276	2.55	0.003255	0.3255	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.007060	0.001356	2.55	0.003457	0.3457	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.003196	0.001031	2.55	0.002629	0.2629	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.017568	0.000959	2.55	0.002446	0.2446	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.014834	0.000969	2.55	0.002471	0.2471	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.012072	0.001299	2.55	0.003312	0.3312	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.008370	0.001362	2.55	0.003473	0.3473	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.004488	0.001448	2.55	0.003692	0.3692	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 02 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.006089	0.000252	2.25	0.000568	0.0568	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005370	0.000339	2.25	0.000763	0.0763	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004403	0.000456	2.25	0.001027	0.1027	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003102	0.000578	2.25	0.001300	0.1300	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.001455	0.000469	2.25	0.001056	0.1056	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.005978	0.000253	2.25	0.000570	0.0570	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005256	0.000335	2.25	0.000754	0.0754	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004301	0.000453	2.25	0.001018	0.1018	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003011	0.000575	2.25	0.001293	0.1293	0.500	O.K.!!!!!!

Story1	3.10	0.001373	0.000443	2.25	0.000997	0.0997	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 02 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story5	2.85	0.006015	0.000252	2.25	0.000567	0.0567	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.85	0.005297	0.000335	2.25	0.000753	0.0753	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.85	0.004343	0.000452	2.25	0.001018	0.1018	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.85	0.003054	0.000573	2.25	0.001290	0.1290	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.001420	0.000458	2.25	0.001031	0.1031	0.500	O.K.!!!!!!

C) EDIFICIO N° 03

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.036756	0.001499	2.55	0.003822	0.3822	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.032784	0.001906	2.55	0.004859	0.4859	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.027734	0.002326	2.55	0.005930	0.5930	0.500	COREGIR!!!
Story4	2.65	0.021571	0.002611	2.55	0.006657	0.6657	0.500	COREGIR!!!
Story3	2.65	0.014653	0.001594	2.55	0.004066	0.4066	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.010428	0.002642	2.55	0.006736	0.6736	0.500	COREGIR!!!
Story1	3.50	0.003428	0.000979	2.55	0.002498	0.2498	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.037636	0.001537	2.55	0.003918	0.3918	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.033564	0.001952	2.55	0.004979	0.4979	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.028390	0.002387	2.55	0.006086	0.6086	0.500	COREGIR!!!
Story4	2.65	0.022065	0.002686	2.55	0.006848	0.6848	0.500	COREGIR!!!
Story3	2.65	0.014948	0.002225	2.55	0.005674	0.5674	0.500	COREGIR!!!
Story2	2.65	0.009052	0.002288	2.55	0.005833	0.5833	0.500	COREGIR!!!
Story1	3.50	0.002990	0.000854	2.55	0.002178	0.2178	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.037476	0.001525	2.55	0.003889	0.3889	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.033434	0.001939	2.55	0.004945	0.4945	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.028295	0.002371	2.55	0.006047	0.6047	0.500	COREGIR!!!!!!
Story4	2.65	0.022011	0.002668	2.55	0.006803	0.6803	0.500	COREGIR!!!!!!
Story3	2.65	0.014941	0.001777	2.55	0.004530	0.4530	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.010233	0.002593	2.55	0.006613	0.6613	0.500	COREGIR!!!!!!
Story1	3.50	0.003361	0.000960	2.55	0.002449	0.2449	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 03 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009760	0.000382	2.25	0.000859	0.0859	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008748	0.000428	2.25	0.000963	0.0963	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007614	0.000571	2.25	0.001284	0.1284	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.006102	0.000689	2.25	0.001550	0.1550	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004276	0.000742	2.25	0.001669	0.1669	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002310	0.000681	2.25	0.001532	0.1532	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000506	0.000145	2.25	0.000325	0.0325	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009494	0.000375	2.25	0.000845	0.0845	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008499	0.000416	2.25	0.000936	0.0936	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007397	0.000557	2.25	0.001254	0.1254	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.005920	0.000671	2.25	0.001510	0.1510	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004142	0.000713	2.25	0.001605	0.1605	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002252	0.000662	2.25	0.001490	0.1490	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000497	0.000142	2.25	0.000320	0.0320	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 03 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story7	2.65	0.009562	0.000377	2.25	0.000847	0.0847	0.500	O.K.!!!!!!
Story6	2.65	0.008564	0.000418	2.25	0.000940	0.0940	0.500	O.K.!!!!!!
Story5	2.65	0.007457	0.000560	2.25	0.001259	0.1259	0.500	O.K.!!!!!!
Story4	2.65	0.005974	0.000675	2.25	0.001519	0.1519	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.65	0.004185	0.000720	2.25	0.001621	0.1621	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.65	0.002276	0.000669	2.25	0.001505	0.1505	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.50	0.000503	0.000144	2.25	0.000323	0.0323	0.500	O.K.!!!!!!

D) EDIFICIO N° 04

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.016476	0.000421	2.55	0.001074	0.1074	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.015339	0.000265	2.55	0.000675	0.0675	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.014624	0.001825	2.55	0.004653	0.4653	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.009697	0.003128	2.55	0.007977	0.7977	0.500	COREGIR!!!!!!

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.014988	0.000514	2.55	0.001310	0.1310	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.013601	0.001333	2.55	0.003400	0.3400	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.010001	0.001766	2.55	0.004503	0.4503	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.005233	0.001688	2.55	0.004305	0.4305	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION X-X								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.017863	0.000486	2.55	0.001239	0.1239	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.016551	0.000995	2.55	0.002538	0.2538	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.013864	0.001809	2.55	0.004613	0.4613	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.008980	0.002897	2.55	0.007387	0.7387	0.500	COREGIR!!!!!!

EDIFICIO N° 04 - SIN RIGIDIZAR								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.002308	0.000169	2.25	0.000379	0.0379	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001853	0.000185	2.25	0.000417	0.0417	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001353	0.000254	2.25	0.000572	0.0572	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000667	0.000215	2.25	0.000484	0.0484	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.002308	0.000171	2.25	0.000386	0.0386	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001845	0.000185	2.25	0.000416	0.0416	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001346	0.000253	2.25	0.000570	0.0570	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000662	0.000214	2.25	0.000480	0.0480	0.500	O.K.!!!!!!

EDIFICIO N° 04 - RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES								
ANALISIS EN LA DIRECCION Y-Y								
Piso	**Altura Piso (m)**	**Desplazamiento (m)**	**Derivas Δelástica**	**R**	**Derivas inelásticas Δinelástica**	**Derivas inelásticas Δ(%)**	**Deriva límite Δlimite**	**Observación**
Story4	2.70	0.002315	0.000171	2.25	0.000386	0.0386	0.500	O.K.!!!!!!
Story3	2.70	0.001852	0.000185	2.25	0.000417	0.0417	0.500	O.K.!!!!!!
Story2	2.70	0.001352	0.000254	2.25	0.000572	0.0572	0.500	O.K.!!!!!!
Story1	3.10	0.000666	0.000215	2.25	0.000483	0.0483	0.500	O.K.!!!!!!

4. RESULTADOS DEL INDICE DE FLEXIBILIDAD

A) EDIFICIO N° 01

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story6	Max Drift X	ENVOL Max	0.001492
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.001561
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.002066
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.002433
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.002954
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.005073
		Máxima Deriva	0.005073

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story6	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001831
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001817
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002406
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002872
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.003317
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.005474
		Máxima Deriva	0.005474

Sentido	Índice de Flexibilidad
"X"	1.0146
"Y"	1.0948

B) EDIFICIO N° 02

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.002594
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.005609
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.004012
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.005243
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.006977
		Máxima Deriva	**0.006977**

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002081
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000938
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001255
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001611
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001403
		Máxima Deriva	**0.002081**

Sentido	Índice de Flexibilidad
"X"	1.3954
"Y"	0.4162

C) EDIFICIO N° 03

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story7	Max Drift X	ENVOL Max	0.003935
Story6	Max Drift X	ENVOL Max	0.005066
Story5	Max Drift X	ENVOL Max	0.006183
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.006944
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.007084
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.006309
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.008075
		Máxima Deriva	**0.008075**

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story7	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001071
Story6	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001228
Story5	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001516
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001811
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001917
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001702
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001932
		Máxima Deriva	**0.001932**

Sentido	Índice de Flexibilidad
"X"	1.6150
"Y"	0.3864

D) EDIFICIO N° 04

DIRECCION X-X			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story4	Max Drift X	ENVOL Max	0.002709
Story3	Max Drift X	ENVOL Max	0.002785
Story2	Max Drift X	ENVOL Max	0.005011
Story1	Max Drift X	ENVOL Max	0.009193
		Máxima Deriva	**0.009193**

DIRECCION Y-Y			
Piso	**Ítem**	**Carga**	**Deriva**
Story4	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000532
Story3	Max Drift Y	ENVOL Max	0.000845
Story2	Max Drift Y	ENVOL Max	0.001225
Story1	Max Drift Y	ENVOL Max	0.002000
		Máxima Deriva	**0.002**

Sentido	Índice de Flexibilidad
"X"	1.8386
"Y"	0.4000

5. RESULTADOS DEL CENTRO DE MASA Y CENTRO DE RIGIDEZ

A) EDIFICIO N° 01

EDIFICIO N° 01									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story6	D6	5.4083	5.7087	7.0375	5.7570	0.1629	0.0048	EXCESIVA	ADECUADA
Story5	D5	4.8120	5.2647	7.3970	5.5052	0.2585	0.0239	EXCESIVA	ADECUADA
Story4	D4	4.7927	5.2409	7.3703	5.8019	0.2578	0.0558	EXCESIVA	ADECUADA
Story3	D3	4.7945	5.2508	7.3817	6.2711	0.2587	0.1015	EXCESIVA	ADECUADA
Story2	D2	4.8530	5.3490	7.4554	7.1971	0.2602	0.1839	EXCESIVA	EXCESIVA
Story1	D1	5.5223	5.9448	7.6532	9.6260	0.2131	0.4090	EXCESIVA	EXCESIVA

B) EDIFICIO N° 02

EDIFICIO N° 02									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story5	D5	4.4106	9.3523	2.7250	9.5352	0.1686	0.0119	EXCESIVA	ADECUADA
Story4	D4	4.5466	8.9839	2.0112	8.9745	0.2535	0.0006	EXCESIVA	ADECUADA
Story3	D3	4.4383	8.7597	1.9273	8.8314	0.2511	0.0047	EXCESIVA	ADECUADA
Story2	D2	4.4383	8.7597	1.7751	8.6982	0.2663	0.0040	EXCESIVA	ADECUADA
Story1	D1	4.4279	9.5062	1.8706	7.8633	0.2557	0.1067	EXCESIVA	ADECUADA

C) EDIFICIO N° 03

EDIFICIO N° 03									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story7	D7	4.8466	15.0225	4.7658	11.1202	0.0081	0.1854	ADECUADA	EXCESIVA
Story6	D6	4.8310	10.7777	4.9014	9.3356	0.0070	0.0685	ADECUADA	ADECUADA
Story5	D5	4.8210	10.7935	4.9700	10.0055	0.0149	0.0374	ADECUADA	ADECUADA
Story4	D4	4.8209	10.7936	5.0189	10.9066	0.0198	0.0054	ADECUADA	ADECUADA
Story3	D3	4.8209	10.7936	5.0399	12.1400	0.0219	0.0640	ADECUADA	ADECUADA
Story2	D2	4.8548	10.8690	4.9979	14.0424	0.0143	0.1508	ADECUADA	EXCESIVA
Story1	D1	4.8442	15.5391	4.7121	17.5978	0.0132	0.1029	ADECUADA	ADECUADA

D) EDIFICIO N° 04

EDIFICIO N° 04									
PISO	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		ASIMETRIA		EXCENTRICIDAD	
		XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)	XX	YY	XX	YY
Story4	D4	3.6890	15.1380	4.1966	15.0913	0.0705	0.0019	ADECUADA	ADECUADA
Story3	D3	3.5878	12.3445	4.5897	14.9872	0.1392	0.1068	ADECUADA	ADECUADA

Story2	D2	3.6185	12.1997	4.4585	16.7656	0.1167	0.1845	ADECUADA	EXCESIVA
Story1	D1	3.5038	12.8979	4.7148	23.2728	0.1682	0.4359	EXCESIVA	EXCESIVA

6. RESULTADOS DE LAS DERIVAS INELASTICAS DE CADA MODELO ESTRUCTURAL

A) EDIFICIO N° 01

EDIFICIO N° 01 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION Y-Y			
PISO	SIN RIGIDIZAR	RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE	RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES
Story6	0.001335	0.001293	0.001316
Story5	0.001825	0.001813	0.001814
Story4	0.002430	0.002410	0.002413
Story3	0.002848	0.002816	0.002832
Story2	0.003105	0.002970	0.003016
Story1	0.003629	0.002619	0.003324

B) EDIFICIO N° 02

EDIFICIO N° 02 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	SIN RIGIDIZAR	RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE	RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES
Story5	0.002539	0.002440	0.002446
Story4	0.002498	0.002438	0.002471
Story3	0.003408	0.003255	0.003312
Story2	0.003737	0.003457	0.003473
Story1	0.004099	0.002629	0.003692

C) EDIFICIO N° 03

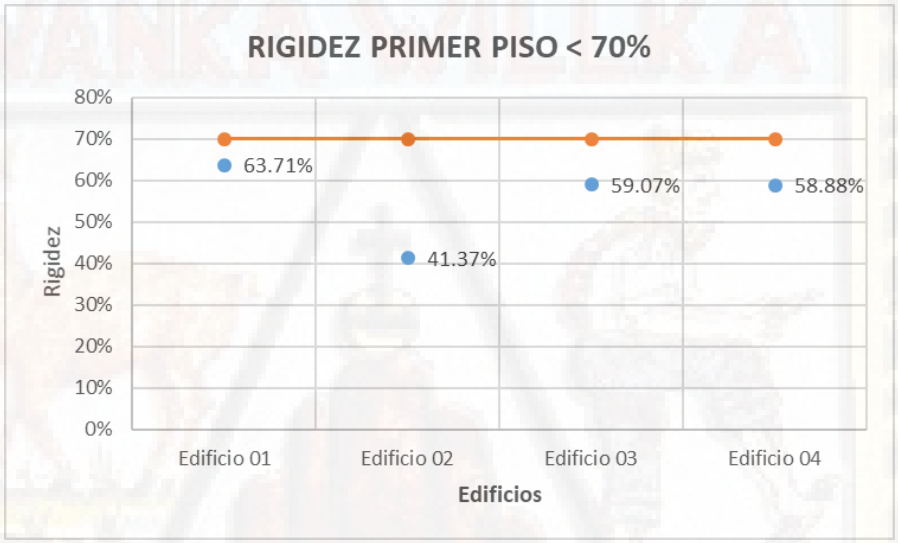
EDIFICIO N° 03 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	SIN RIGIDIZAR	RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE	RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES
Story7	0.003822	0.003918	0.003889
Story6	0.004859	0.004979	0.004945
Story5	0.005930	0.006086	0.006047
Story4	0.006657	0.006848	0.006803
Story3	0.004066	0.005674	0.004530
Story2	0.006736	0.005833	0.006613
Story1	0.002498	0.002178	0.002449

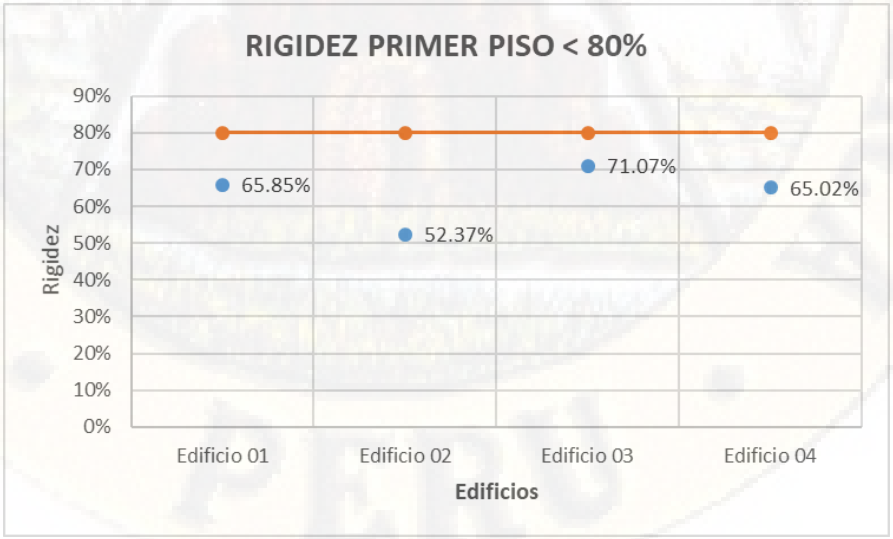
D) **EDIFICIO N° 04**

EDIFICIO N° 04 - DERIVAS INELASTICAS			
DIRECCION X-X			
PISO	**SIN RIGIDIZAR**	**RIGIDIZADO CON MUROS DE CORTE**	**RIGIDIZADO CON CRUCES DE SAN ANDRES**
Story4	0.001074	0.001310	0.001239
Story3	0.000675	0.003400	0.002538
Story2	0.004653	0.004503	0.004613
Story1	0.007977	0.004305	0.007387

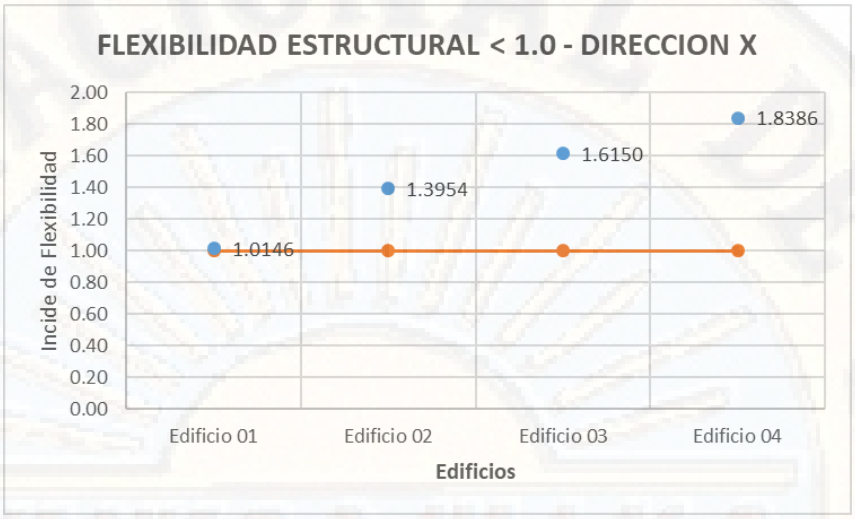
7. GRAFICOS DE RIGIDEZ, FLEXIBILIDAD, SOBREESFUERZO Y ESBELTEZ

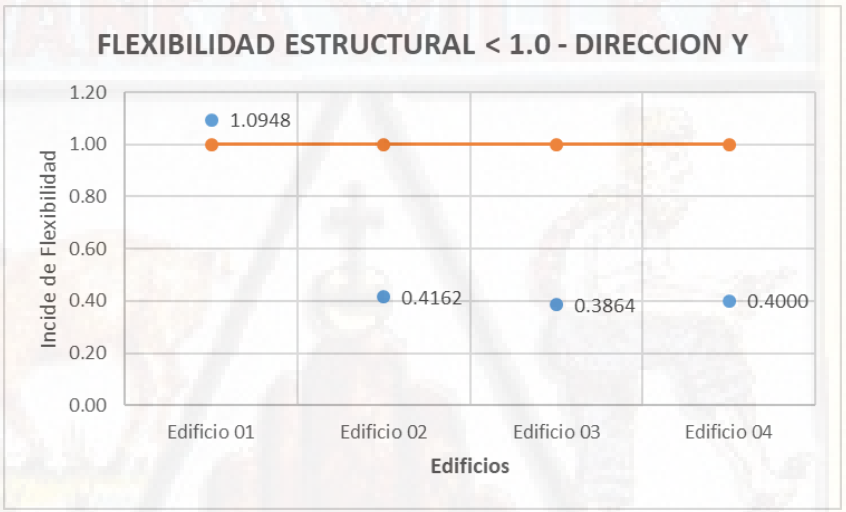
A) RIGIDEZ



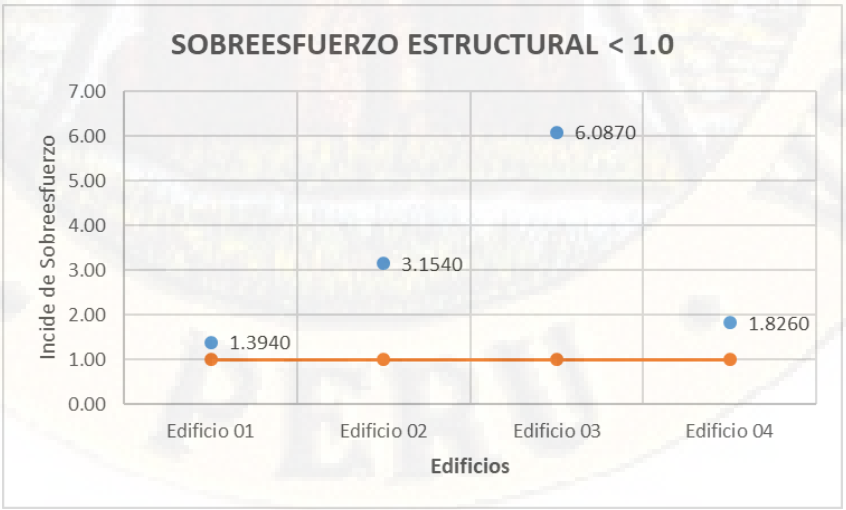


B) INDICE DE FLEXIBILIDAD

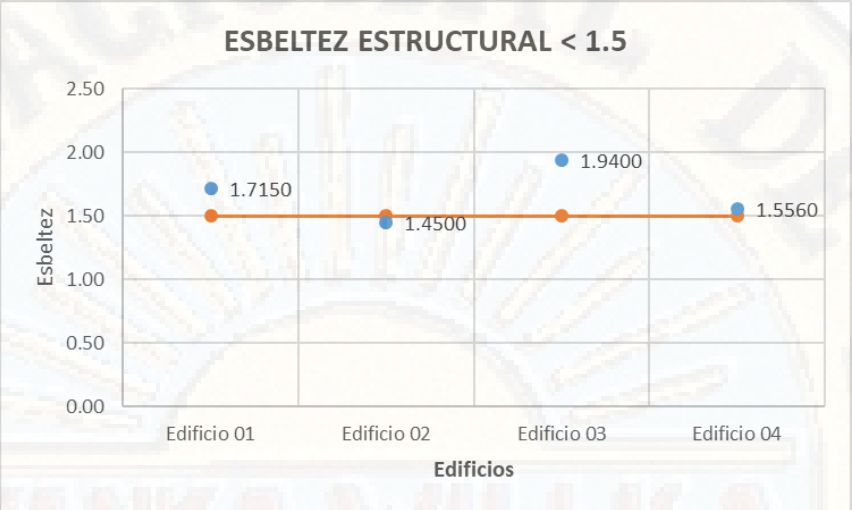




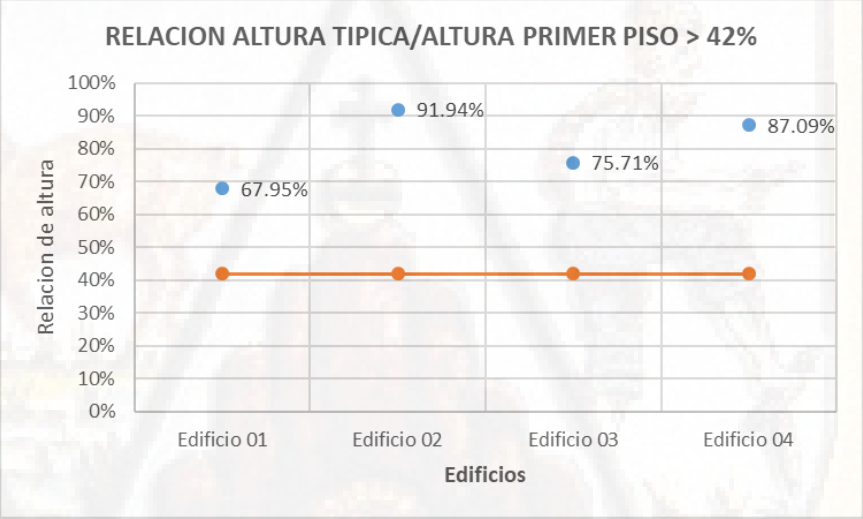
C) INDICE DE SOBREESFUERZO



D) ESBELTEZ ESTRUCTURAL

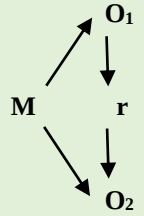


E) RELACION DE ALTURA



MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿De qué manera la irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada? **Problemas específicos:** **a.** ¿De qué manera las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada? **b.** ¿De qué manera el análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de	**Objetivo general** Estudiar la influencia de la irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada, enfocándose en el análisis sísmico dinámico de viviendas existentes. **Objetivos Específicos:** **a.** Estudiar la influencia de las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada. **b.** Determinar la influencia del análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de	**Antecedentes** **A. Internacional** • Tesis: SOLUCIÓN CON MUROS DE CORTE PARA EVITAR EFECTOS DE PISO SUAVE EN UNA EDIFICACIÓN, UTILIZANDO STAAD; Fuente: Universidad San Carlos De Guatemala, Facultad de Ingeniería; Autor: Miguel Benjamín Brito Velasco; Guatemala, Marzo del 2013. **B. Nacional** • Tesis: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE PISO BLANDO EN EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS APORTICADAS; Fuente: Universidad Nacional De Ingeniería,	**Hipótesis general** La irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada, se espera confirmar la influencia mediante análisis sísmico dinámico de viviendas existentes. **Hipótesis específicas:** **a.** Las características que intervienen en la configuración estructural de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada. **b.** El análisis y comportamiento sísmico dinámico de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.	**Identificación de Variables:** **a. Variable Independiente:** Irregularidad por piso blando. **Dimensiones:** 1. Estabilidad estructural 2. Rigideces lateral 3. Flexibilidad estructural **b. Variable Dependiente:** Estabilidad de edificaciones de albañilería confinada. **Dimensiones:** **1.** Características que intervienen en la configuración estructural **2.** Análisis sísmico dinámico. **3.** Comportamientos sísmico dinámico **4.** Uso de refuerzos estructurales.	**Tipo:** Aplicada **Nivel:** Explicativo **Diseño:** No Experimental, Transversal, Descriptivo y Correlacional  **Donde:** M = Muestra. O_1 = Irregularidad por piso blando O_2 = Estabilidad de edificios de albañilería confinada r = Relación **Población y Muestra:** **Población** Edificios de albañilería confinada categoría “C” Edificaciones Comunes

edificaciones de albañilería confinada? **c.** ¿De qué manera los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada? **d.** ¿De qué manera del uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada?	edificaciones de albañilería confinada. **c.** Determinar la influencia de los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada. **d.** Determinar la influencia del uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.	Facultad de Ingeniería Civil; Autor: Jorge Janampa Ochoa; Lima - Perú, 2016. • Tesis: ANÁLISIS DINÁMICO DE AISLADORES DE BASE ELASTOMÉRICOS COMO ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA EDIFICACIONES CON FALLAS POR PISO BLANDO; Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil; Autor: Jazmín Isabel Romero Urrunaga; Cajamarca, 2014. • Tesis: EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CALIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO SEGÚN LA NORMA E.030 Y PROPUESTA DE MODIFICACIÓN; Fuente: Pontificia Universidad Católica de Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería;	**c.** Los desplazamientos laterales de viviendas con irregularidad por piso blando influirán en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada. **d.** El uso de refuerzos estructurales en viviendas con irregularidad por piso blando influirá en la estabilidad de edificaciones de albañilería confinada.		ubicado en la ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica. **Muestra:** • Edificaciones de albañilería confinada de 3 a 5 niveles ubicado en la ciudad de Huancavelica, Provincia de Huancavelica. **Categoría C**: Vivienda, Oficinas y Hoteles. **Muestreo:** Para seleccionar la muestra se usó el tipo de muestreo no probabilístico, utilizando los siguientes. • Identificación e elección de las edificaciones según criterio. • Identificación de las características generales que causan la irregularidad de rigidez por piso blando, • Identificación de la categoría, número de pisos y uso funcional de las edificaciones. • Se consideran los Parámetros: norma técnica E.030 y E.070 las características de las edificaciones planteadas para el análisis sísmico dinámico. **Técnicas e Instrumentos:** • La observación directa e indirecta: Se registrará los

		Autor: Miguel Angel Schenone Cano; Lima, Febrero del 2011. **Marco Teórico Referencial** • Piso blando. • Irregularidad de rigidez por piso blando. • Factores que influyen en la irregularidad de rigidez por piso blando. • Soluciones al efecto piso blando. • Norma técnica E.070 Albañilería • Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente			desplazamientos y derivas de los edificios. • El análisis documental: Se realizará de forma analítica e interpretativa la información que está a nuestro alcance para extraer lo necesario. • Se seguirá las técnicas indicadas en la E.030 y E.070 de la Norma Técnica de Edificaciones. **Técnicas de Procesamiento de datos** • Estadísticos descriptivos o cuantitativos. • Presentación de datos. • Se seguirá las técnicas indicadas en la E.030 y E.070 de la Norma Técnica de Edificaciones. **Para el análisis e interpretación de datos** Se desarrollará a través de la aplicación de la estadística descriptiva (cuadros y gráficos estadísticos). Se desarrollará realizando la influencia de la irregularidad de rigidez piso blando según la norma técnica E.030 para el análisis dinámico del edificio de albañilería confinada.