

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD  
SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS  
DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR  
DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020**

**Para optar el Título Profesional de:**

Ingeniero Civil

**Autor:**

Bach. Torpoco Palomino, Onan Rosendo

**Asesor:**

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

**Línea de investigación institucional:**

Transporte y Urbanismo

**Huancayo – Perú**

**2024**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Presidente

---

Dr. Francisco Cyl Godiño Poma

Jurado

---

Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes

Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mis padres y hermanos quienes fueron parte importante de apoyo y motivación a lo largo de la elaboración de esta tesis. A los docentes que fueron participes de mi formación intelectual.

Bach. Torpoco Palomino, Onan Rosendo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis colegas y docentes por apoyarme en el proceso de elaboración de mi tesis. Agradezco a mi familia por darme apoyo moral y animo en las etapas de dificultad encontradas durante la investigación.

Bach. Torpoco Palomino, Onan Rosendo

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0034- FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente:

**Tesis**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

X

Titulado: " **ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020**

" Con la siguiente información:

Con autor(es) : **BACH. TORPOCO PALOMINO, ONAN ROSENDO**

Facultad : **INGENIERÍA**

Programa académico : **INGENIERIA CIVIL**

Asesor(a) : **ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

Fue analizado con fecha **21/09/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye bibliografía.**

**Excluye citas.**

**Excluye cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

X
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **21** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 02 de octubre de 2023.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>18</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Delimitación de la investigación .....	20
1.2.1. Delimitación espacial .....	20
1.2.2. Delimitación temporal .....	21
1.2.3. Delimitación conceptual .....	21
1.3. Formulación del problema .....	21
1.3.1. Problema general.....	21
1.3.2. Problemas específicos.....	21
1.4. Justificación .....	21
1.4.1. Justificación práctica o social.....	21
1.4.2. Justificación metodológica.....	22
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo general .....	22
1.5.2. Objetivos específicos .....	23
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>24</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	24
2.1.1. Antecedentes Nacionales .....	24
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	26
2.2. Bases teóricas o científicas .....	29
2.2.1. Vulnerabilidad sísmica .....	29
2.2.2. Análisis sísmico .....	33

2.2.3. Vulnerabilidad sísmica .....	40
2.2.4. Disipadores Sísmicos.....	41
2.2.5. Disipador SLB – Shear Link Bozzo .....	43
2.2.6. Muros desacoplados con disipadores SLB.....	50
2.3. Marco conceptual .....	55
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>57</b>
<b>HIPOTESIS .....</b>	<b>57</b>
3.1. Hipótesis .....	57
3.1.1. Hipótesis general .....	57
3.1.2. Hipótesis específica .....	57
3.2. Variables .....	57
3.2.1. Definición conceptual de las variables .....	57
3.2.2. Definición operacional de la variable .....	58
3.2.3. Operacionalización de variables.....	58
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>60</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>60</b>
4.1. Método de investigación.....	60
4.2. Tipo de investigación .....	60
4.3. Nivel de la investigación .....	61
4.4. Diseño de la investigación .....	61
4.5. Población y muestra .....	61
4.5.1. Población .....	61
4.5.2. Muestra.....	62
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	62
4.6.1. Técnicas .....	62
4.6.2. Instrumentos.....	62
4.6.3. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación .....	64
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	66
4.7.1. Caracterización de la edificación .....	66
4.7.2. Definición de dispositivos SLB.....	75
4.8. Aspectos éticos.....	81
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>83</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>83</b>
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	83
5.3. Descripción de resultados.....	84

5.2.1. Vulnerabilidad Sísmica .....	84
5.2.2. Objetivo específico 1.....	101
5.2.3. Objetivo específico 2.....	110
5.2.3. Objetivo específico 2 (Análisis de fuerza cortante) .....	116
5.4. Contrastación de Hipótesis .....	119
4.1.1. Hipótesis específico 01: Desplazamiento .....	120
4.1.2. Hipótesis específico 02: Derivas .....	122
4.1.3. Hipótesis específico 03: Fuerza cortante .....	124
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>128</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>128</b>
6.1. Vulnerabilidad sísmica - OBG.....	128
6.2. Desplazamientos OBS -1 .....	128
6.3. Derivas (OBS-3).....	129
6.4. Fuerzas cortantes (OBS-3).....	129
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>131</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>133</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>138</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>	<b>139</b>
<b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>142</b>
<b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....</b>	<b>146</b>
<b>Anexo N°05: Certificado de estudio de suelos .....</b>	<b>148</b>
<b>Anexo N°06: Confiabilidad y validez del instrumento .....</b>	<b>167</b>
<b>Anexo N°07: La data de procesamiento de datos .....</b>	<b>172</b>
<b>Anexo N°08: Planos arquitectónicos, estructurales y de cimentación .....</b>	<b>176</b>
<b>Anexo N°09: Fotografía de la aplicación del instrumento .....</b>	<b>195</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1. Fisuras presentadas en los encuentros entre muros del edificio de 10 pisos más un sótano ubicado en el Jirón Huánuco N° 350, en el distrito de Huancayo.....	19
Figura N° 2. Ubicación satelital del punto de análisis.....	20
Figura N° 3. Irregularidades de planta en edificaciones.....	37
Figura N° 4. Disipador sísmico.....	42
Figura N° 5. Dispositivo SLB.....	43
Figura N° 6. Disipadores SLB.....	44
Figura N° 7. Elemento de disipador SLB apoyado por los arriostres de acero.....	44
Figura N° 8. Movimiento relativo en los extremos del disipador SLB.....	45
Figura N° 9. Esquema de disipadores de los muros desacoplados.....	45
Figura N° 10. Comportamiento de un disipador SLB ante esfuerzos de corte.....	46
Figura N° 11. Comportamiento de un disipador SLB ante esfuerzos a flexión.....	46
Figura N° 12. Disipador SLB vista en 3D.....	47
Figura N° 13. Rigidez de marco y flexión de un disipador SLB.....	48
Figura N° 14. Histéresis bilineal del disipador SLB.....	48
Figura N° 15. Reacción cíclica de los disipadores SLB en el ETABS.....	49
Figura N° 16. Posibles posiciones de ubicación de los elementos SLB.....	50
Figura N° 17. Muro desacoplado con disipadores SLB.....	51
Figura N° 18. Componentes de funcionamiento del disipador SLB.....	52
Figura N° 19. Modelo físico del conjunto muro-disipador SLB.....	52
Figura N° 20. Sistema flexible, sistema rígido, sistema rígido-flexible-dúctil.....	54
Figura N° 21. Fichas de recolección de datos.....	63
Figura N° 22. Edificación de 10 niveles (vista frontal) ubicado en el Jr. Huánuco N°350, Huancayo.....	66
Figura N° 23. Edificación de 10 niveles (vista lateral) ubicado en el Jr. Huánuco N°350, Huancayo.....	67
Figura N° 24. Ubicación del proyecto.....	68
Figura N° 25. Espectro inelástico de pseudo aceleración.....	72
Figura N° 26. Dispositivo SLB frame.....	75

Figura N° 27. Planta del sotano.....	76
Figura N° 28. Planta del 1er piso .....	76
Figura N° 29. Planta del segundo piso .....	77
Figura N° 30. Planta del 3er piso – 10mo piso .....	77
Figura N° 31. Modelo 3D de la edificación.....	78
Figura N° 32. Espectro de pseudo aceleración .....	79
Figura N° 33. Asignación de amortiguador tipo SLB2 20-2 .....	80
Figura N° 34. Elementos SLB asignados en todos los niveles de la edificación.....	80
Figura N° 35. Muros desacoplados con implementación de disipadores SLB .....	81
Figura N° 36. Organización del sistema resistente .....	84
Figura N° 37. Calidad del sistema resistente .....	85
Figura N° 38. Modelamiento en ETABS.....	87
Figura N° 39. Configuración en planta.....	93
Figura N° 40. Configuración en planta de la estructura .....	94
Figura N° 41. Irregularidad en elevación .....	94
Figura N° 42. Tipo de Cubierta en la edificación. ....	96
Figura N° 43. Elementos no estructurales mal conectado a la estructura.....	97
Figura N° 44. Parapetos que se pueden desplomar .....	97
Figura N° 45. Desplazamiento general sin SBL .....	101
Figura N° 46. Desplazamiento eje X-X max= 13.40 cm.....	102
Figura N° 47. Desplazamiento max eje Y-Y= 27.35 cm.....	103
Figura N° 48. Fuerzas cortantes para el prediseño de disipadores SLB.....	105
Figura N° 49. Selección de la Fuerza Cortante para los disipadores SLB .....	105
Figura N° 50. Incorporación de disipadores SLB en el eje Y-Y de la edificación .....	108
Figura N° 51. Desplazamiento general con SLB. ....	108
Figura N° 52. Desplazamiento max eje X-X = 3.20 cm con SLB .....	109
Figura N° 53. Desplazamiento max eje Y-Y = 14.27 cm con SLB .....	109
Figura N° 54. Deriva X-X=0.0065 sin SLB .....	111
Figura N° 55. Deriva Y-Y=0.0122 sin SBL .....	111
Figura N° 56. Deriva max X-X=0.0063 con SLB.....	113
Figura N° 57. Deriva max eje Y-Y = 0.0057 con SLB .....	113
Figura N° 58. Simulación de la deriva eje X-X .....	115
Figura N° 59. Simulación de deriva eje Y-Y .....	115

Figura N° 60. Fuerza cortante eje X-X sin SBL .....	116
Figura N° 61. Fuerza cortante eje Y-Y sin SLB .....	116
Figura N° 62. Fuerza cortante eje X-X con SLB .....	118
Figura N° 63. Fuerza cortante eje Y-Y con SLB .....	118
Figura N° 64. Resultados de la prueba de normalidad .....	120
Figura N° 65. Estadísticas de grupo. ....	121
Figura N° 66. Prueba de Levene y T student. ....	122
Figura N° 67. Resultados de la prueba de normalidad .....	123
Figura N° 68. Resultados de la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney .....	124
Figura N° 69. Resultados de la prueba de normalidad .....	125
Figura N° 70. Estadísticas de grupo. ....	126
Figura N° 71. Prueba de Levene y T student. ....	127

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Escala numérica del IV (Índice de vulnerabilidad) para estructuras de hormigón armado .....	33
<b>Tabla 2.</b> Organización del sistema resistente .....	34
<b>Tabla 3.</b> Análisis de calidad del sistema resistente.....	34
<b>Tabla 4.</b> Resistencia convencional .....	35
<b>Tabla 5.</b> Análisis de posición de la edificación y cimentación .....	35
<b>Tabla 6.</b> Análisis de diafragmas horizontales .....	36
<b>Tabla 7.</b> Configuración en planta de la estructura.....	36
<b>Tabla 8.</b> Configuración de la elevación .....	38
<b>Tabla 9.</b> Distancia máxima entre columnas o muros.....	38
<b>Tabla 10.</b> Tipos de cubierta.....	38
<b>Tabla 11.</b> Elemento no estructural.....	39
<b>Tabla 12.</b> Estado de conservación .....	39
<b>Tabla 13.</b> Rango de valores del índice de vulnerabilidad .....	40
<b>Tabla 14.</b> Operacionalización de variables .....	59
<b>Tabla 15.</b> Rangos y Magnitudes de validez .....	64
<b>Tabla 16.</b> Evaluación de expertos.....	64
<b>Tabla 17.</b> Rangos y Magnitudes de validez .....	65
<b>Tabla 18.</b> Datos que caracterizan a la edificación .....	68
<b>Tabla 19.</b> Resultados de los ensayos .....	69
<b>Tabla 20.</b> Factor de suelo “S” .....	70
<b>Tabla 21.</b> Periodos “Tp y TL” .....	70
<b>Tabla 22.</b> Fuerza cortante.....	71
<b>Tabla 23.</b> Cargas mínimas repartidas .....	73
<b>Tabla 24.</b> Características de los elementos .....	73
<b>Tabla 25.</b> Cargas aplicadas por piso .....	74
<b>Tabla 26.</b> Combinación de cargas para un sistema dinámico .....	74
<b>Tabla 27.</b> Desplazamiento axial relativo admisible.....	75
<b>Tabla 28.</b> Organización del sistema resistente .....	84
<b>Tabla 29.</b> Análisis de calidad del sistema resistente.....	85
<b>Tabla 30.</b> Factor de suelo “S” .....	86

<b>Tabla 31.</b> Periodos “Tp y TL” .....	86
<b>Tabla 32.</b> Cargas aplicadas por piso .....	87
<b>Tabla 33.</b> Fuerza cortante.....	88
<b>Tabla 34.</b> Resistencia convencional.....	89
<b>Tabla 35.</b> Puntos de estudio de acuerdo con el área techada .....	89
<b>Tabla 36.</b> Características de la calicata.....	90
<b>Tabla 37.</b> Descripción de ensayos .....	90
<b>Tabla 38.</b> Resultados de los ensayos .....	91
<b>Tabla 39.</b> Características y ensayos químicos.....	91
<b>Tabla 40.</b> Análisis de posición de la edificación y cimentación .....	92
<b>Tabla 41.</b> Análisis de diafragmas horizontales.....	92
<b>Tabla 42.</b> Configuración de la elevación .....	95
<b>Tabla 43.</b> Distancia máxima entre columnas o muros.....	95
<b>Tabla 44.</b> Elemento no estructural.....	98
<b>Tabla 45.</b> Estado de conservación .....	99
<b>Tabla 46.</b> Rango de valores del índice de vulnerabilidad.....	99
<b>Tabla 47.</b> Resultados del índice de vulnerabilidad.....	100
<b>Tabla 48.</b> Valores de desplazamiento en cada nivel de la estructura convencional .....	104
<b>Tabla 49.</b> Características de los elementos SLB. Acero ASTM A36 ( $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	106
<b>Tabla 50.</b> Valores de desplazamiento con la implementación de los disipadores SLB.....	110
<b>Tabla 51.</b> Derivas en los niveles de la edificación sin SBL.....	112
<b>Tabla 52.</b> Resultados de los valores de derivas de entre piso de la edificación con dispositivo SLB .....	114
<b>Tabla 53.</b> Cortante eje X-X y Y-Y sin SLB.....	117
<b>Tabla 54.</b> Resultados de las cortantes de la edificación con implementación de dispositivo SLB.....	119

## RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Cuáles son los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?. El objetivo general es: Analizar los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. El método de la investigación es científico, de tipo de investigación aplicada, de nivel descriptivo y un diseño de investigación no experimental. La vulnerabilidad sísmica disminuye en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Como resultado se identificó que la edificación sin dispositivos SLB presenta una vulnerabilidad media con un  $IV=21.59$ , en el parámetro de organización del sistema resistente, la calidad del sistema resistente y distancia máxima entre columnas obtuvo una mejor calificación, pues fue construido luego del año 1997. Al realizar un análisis detallado con el programa ETABS se identificó que en la estructura patrón las derivas en el eje Y-Y no cumplen con las solicitaciones y se planteó la implementación de disipadores SLB en este eje. Al implementar dispositivos SLB se identificó que el total de niveles cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en concreto armado (E.030 Diseño sismorresistente) mostrando Der. máx. X-X= 0.0063 en el 5to piso, Der. máx. Y-Y= 0.0057 en el 4to piso. Mostrando que el uso de dispositivos SLB reducen la vulnerabilidad de la edificación. Se sugiere a las autoridades de la MPH evaluar el índice de vulnerabilidad estructural en edificaciones de más de 7 niveles que son empleados como viviendas multifamiliares y centros de comercio, así evitar futuras pérdidas, de esta forma promover este tipo de investigación.

**PALABRAS CLAVES:** Edificaciones, muros, disipadores, vulnerabilidad.

## ABSTRACT

In this thesis, the general problem was posed: What are the results of seismic vulnerability in buildings with decoupled walls when implementing SLB heatsinks, Huancayo 2020? The general objective is: Analyze the results of seismic vulnerability in buildings with decoupled walls when implementing SLB dissipators, Huancayo 2020. The research method is scientific, applied research type, descriptive level and a non-experimental research design. Seismic vulnerability decreases in buildings with decoupled walls when implementing SLB dissipators, Huancayo 2020. As a result, it is identified that a building without SLB devices has a medium vulnerability as it is within an interval ( $20 \leq IV < 40$ ), resulting in an  $IV=21,590$ , in the parameter of organization of the resistant system, quality of the resistant system and maximum distance between columns, obtained a better rating, since it was built after 1997. When carrying out a detailed analysis with the ETABS program, it is identified that drifts in the pattern structure in the Y-Y axis does not comply with the requests, the implementation of SLB heatsinks in this axis was proposed. When implementing SLB devices, it was identified that the total levels meet the maximum distortion limits of 0.007 in the concrete reinforcement (E.030 Earthquake Resistant Design) showing Der. max X-X= 0.0063 in the 5th floor, Der. max Y-Y= 0.0057 in the 4th floor. Showing that the use of SLB devices reduces the vulnerability of the building. It is suggested that the MPH authorities evaluate the structural vulnerability index in buildings with more than 7 levels that are used as multi-family housing and shopping centers and avoid future losses, thus promoting this type of research.

**KEY WORDS:** Buildings, walls, sinks, vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020”, nace de la problemática ocasionada por la exposición de vulnerabilidad de la población ante eventos sísmicos, relacionada directamente con el estado físico de la edificación que habitan, incrementando el riesgo si este se encuentra en un mal estado. Un caso usual en las edificaciones de la ciudad de Huancayo. El conjunto de departamentos ubicado en el Jirón Huánuco N°350.

Al identificar que durante los últimos 20 años el efecto de vulnerabilidad ante eventos naturales muestra que al menos 125 millones de personas fueron afectadas por eventos sísmicos resaltando que este tipo de daños fueron los más graves, la comunidad mundial busca intensificar acciones que reduzcan los efectos negativos” causados por eventos sísmicos como lo ocurrido en la ciudad de “México en el 2017 que trajo en consecuencia el colapso de 50 edificaciones, además una gran cantidad de edificaciones con daños severos junto a pérdidas humanas.

La vulnerabilidad sísmica de la estructura en estudio ante fenómenos sísmicos amenazantes, se plantea como alternativa de solución, el uso de muros desacoplados implementando disipadores SLB, buscando reducir la vulnerabilidad sísmica de la edificación. Se realizó un análisis previo aplicando el método italiano (Benedetti-Petrini) para determinar la vulnerabilidad sísmica que presenta la edificación, asimismo para obtener una vulnerabilidad más detallada, se analizó el edificio convencional y el mismo edificio con muros desacoplados implementando disipadores SLB aplicando el análisis en el programa Etabs.

Se tienen como **objetivo**: Analizar los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Y se empleó la **metodología**: el método científico, es de tipo aplicado, de nivel descriptivo, diseño no experimental.

La investigación para su mayor conocimiento consiste en cinco capítulos, analizados y distribuidos del siguiente modo:

**Capítulo I.-** Esta sección muestra el planteamiento de la realidad problemática, planteamiento de los problemas, objetivos, justificación y limitaciones del problema.

**Capítulo II.-** En este caso se presentan antecedentes nacionales e internacionales y el marco teórico.

**Capítulo III.-** En esta sección se muestra las hipótesis planteadas, la definición y operacionalización de las variables.

**Capítulo IV.-** En este caso se muestra la metodología empleada, el procesamiento de la información, técnicas e instrumentos empleados en la investigación.

**Capítulo V.-** Análisis de los resultados obtenidos con relación a los objetivos de vulnerabilidad sísmica.

**Capítulo VI. -** En este acápite se muestra una discusión de los resultados de la investigación con relación a los antecedentes de investigaciones de similar objetivo, conclusiones, recomendaciones y anexos.

Bach. Torpoco Palomino, Onan Rosendo

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional se vienen realizando investigaciones a partir de la implementación de sistemas de control de respuestas sísmicas en edificaciones en los que estarán gran cantidad de habitantes, asegurando así la calidad de la edificación evitando pérdidas económicas de la construcción, esto para asegurar el adecuado trabajo en las estructuras ante eventos sísmicos. De acuerdo a la (UNDRR, 2019), “durante los últimos 20 años el efecto de vulnerabilidad ante eventos naturales muestra que al menos 125 millones de personas fueron afectadas por eventos sísmicos resaltando que este tipo de daños fueron los más graves, la comunidad mundial busca intensificar acciones que reduzcan los efectos negativos” causados por eventos sísmicos como lo ocurrido en la ciudad de “México en el 2017 que trajo en consecuencia el colapso de 50 edificaciones, además una gran cantidad de edificaciones con daños severos junto a pérdidas humanas” (Rodríguez, 2020).

A nivel nacional el Perú es considerado uno de los países con mayor potencial sísmico por formar parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, un área en el que se libera aproximadamente el 85% de energía acumulada de la actividad sísmica del manto. De acuerdo con los registros sísmicos del IGP durante los últimos 60 años sostienen que no hay una sola área urbana en el que no se haya visto afectada por un evento sísmico de variada intensidad alcanzando incluso magnitudes de hasta M8.5, provocando así daños

en edificaciones del área urbana en las que se encuentra incluida la Región Junín (Tavera, 2019).

A nivel local en la ciudad de Huancayo, la implementación del sistema de protección sísmica las que buscan reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones está limitada a causa de una falta de conocimiento con respecto al tema. Por otra parte son cada vez más comunes las obras de gran envergadura como la construcción del edificio Innova II de 62 m, el edificio Montecarlo de 66 m culminada en el 2018 y la Torre Galena con 72 m de altura concluido en el 2019, volviéndose necesario plantear estructuras más seguras ante un evento sísmico o es necesario aun implementar un sistema de seguridad como los disipadores tipo SLB para garantizar la ductilidad de la estructura o tal vez estas estructuras no representan alguna vulnerabilidad ante un sismo.

En la edificación de 10 pisos más un sótano ubicado en el Jirón Huánuco N°350, muestra fragilidad en algunos elementos, fisuras en elementos portantes y no portantes los que representa una amenaza o la posibilidad de sufrir daños al reducirse la capacidad de resistir ante un eventual fenómeno sísmico.



**Figura N° 1.** Fisuras presentadas en los encuentros entre muros del edificio de 10 pisos más un sótano ubicado en el Jirón Huánuco N° 350, en el distrito de Huancayo.

**Nota:** Propia

Para dar solución al efecto de vulnerabilidad sísmica de la estructura en estudio ante fenómenos sísmicos amenazantes, se plantea como alternativa de solución, el uso de muros desacoplados implementando disipadores SLB, buscando reducir la vulnerabilidad sísmica de la edificación. Se realizó un análisis previo aplicando el método italiano (Benedetti-Petrini) para determinar la vulnerabilidad sísmica que presenta la edificación, asimismo para obtener una vulnerabilidad más detallada, se analizó el edificio convencional y el mismo edificio con muros desacoplados implementando disipadores SLB aplicando el análisis en el programa Etabs. Los disipadores SLB ayudan a mejorar la respuesta sísmica de la estructura en comparación al sistema convencional. De esta forma se busca incentivar el uso de elementos de control de respuesta sísmica (Disipadores SLB) asegurando la calidad de vida de las personas.

## 1.2. Delimitación de la investigación

### 1.2.1. Delimitación espacial

La investigación fue realizada en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín, siendo la ubicación del edificio en el Jirón Huánuco N°350.



**Figura N° 2.** Ubicación satelital del punto de análisis  
**Nota:** Tomada de “Google Maps 2020”.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La tesis fue desarrollada dentro del mes de setiembre del 2021 al mes de octubre del 2022.

### **1.2.3. Delimitación conceptual**

El tema de investigación estará dirigido por la vulnerabilidad sísmica, para lo cual se evaluará la vulnerabilidad sísmica en una edificación y la misma edificación con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020, lo cual será trabajado con el diseño no experimental y desde un nivel descriptivo.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuánto varía el desplazamiento en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?
- b) ¿En qué medida cambian las derivas en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?
- c) ¿Cómo varía la fuerza cortante en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?

## **1.4. Justificación**

La justificación de la investigación pretende evaluar el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

### **1.4.1. Justificación práctica o social**

En palabras de Fernández (2020), la investigación muestra relevancia social en caso de lograr resolver problemas reales, al emplear técnicas para mejorar la calidad de vida de las personas.

La investigación tiene un carácter práctico, al realizar el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una estructura y luego de la misma estructura con muros desacoplados con la implementación de disipadores SLB, mostrando así una mejora en el comportamiento estructural. De esta forma se está dando solución a problemas de vulnerabilidad, ampliando el uso de disipadores SLB en muros desacoplados en edificaciones, reduciendo así el riesgo provocado por fallas estructurales por un evento sísmico y mejorando la calidad de vida de los habitantes.

#### **1.4.2. Justificación teórica**

En las palabras de Méndez (2020), una tesis se justifica teóricamente cuyo propósito de estudio llega a generar reflexión en base a un debate académico, llegando a contrastar así los resultados en base a conocimientos existentes.

Esta investigación se ha realizado con el fin de reducir las brechas entre el uso de nuevos métodos de reducción de la vulnerabilidad en edificaciones en la ciudad de Huancayo, sustentado en el RNE E.030 “Diseño sismorresistente”, justificando así la importancia de la tesis desde un punto teórico.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

De acuerdo con Bernal, Blanco y Villalpando (2010), una tesis se llega a justificar metodológicamente al proponer nuevas metodologías y estrategias para la obtención de conocimientos válidos y confiables.

El presente estudio propone una nueva técnica para asegurar un buen desempeño de edificaciones con muros desacoplados y la implementación de disipadores SLB, al realizar esta investigación se busca generar información válida que ayuda a confirmar los planteamientos inicialmente realizados, considerando así que la información desarrollada servirá como base para nuevas investigaciones relacionadas al tema.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar cómo varía el desplazamiento en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- b) Evaluar el cambio de las derivas en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- c) Determinar la fuerza cortante en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Aguilar y Mudarra (2018) presentaron la tesis de pregrado **titulado:** “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo-2018”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la vulnerabilidad sísmica en base al índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo, 2018, aplicando una **metodología:** Se realizó desde un enfoque cuantitativo, obteniendo como **resultado:** Se determinó la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Liceo Trujillo, con un análisis del método de índice de vulnerabilidad, en los pabellones (A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7 y A8) en un 75% de pabellones antiguos la vulnerabilidad sísmica es alta; un 25% en los pabellones modernos (B1, B2 y B3) la vulnerabilidad es media – baja, y finalmente **concluyo:** Afirmando que aquellos bloques de una mayor antigüedad presentan una vulnerabilidad alta – media y aquellos bloques de una menor antigüedad presentan una vulnerabilidad baja – media.

Enciso (2019), presentó su investigación de pregrado titulado: “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo”,

planteando como objetivo general: Determinar la variación del diseño sísmico de una estructura al plantear muros continuos y otra estructura de que son colapsables con el uso de disipadores SLB, aplicando una metodología: Científica, desde un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación es descriptiva y el diseño de investigación fue no experimental, logró resultados: En los que identificó que las estructuras con el uso de muros continuos presenta una mayor rigidez axial en comparación de las estructuras con muros desacoplados logrando así derivas inferiores en 28.38% y 24.69%, desplazamiento de techo inferior en 26.52% y 23.03%, la cortante basal superior en 28.45% y 24.14%, el periodo inferior es de 30.08% y 23.54% y la torsión es superior en 1.96% y 1.45% correspondientes al eje X y al eje Y respectivamente, concluyo así: Mencionando que hay una variación en la vulnerabilidad con una modificación de la cantidad de acero incrementando la resistencia de la edificación en las columnas y las vigas en 50.01% y 3.20% respectivamente mostrando una reducción de 39.78% en muros.

Ley (2019), menciona en su tesis de pregrado titulado: “Reforzamiento estructural de un edificio aporricado de concreto armado de cinco niveles mediante el uso de disipadores de energía metálicos (SLB) en el distrito de Comas - Lima 2018”, el cual fija como objetivo general: Realizar un análisis del comportamiento de una edificación al emplear disipadores SLB evitando así casos de colapso, empleó una metodología: Aplicada, con un diseño no experimental-transversal, obtuvo como resultado: De un análisis estructural con uso de dispositivos SLB, muestra claramente un aumento en la ductilidad del sistema y una mayor capacidad de disipación sísmica tomada los dichos elementos reduciendo los esfuerzos en los elementos estructurales, localizando así una mayor demanda de fuerza cortante al reducir la vulnerabilidad sísmica, es así que concluyó: Afirma que los dispositivos SLB cuales fueron diseñados para la reducción del nivel de vulnerabilidad logra mostrar resultados adecuados al emplear en edificaciones pues mejora el comportamiento de una edificación ante eventos sísmicos.

Tapia (2020), menciona en su investigación de pregrado titulada: “Análisis comparativo del comportamiento sísmico de un edificio con reforzamiento

convencional y reforzamiento con disipadores Shear”, el cual fijó como objetivo general: Realizar un análisis diferencial del comportamiento de una edificación al implementar dispositivos SLB en la Ciudad de Juliaca, empleando la metodología: de tipo aplicada, con un diseño de investigación no experimental, obteniendo como resultado: Las derivas logran valores de 0.0068 en los muros de corte y de 0.0065 con el uso de disipadores SLB mostrando una diferencia de 4.61%; la aceleración en el centro de masa es de 23.33m/s<sup>2</sup> en los muros de corte y de 23.25m/s<sup>2</sup> con el uso de los disipadores SLB logrando una variación de 0.34%; la energía disipada es de 344.09Ton-m en los muros de corte representando la energía total de la estructura y la energía que logra disipar la estructura con muros desacoplados es de 195.31Ton-m, concluyó así: Que los sistemas propuestos en la construcción a partir de muros de corte reforzados y el uso de muros desacoplados con disipadores SLB cumplen con los parámetros mínimos permitidos por las normas, pero al implementar muros desacoplados se llega a mejores resultados ante eventos sísmicos.

Peralta (2021), menciona en su tesis titulada: “Respuesta sísmica con la implementación de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos SLB en el edificio San Borja AMP, Lima – 2020”, el cual fijó como objetivo general: Evaluar el predominio en la respuesta sísmica con el uso de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos SLB, como elemento aplicativo en el edificio San Borja AMP, lima - 2020, el investigado usó una metodología: De tipo aplicada, con el método de análisis que es estadística descriptiva, obteniendo como resultado: Mostró una reducción de distorsiones máximas de entrepisos, logrando valores de 32% al 45%; en cuanto al momentos flector, se identificó una reducción de entre el 46% al 49%; mientras que, en el caso de las fuerzas cortantes se redujeron en 54% en ambos casos, es así que concluyó: Que la estructura con el uso de amortiguadores de fluido viscoso logra disipar más energía sísmica en comparación de los disipadores metálicos SLB.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Loor y Mendoza (2019), presentó la tesis de grado titulado: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la facultad de informática de la universidad Laica

Eloy Alfaro de Manabí”, el cual fija como objetivo general: Evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de la universidad aplicando la metodología FEMA y la norma ASCE/SEI 41-13, aplicando una metodología: Con una investigación de campo, cuali-cuantitativo como resultado: Para el desplazamiento el valor drift en  $X=0.00986$  y  $y=0.001075$  que tiene una inelástica menor al 2%, las fuerzas axiales se empleó el Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN 5 2011. Mostró una vulnerabilidad media en los pabellones, al tener una distorsión de entre piso dentro del rango de la norma, los esfuerzos axiales y de cortante son soportadas por los elementos estructurales en la edificación pero en algunas secciones se presentaron casos de posibles fallas, es así que concluyó: al aplicar el método FEMA P-154 la edificación presenta irregularidad en planta, la evaluación calculada mediante el análisis estructural lineal dio como resultado que el edificio presenta torsión en planta debido a la acción sísmica en dirección Y, lo que indica que la estructura es vulnerable ante un evento sísmico y necesita un reforzamiento estructural.

Miranda (2021), presenta su investigación titulada: “Análisis de vulnerabilidad sísmica con la medición de vibraciones y reforzamiento dinámico del edificio de la facultad de contabilidad y auditoría bloque 2 de la universidad técnica de Ambato”, el objetivo general: Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica mediante la medición de vibraciones del edificio de la Facultad de Contabilidad y Auditoría Bloque 2 de la Universidad Técnica de Ambato, aplicando una metodología: investigación aplicada y exploratoria obteniendo como resultado: Para un desplazamiento de 4.78 cm, la rótula plástica en ocupación, considera un desplazamiento de 7.29 cm con una formación de 32 rótulas en ocupación inmediata y de 21 rótulas en seguridad, fuerza cortante de 497.16Ton, mientras que su punto último es de 9.41cm y 595.56Ton y finalmente concluyó: que con muros de corte los porcentajes de acero en vigas disminuyeron considerablemente a 11.7 cm<sup>2</sup>, siendo evidente que el efecto de torsión y altas derivas exigía a la edificación mayores cuantías de acero.

Ramírez (2018), investigador de pregrado presenta su tesis titulada: “Uso de disipadores de energía para controlar torsión en planta y mejorar la redundancia estructural, ejemplo de aplicación bloques 4 y 5 del centro de investigaciones de

la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”, fijó como objetivo general: Análisis del uso de disipadores de energía para el control de esfuerzos de torsión y fuerzas de corte dentro de los bloques 4 y 5 del nuevo Centro de Investigaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas, empleo una metodología: De tipo aplicada, el diseño de investigación es experimental-longitudinal, es así que el nivel de investigación es aplicada al plantear una solución a un problema, logrando resultados: Al emplear dispositivos de disipadores de energía logra una distribución de cargas de la estructura, al realizar un análisis del pórtico en las estructuras con el uso de disipadores, en la C1 la fuerza axial muestra una reducción de 31.44%, la cortante disminuye en 2.18 veces y el momento es de 23.11%, en caso de la columna del pórtico sin disipadores llega a reducir en 47.33% la fuerza axial, además la fuerza cortante es de 17.26% y 20.09% de los valores de momentos, y finalmente concluyó: Afirmando que al incorporar el uso de disipadores sísmicos con TADAS y SLB muestra una mejora del comportamiento sísmico en la estructura, al emplear disipadores de energía hysteréticos el cual rigidiza el sistema estructural.

Mena (2019), en su investigación titulada: “Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB”, el cual fija como objetivo general: Realizar un estudio del comportamiento de la estructura al emplear los disipadores sísmicos S.L.B, al emplear las normativas técnicas NEC 15, AISC-360-10 y ASCE 7-10, empleó la metodología: de tipo aplicada, de nivel descriptivo y un diseño no experimental al analizar el diseño sismorresistente, obteniendo como resultado: Al realizar un análisis de la estructura logró una deriva máxima de 1.94 % siendo así que llega a estar muy cercano a los límites de deriva máxima según lo indicado en la norma NEC – SE – DS - Peligro Sísmico, el cual tiene un valor de 2% máximo, y finalmente concluyó: Con el uso de los disipadores SLB mostro que la deriva máxima inelástica identificada es de 0.77%, el cual rebela una disminución en el desplazamiento de todo los niveles de la edificación.

Martinez (2022), muestra en su tesis de pregrado titulado: “Evaluación de la vulnerabilidad estructural, mediante el análisis estático no lineal, a la I.E. 14011 Nuestra Señora del Pilar, distrito 26 de Octubre-2021”, el cual fijó como objetivo

general: Realizar un análisis estructural de la I.E. 14011 Nuestra señora del Pilar, empleando el análisis Pushover, empleó una metodología: Científica, la investigación es de tipo aplicada, con un nivel de investigación descriptivo con un diseño experimental, obtuvo como resultado: Los desplazamientos laterales máximos que se identificaron en la estructura es de 2.5 cm, es así que las derivas máximas que se obtuvieron en la dirección X-X llegan a ser menores a los 0.007 y en tanto en la dirección Y-Y las derivas máximas se identificaron como menores a 0.005, en tanto al realizar un análisis Pushover con una imposición de los cuatro niveles de sismo en la estructura se identificó que la vulnerabilidad en la edificación es baja ante casos de sismo frecuente, y finalmente concluyó: Mencionando que al realizar un análisis sísmico empleando la metodología de VISION 2000, la edificación se encuentra en un nivel operacional para un sismo ocasional.

## **2.2. Bases teóricas o científicas**

### **2.2.1. Vulnerabilidad sísmica**

El autor Santos (2019), menciona que la vulnerabilidad sísmica se define por aquella suficiencia de resistencia de una construcción debido al eventual acontecimiento de una actividad sísmica. Por lo que es debido al daño que ocasiona un sismo a la estructura, se logra evaluar el nivel de vulnerabilidad que existe. De la misma manera, la vulnerabilidad sísmica que se analiza de forma independiente del peligro, en pocas palabras se entiende, que una construcción es vulnerable sin llegar a estar en peligro en la que es necesario que depende de la ubicación de la edificación. Por lo que se menciona a continuación que la vulnerabilidad sísmica de una edificación se logra presentar de diferentes formas.

Según Mesta Cornetero, (2014), “la vulnerabilidad sísmica de una estructura, es aquel fenómeno en la que no es único en las zonas que presentan actividad sísmica elevadas, en algunas zonas de sismicidad que es módica o poca, por lo que el acontecimiento del sismo logra desarrollar daños en algunos materiales que se consideran, fundamentalmente en algunas estructuras que son antiguas y en algunos que llegan a ser construidos sin tener en cuenta una norma sismorresistente”. Algunas de las líneas de investigación en la actualidad que indican sobre la vulnerabilidad sísmica presenta en principal el estudio del

comportamiento sísmico de las edificaciones, debido a la realización de tener algunas técnicas de evaluación estructural y a los métodos experimentales que logran tener en cuenta algunas propiedades mecánicas de las estructuras realizadas, también para la mejora de algunas normas de diseño sismorresistente empleado como lineamiento en la construcción de edificaciones. Pero, a pesar de ello los avances, que ocasiona enormes desastres son provocadas por los terremotos, a causa del colapso de las estructuras. Algunas razones logran ser que las técnicas de evaluación o las normas sismorresistentes no llegan a ser ampliamente activas para disminuir el daño en las edificaciones, o que los programas de modelación de peligro sísmico no llegan a ser utilizados de una manera adecuada, tal es el caso en la que se presenten. En algunos programas de realización o programas de modelación sísmica consideran tener en cuenta las mediciones correctas en algunas zonas donde existe vulnerabilidad sísmica elevada. Es por ello que se requiere que la metodología escogida para analizar “la calidad estructural o vulnerabilidad sísmicas de las edificaciones ayude con respecto a los objetivos realizados por el estudio. Estas metodologías se caracterizan por ser demasiado costosos por lo que son varias situaciones no considerables. Por lo que es recomendable aplicar metodologías que no se lleguen a tener en cuenta en ninguno de los extremos, llegando a las ventajas de cada uno de ellos, es por ello que de tal forma se logre determinar los estudios de vulnerabilidad en el exterior de las zonas urbanas, adecuadas y confiables” (Santos, 2019).

#### **a. Vulnerabilidad estructural**

“Se define como aquel nivel de vulnerabilidad de algunos materiales estructurales tales como elementos de cimentación, muros portantes, vigas, columnas y losas las que llegaron a ser diseñadas para la transmisión de fuerzas horizontales y verticales, dichos elementos llegan a resultar dañados debido a un sismo, declinando así el equilibrio de la edificación y declinación de resistencia de la edificación” (Santos, 2019).

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad que tiene la estructura a presentar daños en diversos elementos como: losas, vigas, cimentación y muros

asegurando así que se mantenga en pie ante las acciones sísmicas severas y entre las acciones internas y externas (Santos, 2019).

#### **b. Vulnerabilidad no estructural**

Los daños que sufren estos elementos llegan a representar un peligro a los habitantes. “Los elementos no estructurales se identifican en categorías como: tabiques, techos, cerramientos, cielos rasos, ventanas, etc.” (Santos, 2019).

La vulnerabilidad no estructural se define como aquellos elementos que no llegan a soportar cargas como tuberías o muros divisorios. Dentro de estos se encuentran la rigidez no estructural y equipos mecánicos (Arroyo, 2020).

##### **2.2.1.1. Métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica**

Según Quiroz (2020), nombra que, para calcular la vulnerabilidad sísmica en la estructura, se presentan diferentes métodos de análisis cuantitativos y cualitativos.

###### **a. Método cuantitativo**

Son aquellos métodos que se caracterizan por desarrollar una evaluación más profunda y no es necesario que se tiendan a ser demasiados exactos. “En lo común son aquellas amplitudes adecuadas para la realización del diseño y evaluación sismorresistentes que son palanqueados por las normas de diferentes países” (Quiroz, 2020).

###### **b. Métodos cualitativos**

Se caracterizan por ser aquellos métodos que en lo común evalúan la estructura de la construcción a través de sus detalles generales aplicando índices, por lo que estos índices logran calcularse por técnicas empíricas y además por las técnicas experimentales en las que consideran establecer el peligro de la estructura y en algunas situaciones el nivel de pérdida (Quiroz, 2020).

##### **2.2.1.2. Análisis de vulnerabilidad estructural**

El análisis de vulnerabilidad presenta como objetivo la determinación de susceptibilidad o nivel de daño que muestra en una estructura ante desastres sísmicos.

Con el objeto de realizar un análisis de vulnerabilidad estructural de una edificación hay diversos métodos internacionales que se clasifican en un método cualitativo para evaluar la vulnerabilidad, además se tiene la certeza de seguridad de la obtención de resultados (Calle, 2017).

#### **A) Método cualitativo**

Con esta metodología se puede realizar una evaluación de forma rápida de un grupo de edificaciones. Este método viene a ser empleado en edificaciones masivas con el objeto de realizar una cuantificación del riesgo sísmico en las edificaciones (Calle, 2017).

En algunos casos llegan a constituir el primer nivel de evaluación del método cualitativo tal como el caso del método Japonés ATC 21 (FEMA 154), en un término general se trata de metodologías eminentemente cualitativos, de esta forma la construcción recibe una puntuación que determina las características como el estado de conservación, irregularidad en altura y planta está relacionada con el suelo y la cimentación de la edificación (Calle, 2017).

#### **B) Método cuantitativo**

Para el caso de una recuperación post-sísmica de una edificación, es necesario realizar un riguroso análisis disponiendo de los métodos cuantitativos, de la misma forma estos métodos sirven para profundizar y sintetizar los datos cuando los últimos no muestran un resultado concluyente sobre una irregularidad del edificio en estudio. Calle Nizama, (2017)

Para el empleo de este método cuantitativo es contar con información inicial como las características de los materiales que componen la estructura, propiedades del suelo de cimentación y planos de estructuras detallados.

De forma general un análisis cuantitativo se relaciona por un modelo matemático de la estructura en donde se consideran

aspectos de interacción de una estructura con los elementos no estructurales, las cargas reales a las que vienen a estar sometidas, así como a las solicitaciones sísmicas (Calle, 2017).

### 2.2.2. Análisis sísmico

#### a) Análisis de acuerdo con Método Italiano (Benedetti-Petrini)

Este método surgió luego de un estudio post- terremoto en 1976 es así como emplea una calificación subjetiva y se apoya en cálculos simplificados. Es así como el índice de vulnerabilidad es un coeficiente que llega a calificar a la edificación estando relacionado con el grado de daño de estructura o vulnerabilidad.

**Tabla 1.** Escala numérica del IV (Índice de vulnerabilidad) para estructuras de hormigón armado

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	wI
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad de sistema resistente	0	1	2	1.0
3	Resistencia Convencional	1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.0
8	Distancia máxima entre los muros	0	1	2	1.0
9	Tipos de cubierta	0	1	2	1.0
10	Elementos estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	1.0

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

#### b) Descripción de los parámetros

El método italiano consta de 11 parámetros que son calificados por una escala numérica a partir de estos valores, los parámetros que son obtenidos calificando la construcción en la escala Ki según su calidad. Desde A (optimo) hasta D (desfavorable).

- **Organización de sistema resistente**

Evaluación del grado de la organización de elementos verticales sin llegar a considerar el tipo de material. Siendo así un factor primordial es la presencia y eficiencia de conexión entre paredes.

**Tabla 2.** Organización del sistema resistente

Organización del sistema resistente	
A	Año de la construcción > a 1997 y asesoría técnica
B	Año de la construcción < a 1997 y asesoría técnica
C	Sin una asesoría técnica

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Calidad del sistema resistente**

En este parámetro se identifica el tipo de mampostería a partir de una diferencia cualitativa de la característica de la resistencia de acuerdo con el tipo de material y la forma de estos elementos que constituyen determinando así la eficiencia de la estructura.

**Tabla 3.** Análisis de calidad del sistema resistente

A	Año de construcción > 1997, buenos materiales y los procesos constructivos
B	Año de construcción < 1997, buenos materiales y los procesos constructivos
C	Materiales y los procesos constructivos deficientes

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Resistencia convencional**

La resistencia se apoya en un cálculo de la relación entre la fuerza resistente con fuerza de diseño (coeficiente  $\alpha_h$ ) de acuerdo con:

$$\alpha_h = \frac{V^R}{ZUCS}$$

**Donde:**

N: N° de pisos

At: (m<sup>2</sup>) Área total que es construida en planta

H: (m) altura promedio del entre piso

Pm: (1.80 tn/m<sup>3</sup>) Peso específico de la mampostería

Ps: (0.38 ton/m<sup>2</sup>) Peso por unidad de área de forjado

$\gamma$ : Resistencia a un corte de elementos estructurales de un sistema resistente

Esta resistencia es obtenida por una ponderación entre los valores de la resistencia cortante  $\gamma_i$  de cada uno de los materiales los que constituyen el sistema resistente estructural. Siendo así que el factor de ponderación llega a estar constituido por los porcentajes relativos de las áreas contribuyentes de los elementos del sistema resistente.

**Tabla 4.** Resistencia convencional

<b>Resistencia convencional</b>	
A	$\alpha h \geq 1.2$
B	$0.60 \leq \alpha h < 1.2$
C	$\alpha h < 1.2$

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Posición del edificio y cimentación**

Se valora la influencia del terreno y de cimentación con un comportamiento sísmico del edificio

**Tabla 5.** Análisis de posición de la edificación y cimentación

<b>Posición del edificio y cimentación</b>	
A	Edificación que es cimentada sobre el suelo intermedio o flexible de acuerdo con RNE E0.30
B	Edificación que es cimentada sobre el suelo intermedio o flexible de acuerdo con RNE E0.30, es así que presenta sales y humedad
C	Edificación cimentada sin el proyecto aprobado ni la asesoría técnica y hay presencia de sales y humedad

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Diafragmas horizontales**

Calidad de diafragmas garantizando el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales

**Tabla 6.** Análisis de diafragmas horizontales

Diafragmas horizontales	
A	Edificación con los diafragmas que satisfacen: Ausencia de los planos a desnivel Deformación del diafragma despreciable (concreto armado) Conexión eficaz en elementos de diafragma y muro
B	Edificación el que no cumple con condiciones de clase A
C	Edificaciones que no cumplen con dos condiciones de clase A

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

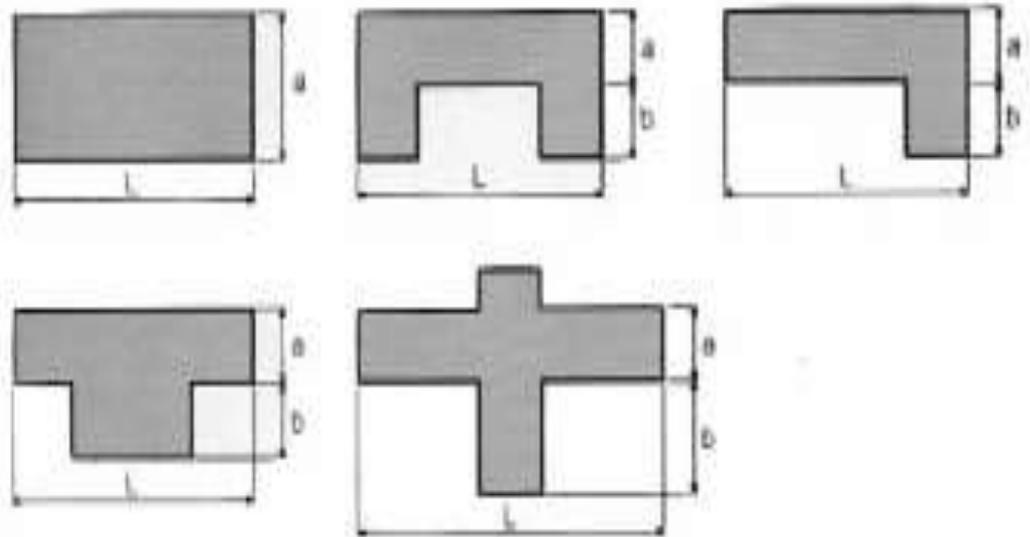
- **Configuración en planta**

La forma que tiene en planta de una edificación que es importante para la predicción del comportamiento sísmico de esta. En el caso de las estructuras que son rectangulares llega a ser significativa la relación  $\beta_1 = a/L$  entre dimensiones de planta del lado mayor y menor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo mediante la relación  $\beta_2 = b/L$ .

**Tabla 7.** Configuración en planta de la estructura

Configuración de planta	
A	$IR \leq 0.25$
B	$0.25 < IR \leq 0.75$
C	$IR > 0.75$

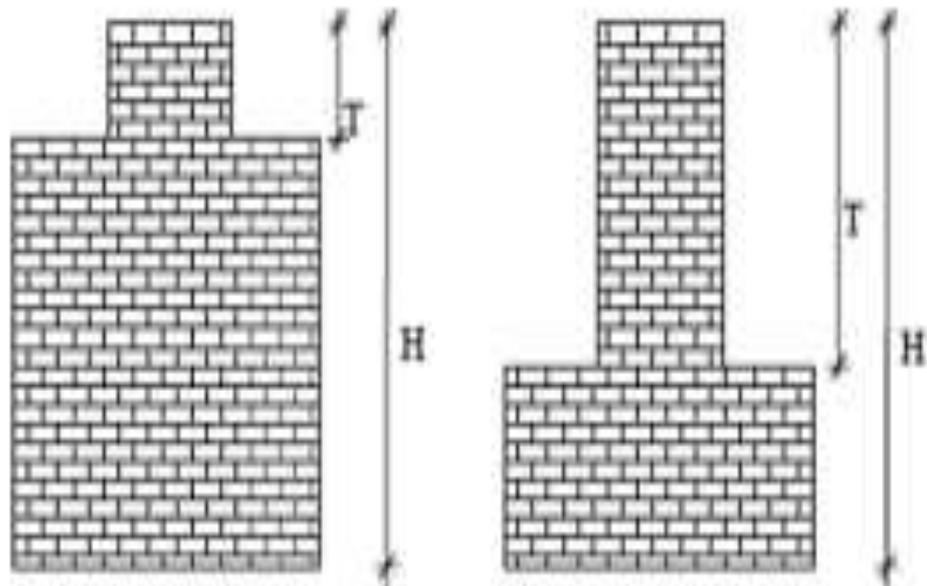
Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)



**Figura N° 3.** Irregularidades de planta en edificaciones.  
**Fuente:** Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Configuración en elevación**

La presencia de la edificación con masas significativas de distorsión.



$$RL = \frac{H - T}{H}$$

**Tabla 8.** Configuración de la elevación

Configuración de elevación
A $RL > 0.66$
B $0.33 < RL \leq 0.66$
C $RL \leq 0.66$ muestra irregularidades en un sistema resistente vertical

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Distancia máxima entre columnas o muros**

Clasificación que se define en función al factor L/S en la que S: espesor del muro maestro y L: espacio máximo.

**Tabla 9.** Distancia máxima entre columnas o muros

Configuración en planta
A Año de construcción $>$ a 1997 y con las asistencias técnicas
B Año de construcción $<$ a 1997 y con las asistencias técnicas
C Sin la asistencia técnica

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Tipos de cubierta**

En este caso se considera del techo las fuerzas sísmicas

**Tabla 10.** Tipos de cubierta

A Cubierta estable conecta debidamente amarrando a las vigas con una conexión adecuada y con material liviano con una edificación cubierta plana
B Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones
C Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Elemento no estructural**

Presencia de parapetos y otros elementos no estructurales causando daño a personas o cosas.

**Tabla 11.** Elemento no estructural

A	Debe cumplir con la clase a y b de la mampostería: <ol style="list-style-type: none"> <li>Edificaciones que no contienen elementos o estructurales mal conectados al sistema resistente.</li> <li>Edificación con Parámetros y balcones conectados al sistema resistente</li> </ol>
B	Edificio sin parámetros con elementos de cornisas conectadas en la pared
C	Edificio el que presenta tanques de agua o tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Se encuentran parapetos u otros elementos con un peso significativo, mal construidos, fáciles de desplomar ante agentes sísmicos.

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Estado de conservación**

Califica de forma visual el estado en el que se encuentran los principales elemento estructurales y no estructurales en la edificación.

**Tabla 12.** Estado de conservación

A	Buen estado
B	Ligeramente dañado
C	Mal estado de conservación

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

- **Cuantificación del índice de Vulnerabilidad**

Luego de una cuantificación de los once parámetros se determina el índice de vulnerabilidad con la sumatoria:

$$IV = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{11} (Ki + Wi) + 1}{34}$$

El resultado se encuentra dentro de un resultado de 0 a 3825. Con esto se determina que a mayor índice de la vulnerabilidad en la edificación se define el índice global de daño.

**Tabla 13.** Rango de valores del índice de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rangos (IV)
Baja	$0 < IV < 20$
Media	$20 \leq IV < 40$
Alta	$IV \geq 40$

Fuente: Tomado de Laurente y Ramos (2020)

### 2.2.3. Vulnerabilidad sísmica

De acuerdo con (Santos) menciona a continuación:

#### 2.2.3.1. Vulnerabilidad muy alta

Es aquella que existe en las construcciones que presentan enormes debilidades estructurales, en las que se considera que los daños son provocados a las personas y a la infraestructura que llega a ser grandes; así como la ocurrencia del sismo en que se presentan como causa; la paralización de las construcciones y destrucciones de las líneas vitales, que son fuertes peligros al bienestar de los humanos, con elevado número de afectados y numerosos daños a las personas. (Santos, 2019)

#### 2.2.3.2. Vulnerabilidad alta

Existe en construcciones con agotamiento estructural, en las que por los detalles de la infraestructura llega a dañar a los humanos y a la infraestructura. Debido al sismo que logra ocasionar mayores daños en las personas y pérdidas en la economía (Santos, 2019).

#### 2.2.3.3. Vulnerabilidad media

Existe en algunas construcciones con algunas especificaciones con debilidad estructural, esto debido al sismo, en la que se ocasiona peligros regulares a los humanos; y los materiales estructurales de una construcción que resultan totalmente malogrados. Una edificación que

presenta vulnerabilidad sísmica media ocasiona pérdidas en la economía (Santos, 2019).

#### 2.2.3.4. Vulnerabilidad baja

Existe en las construcciones con grande resistencia estructural, debido al eventual desplazamiento sísmico en la que no ocasiona pérdidas de ningún tipo (Santos, 2019).



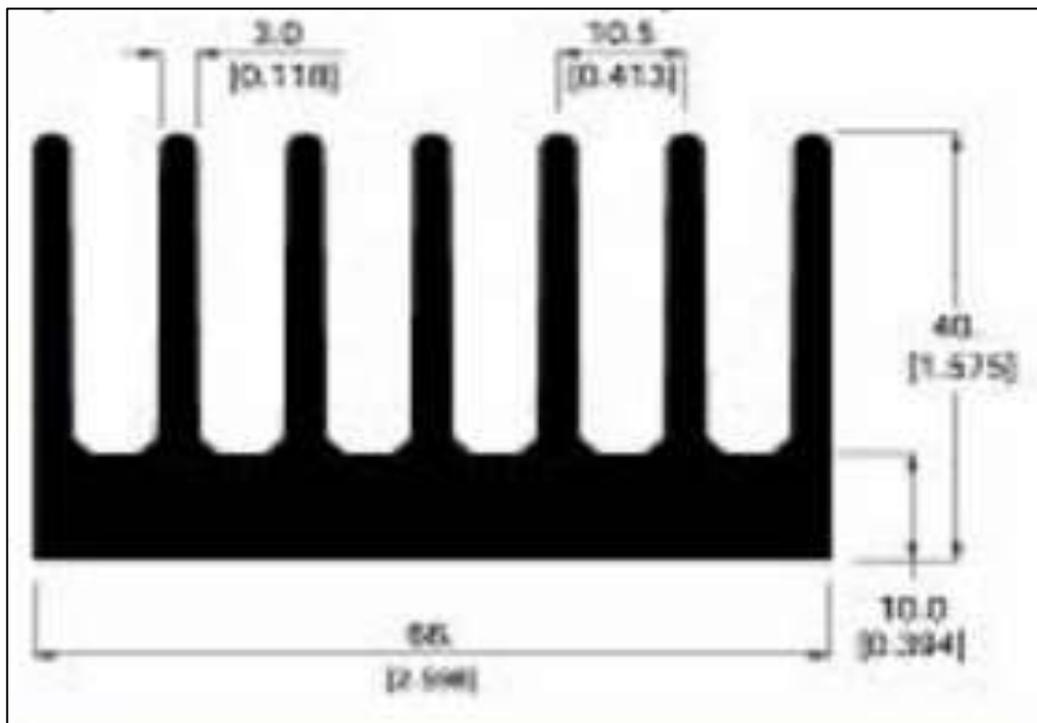
**Figura N° 3.** Vulnerabilidad sísmica.

**Nota:** Propia.

#### 2.2.4. Disipadores Sísmicos

De acuerdo con Yáñez (2019), los disipadores no pasan de ser un mecanismo en la cual aspira o dispersa calor. En lo básico es una pieza de aluminio. También llega a tener un complejo diseño con distintos ángulos y formas, o ser metálicos e incluso sin pintar. En diferentes de sus formatos lo particular que tiene un disipador es transportar el calor desde el interior a lo exterior. La actividad en esa propagación de calor llega a determinar fundamentalmente por el área de contacto con el exterior. El disipador con una gran área obtendrá una superficie más de contacto que con el exterior, en cambio su resistencia térmica llegará a ser mínima que la de un disipador con un área más pequeña.

Como lo menciona el autor Mena (2019), los disipadores sísmicos son aquellos sistemas que son colocados en la superestructura de la estructura en la que se realizan como algunos componentes de amortiguamiento y absorción de mucha energía que se realizan durante desplazamiento sísmicos, logrando así que los elementos fundamentales de la estructura no tengan daños rígidos. Por lo que este tipo de sistema llegan a ser una excelente alternativa cuando no se logran usar aisladores sísmicos como es la situación de las superficies terrestres suaves.



**Figura N° 4.** Disipador sísmico.

**Nota:** Tomada de “Universidad de las Fuerzas Armadas”, por (Yáñez;2019).

#### 2.2.4.1. Tipos de disipadores

Algunos de estos elementos se caracterizan por ser de carácter reactante en la que se someten de algunas especificaciones de trabajo a las cuales son subyugadas, estos equipos trabajan ante acciones dinámicas teniendo una máxima capacidad en pérdida de energía en los componentes estructurales ante los desplazamientos sísmicos, presenta una gran diversidad en los elementos de disipación sísmica, a continuación, nos menciona (Mena, 2019).

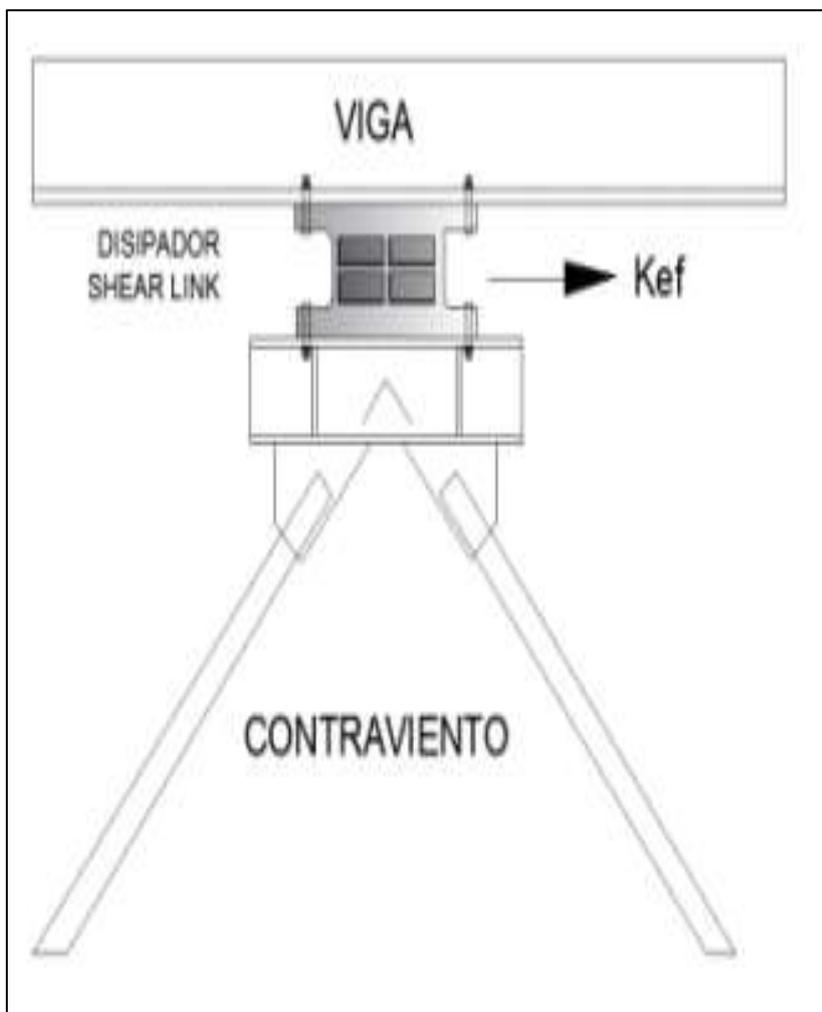
los diferentes tipos de disipadores:

- Disipadores histeréticos

- Disipadores viscoelásticos
- Disipadores viscosos

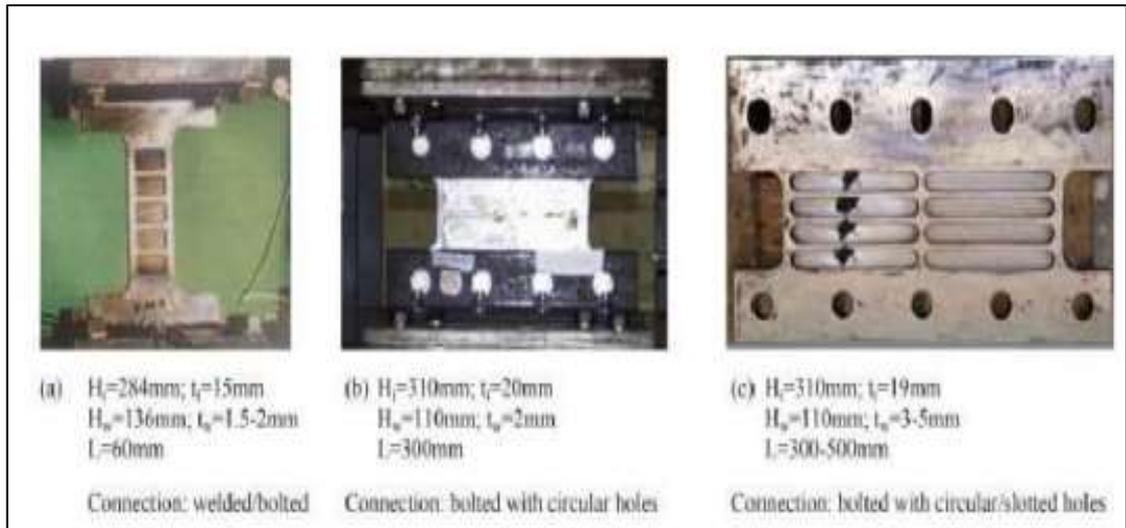
### 2.2.5. Disipador SLB – Shear Link Bozzo

Son aquellos dispositivos que están elaborados de acero en la forma de un perfil metálico vertical y con el uso de rigidizadores en conexiones elaboradas industrialmente y el uso de algunas propiedades mecánicas conceptualizadas de manera que se sostenga la ubicación de la falla, como se observa en la siguiente figura (Mena, 2019).



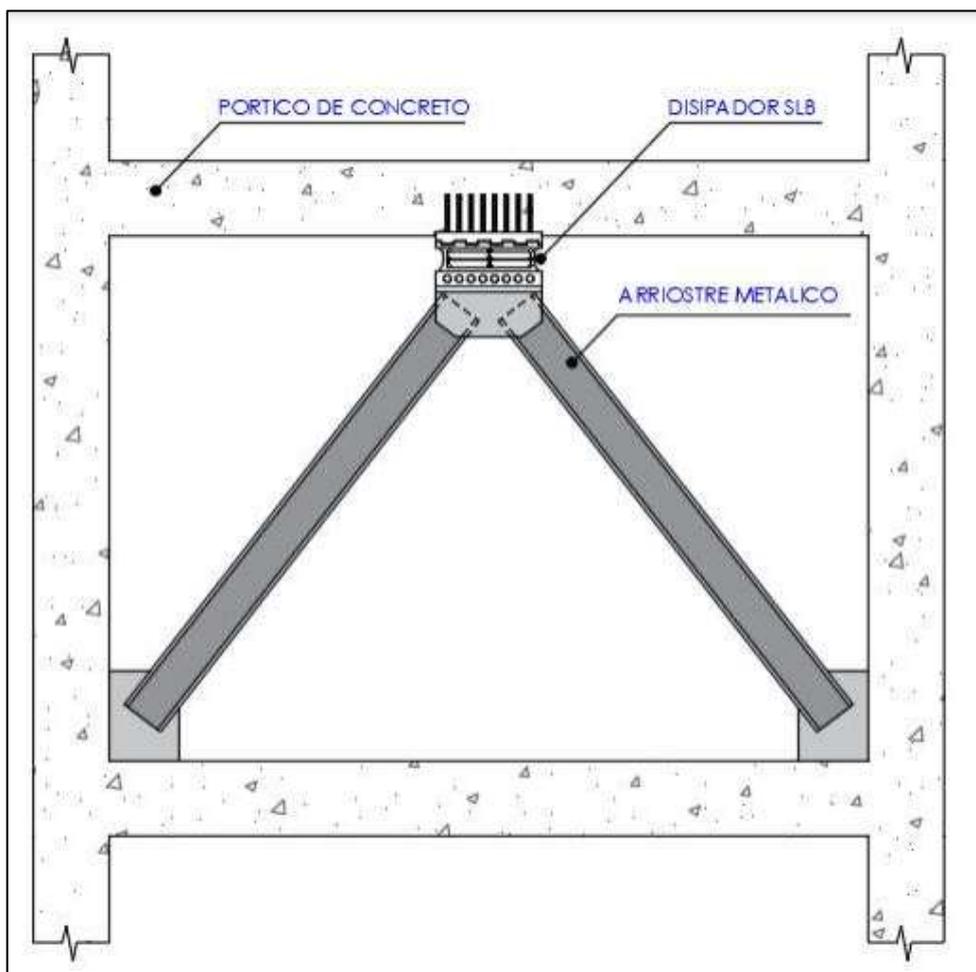
**Figura N° 5.** Dispositivo SLB.

**Nota:** Tomada de “Análisis y Diseño Utilizando Disipadores Sísmicos Tipo SLB”, por (Aguiar;2016).



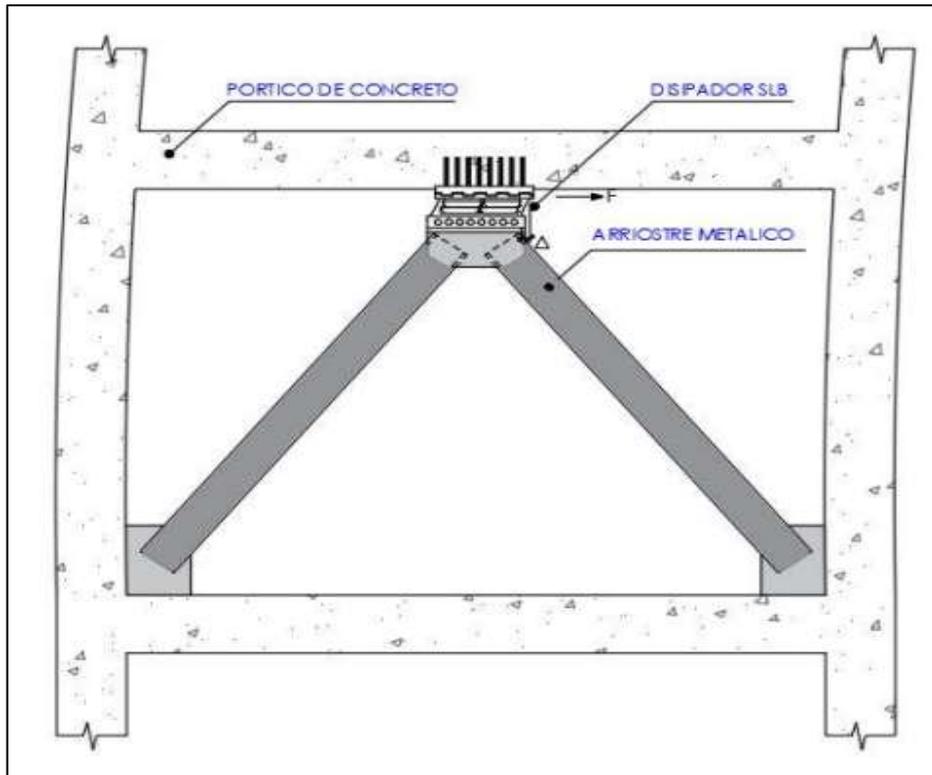
**Figura N° 6.** Disipadores SLB.

**Nota:** Tomada de “Respuesta sísmica en base a implementación de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos SLB - 2020”, por (Peralta, 2021).



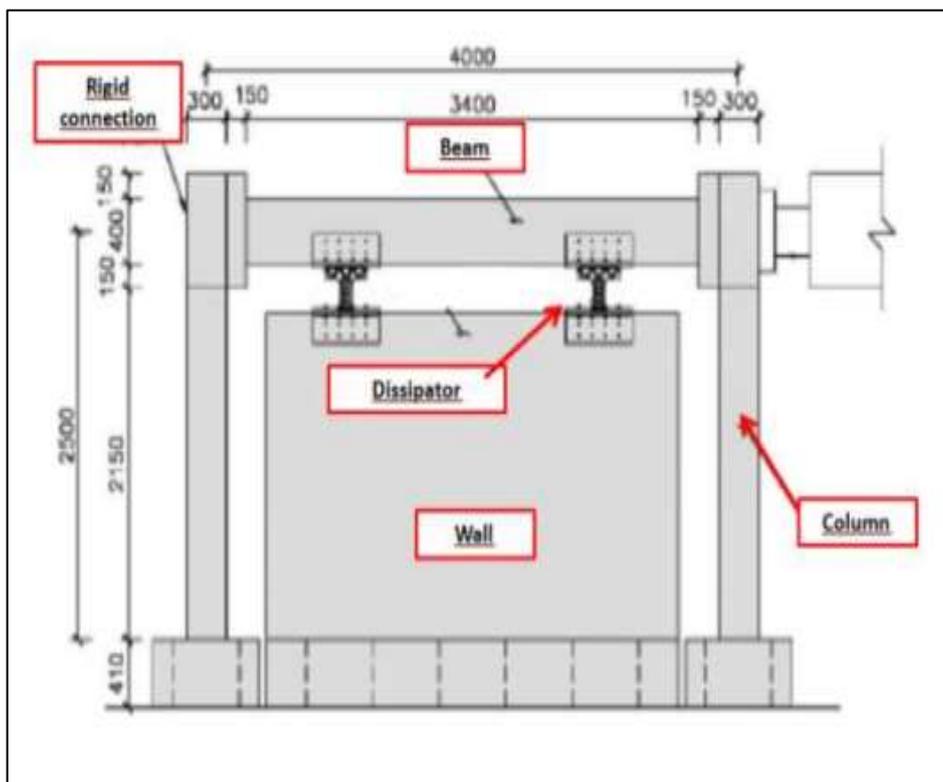
**Figura N° 7.** Elemento de disipador SLB apoyado por los arriostres de acero.

**Nota:** Tomada por “Respuesta sísmica al implementar amortiguadores de fluido viscoso y los disipadores metálicos SLB - 2020”, por (Peralta, 2021).



**Figura N° 8.** Movimiento relativo en los extremos del disipador SLB.

**Nota:** Tomada de “Respuesta sísmica con la implementación de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos SLB en el edificio San Borja AMP, Lima – 2020”, por (Peralta, 2021).



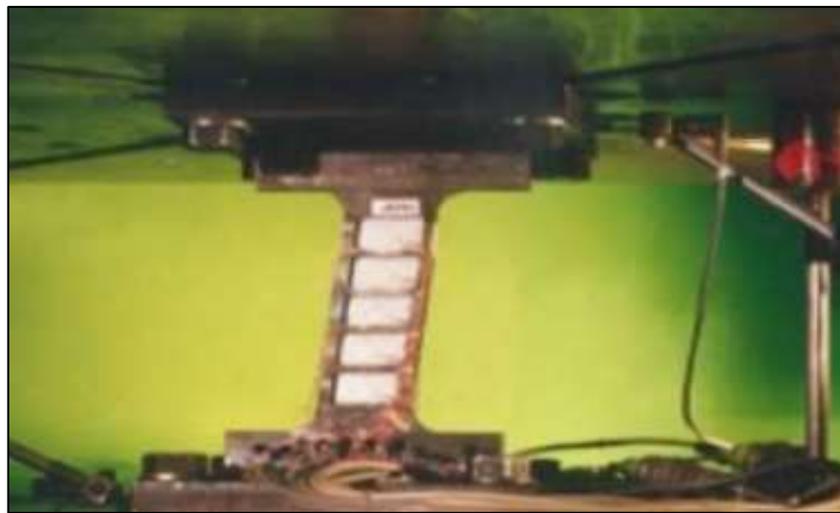
**Figura N° 9.** Esquema de disipadores de los muros desacoplados.

**Nota:** Tomada de “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018)

### 2.2.5.1. Características mecánicas del dissipador SLB

De acuerdo con Tapia (2020), algunos de los dispositivos SLB se diferencian por su capacidad de disipación de energía que inicia con alteraciones pequeñas que comienza con 1 mm en la que se considera favorable en una estructura.

El autor Bozzo (2018), menciona que los dispositivos SLB son aquellos sistemas de disipación que muestran múltiples modos de disipar la energía causada por sismos que generan esfuerzos de corte y por flexión logrando así máxima capacidad y seguridad de la estructura.

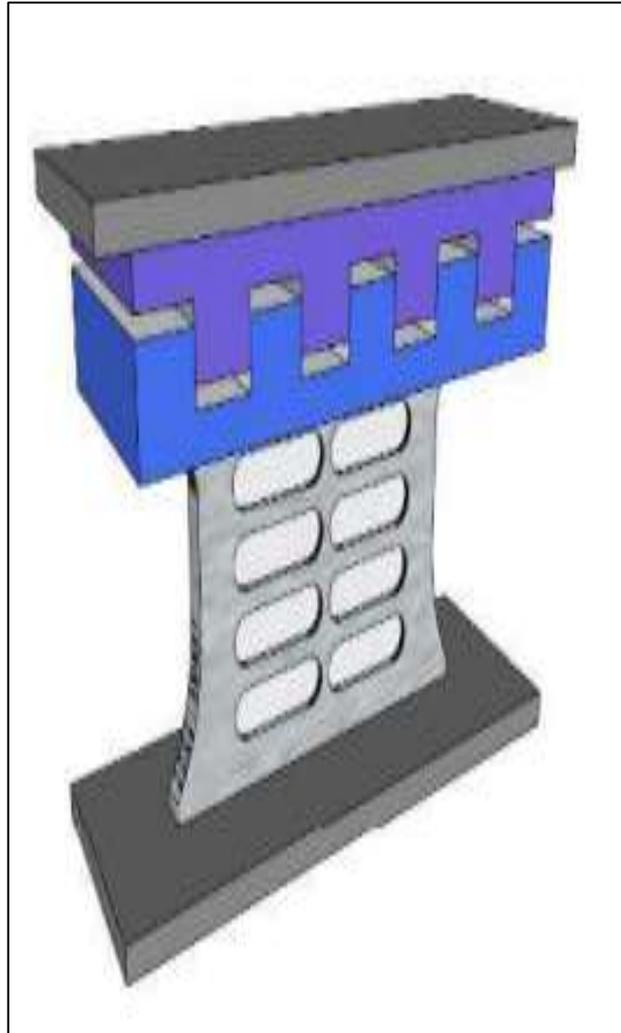


**Figura N° 10.** Comportamiento de un dissipador SLB ante esfuerzos de corte.  
**Nota:** Tomada por “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).



**Figura N° 11.** Comportamiento de un dissipador SLB ante esfuerzos a flexión.  
**Nota:** Tomada de “Disipadores SLB para un diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).

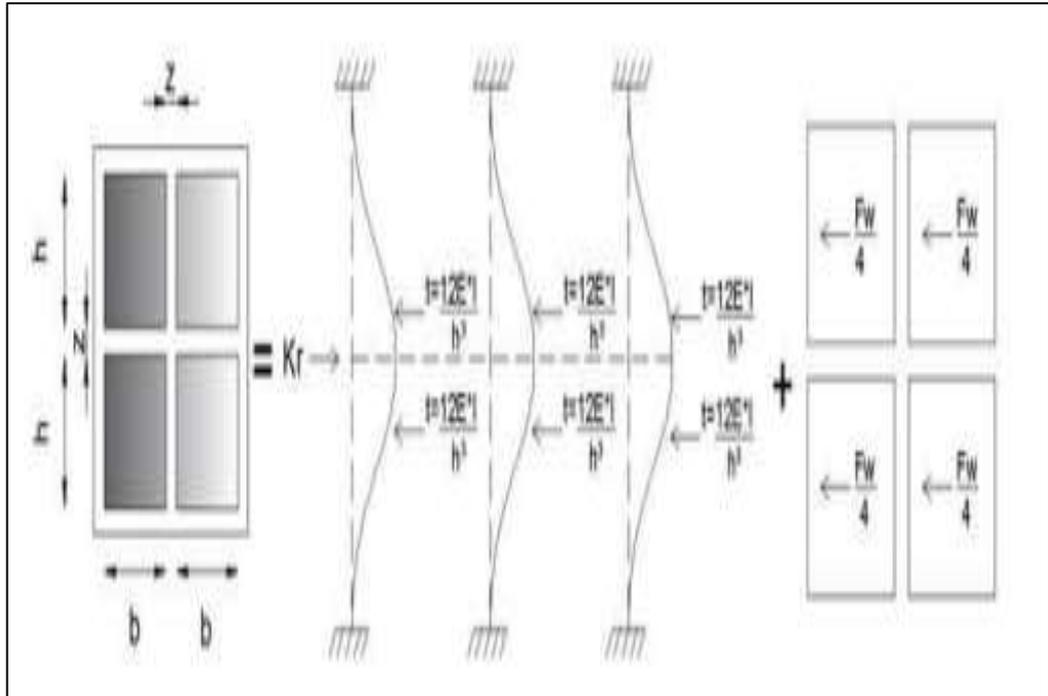
Para Tapia (2020), se tiene en cuenta que las ventanas degradan el SLB por lo que llega a funcionar, en una segunda etapa se observa una modalidad de falla con la alteración típica que son las mismas de los dispositivos que están sujetos a flexión de tal forma que el disipador garantiza una múltiple modalidad de falla teniendo en cuenta la seguridad del árido.



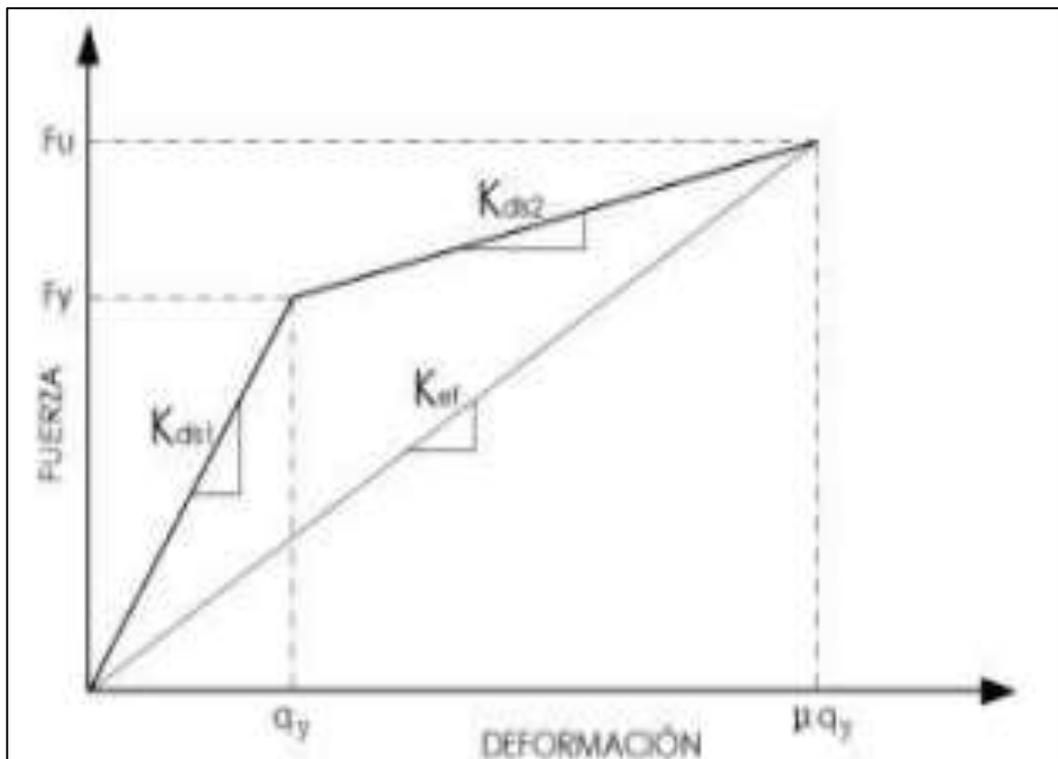
**Figura N° 12.** Disipador SLB vista en 3D.

**Nota:** Tomada de “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).

La sección central que está detallado por el marco trabaja de la misma manera que una columna empotrada, llegando a una rigidez  $K_r$ , en lo que son las ventanas por las que actúan los esfuerzos a flexión, con rigidez  $K_w$  como se detalla en la siguiente figura (pág. 46):



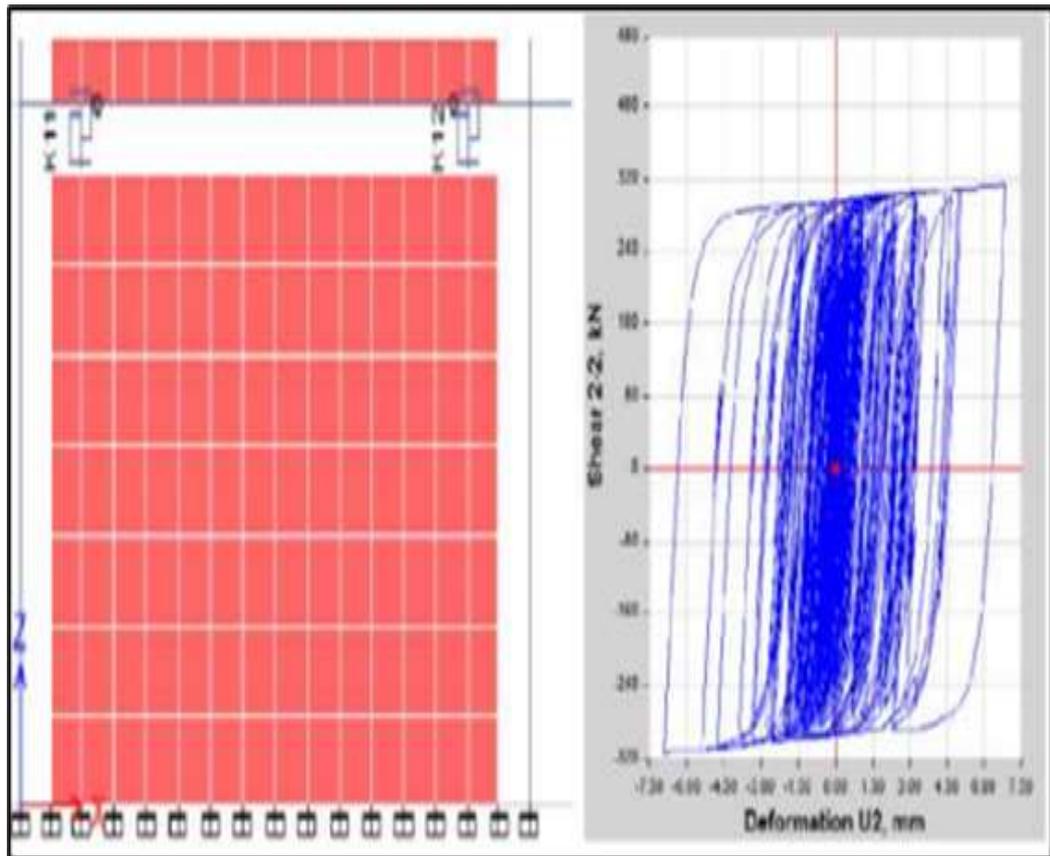
**Figura N° 13.** Rigidez de marco y flexión de un disipador SLB.  
**Nota:** “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).



**Figura N° 14.** Histéresis bilineal del disipador SLB.  
**Nota:** Tomada de “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).

### 2.2.5.2. Modelamiento de dispositivos SLB en ETABS

De acuerdo con Tapia (2020), las investigaciones del autor en el comportamiento cíclico del elemento SLB es su totalidad extenso, en la práctica es considerable diseñar su comportamiento hasta lograr un adecuado rango como lo detalla así:



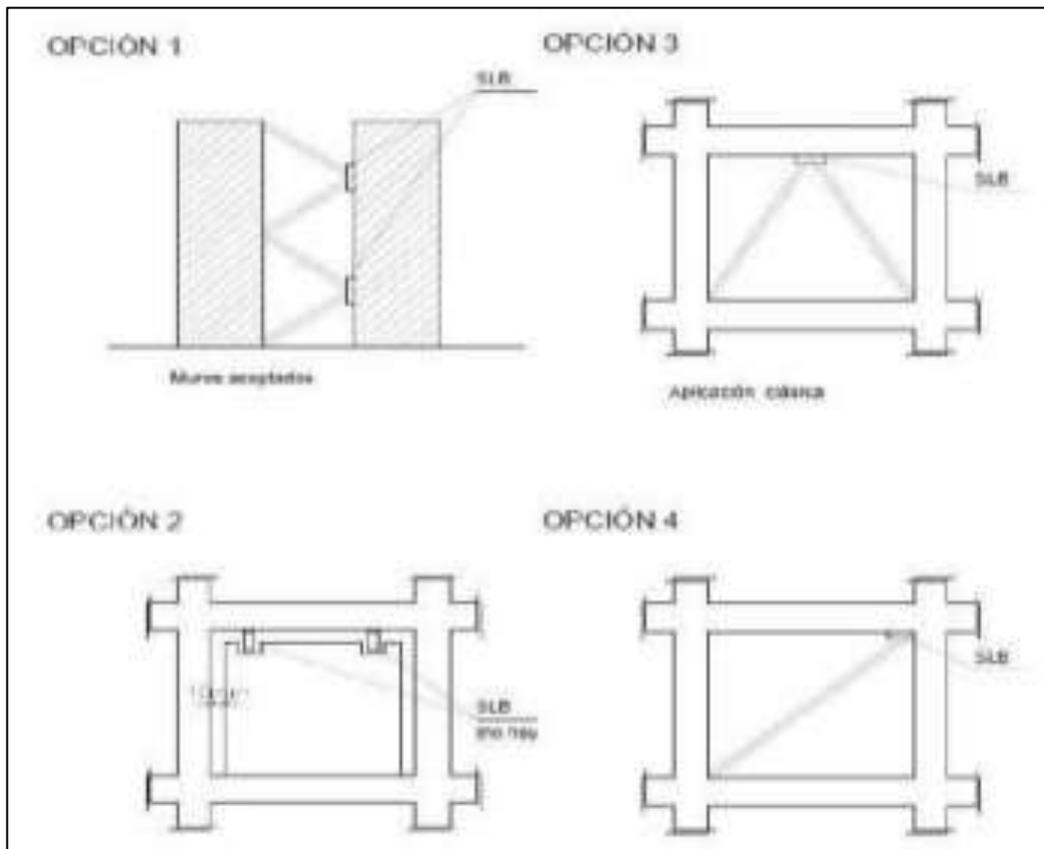
**Figura N° 15.** Reacción cíclica de los disipadores SLB en el ETABS.

**Nota:** Tomada de “Disipadores SLB para diseño sismorresistente”, por (Bozzo, 2018).

En esta parte resulta ser muy importante comentar algunos de los detalles más fundamentales en el comportamiento cíclico del disipador de energía. En el gráfico 15 se expone el comportamiento lineal del esfuerzo a fluencia desde un punto que se presenta un desgaste notable de la rigidez, hasta llegar al punto de mayor demanda de movimiento del ciclo, también como se logra ver, la rigidez de descarga que presenta principalmente la pendiente igual que la etapa principal, lo que es una propiedad típica del acero. (pág. 53)

### a. Colocación de los dispositivos SLB

La colocación de los dispositivos que se encuentran en el interior de una edificación es aquel asunto fundamental debido a que depende de su forma relativa en el interior de la estructura, por lo que su efectividad será máxima o mínima. De esta forma se muestran opciones de excelente posición de los elementos SLB llegan como parte del sistema arriostrado de tipo chevron, con la parte del sistema que soporta las cargas de gravedad. (pág. 54)

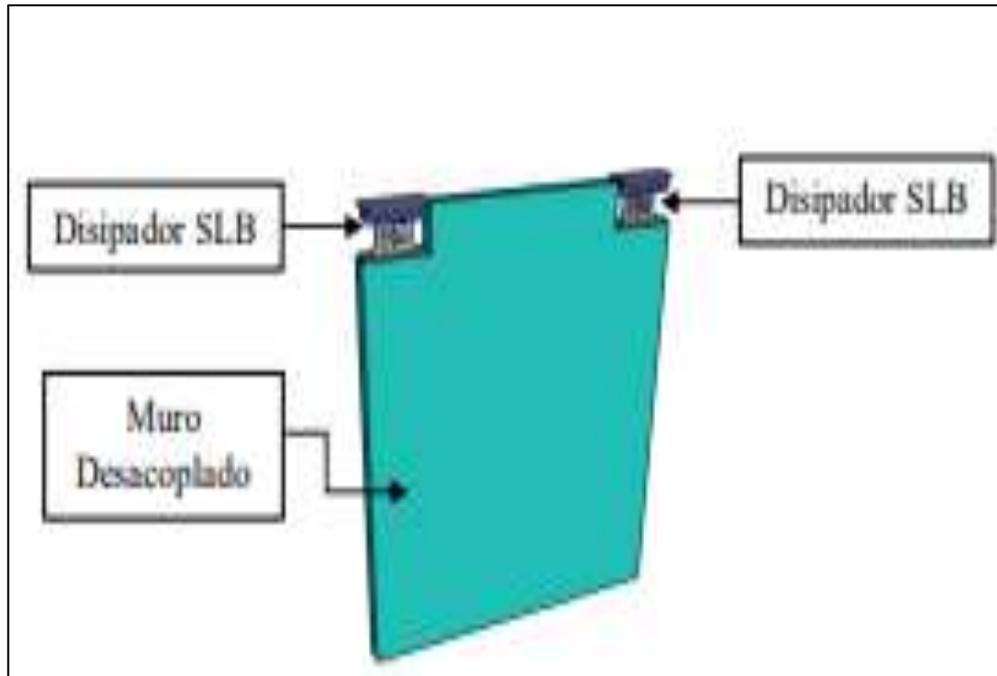


**Figura N° 16.** Posibles posiciones de ubicación de los elementos SLB.

**Nota:** Tomada de “Procesos de análisis y diseño utilizando disipadores sísmicos tipo SLB”, por (Bozzo, 2018).

### 2.2.6. Muros desacoplados con disipadores SLB

Los dispositivos SLB actúan como disipativos junto a muros de concreto armado son empleados para soportar esfuerzos cortantes que fueron ocasionados por sismos limitando así la fuerza y dividiendo la ductilidad, estos muros son aplicados para la proyección de construcciones. Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016)



**Figura N° 17.** Muro desacoplado con disipadores SLB.

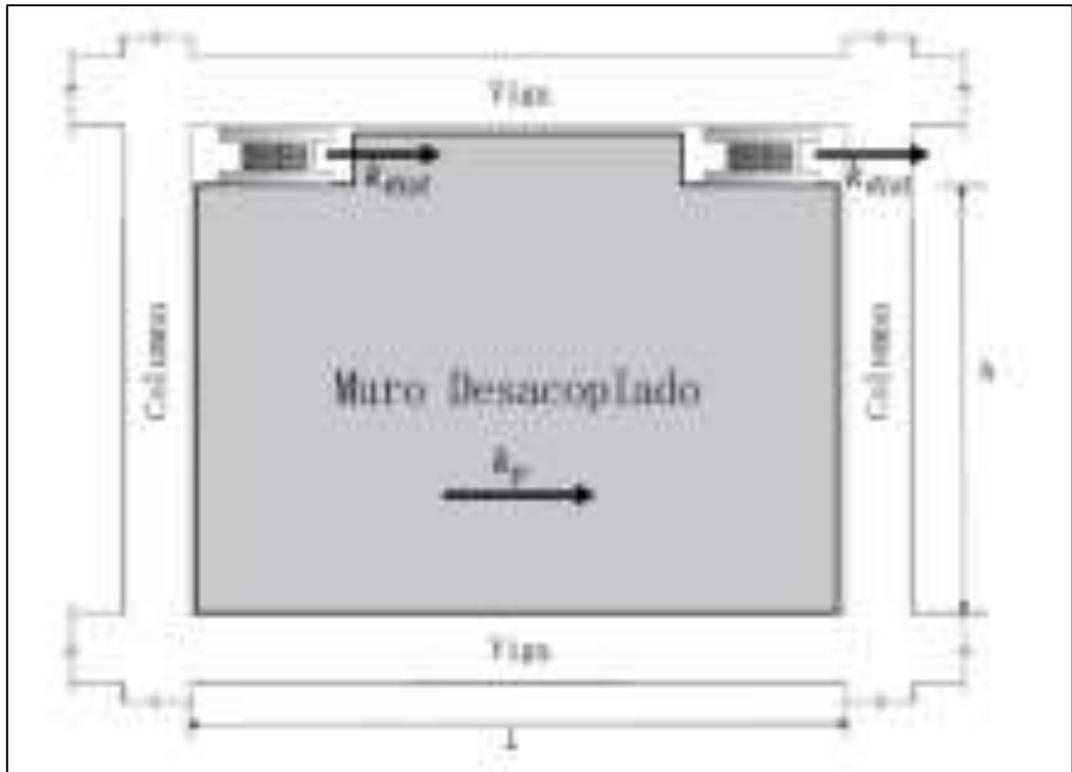
**Nota:** “Procesos de análisis y diseño utilizando disipadores sísmicos tipo SLB”, por Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016).

Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016), menciona que los disipadores SLB en la construcción tienen función de rotulas plásticas, lo que permite que absorban las fuerzas sísmicas y en menor medida los elementos estructurales. En la presente investigación los disipadores se ponen por encima de los muros de concreto armado en los cuales presentan rigidez  $K_p$  definida para la siguiente ecuación:

$$K_p = E * t \left[ 4 \left( \frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left( \frac{h}{L} \right) \right]^{-1}$$

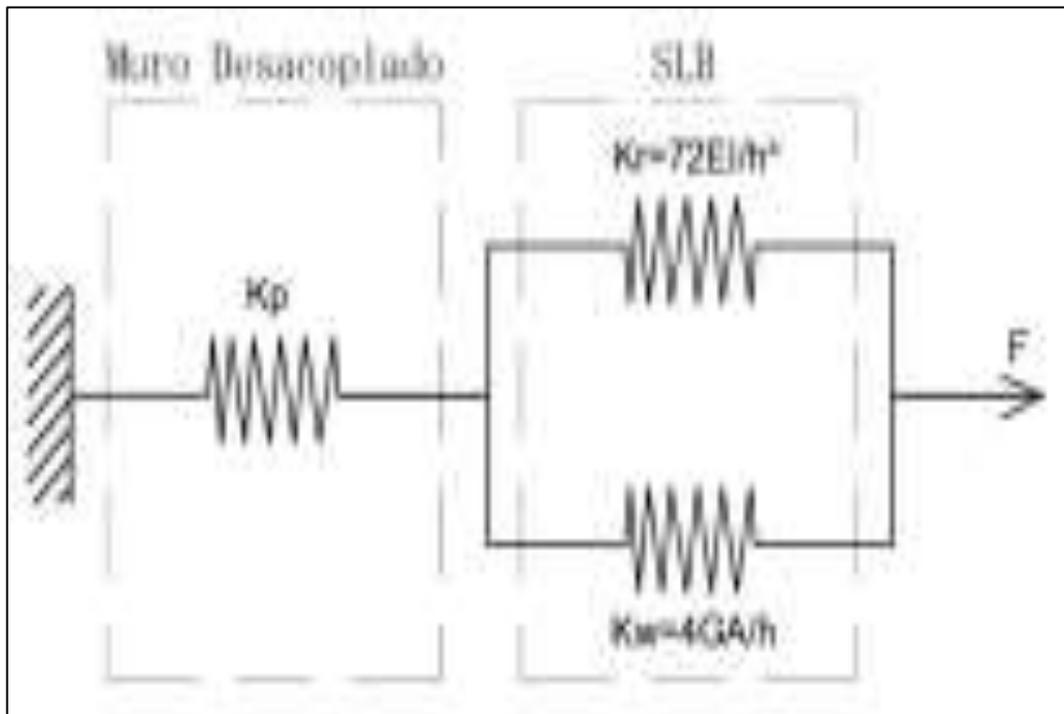
Para:

- E= Módulo de elasticidad
- t= Espesor
- h= Altura del muro
- L= Longitud del muro



**Figura N° 18.** Componentes de funcionamiento del disipador SLB.

**Nota:** Tomado de “Procesos de análisis y diseño utilizando disipadores sísmicos tipo SLB”, por Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016)



**Figura N° 19.** Modelo físico del conjunto muro-disipador SLB.

**Nota:** Tomada de “Procesos de análisis y diseño utilizando disipadores sísmicos tipo SLB”, por Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016).

### **2.2.6.1. Estructura con muros desacoplados con disipadores SLB.**

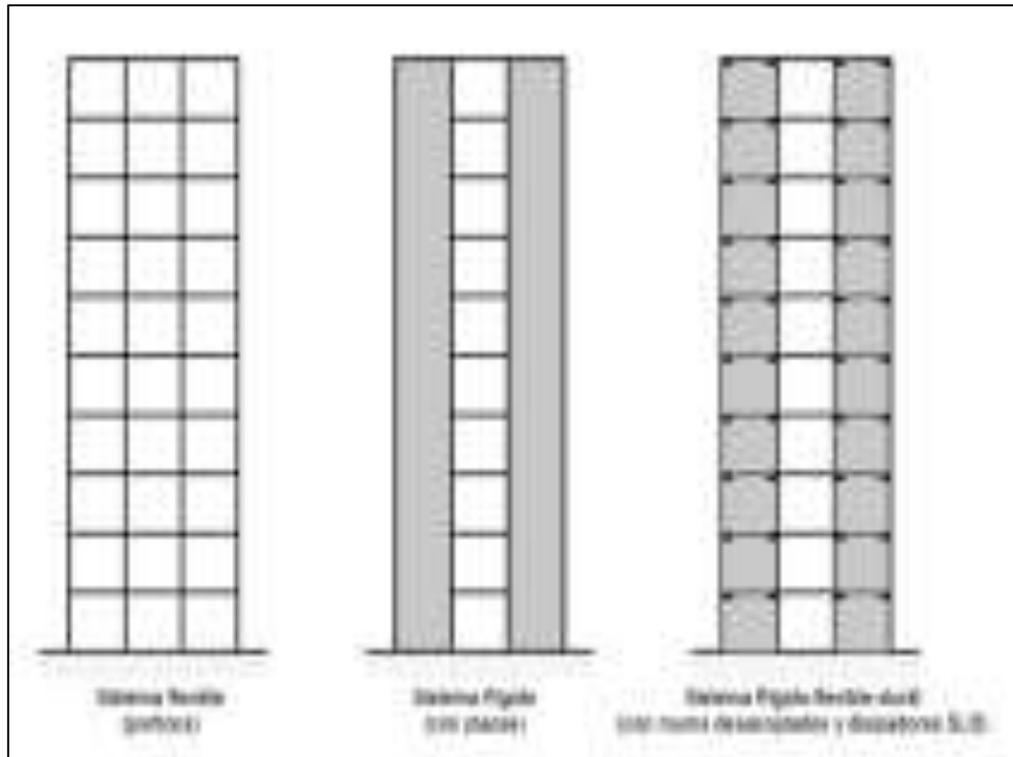
Se caracterizan por ser estructuras compuestas por un conjunto de muros desacoplados y disipadores SLB como elementos de control del resultado sísmico que son capaces de resistir sismos rigurosos sin considerar pérdidas estructurales y sostener su continuidad luego de un evento sísmico Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016).

Para Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016), los muros desacoplados no es necesario presentar en todos los pisos, ni nacen en algunas cimentaciones, consideran de una manera más adecuada al diseño clásico para aplicar muros discontinuos dotando de rigidez y ductilidad al sistema, además estos muros no todos deben lograr estar en una misma línea vertical, la colocación de cada muro es independiente, siempre y cuando los factores controlen la irregularidad.

#### **a. Rígido – flexible – dúctil**

Bazán (2001), menciona que el concepto común de diseño sismorresistente comprende que en el aumento de rigidez y resistencia de la estructura en la que se logra a través de la adición de los componentes de rigidez que asciende como muros de concreto armado, por lo que en lo común combinados con marcos, a través del sistema se llega a tener que disminuir los movimientos obtenidos en el sistema que trata de manera única en los pórticos, sin embargo a la vez se obtienen máximas fuerzas cortante en cada piso de la estructura.

Bozzo, Gaxiola y Gonzáles (2016), señala que en lo básico se obtiene una estructura con algunos movimientos de un sistema rígido, sin embargo, con fuerzas que actúan en cada piso es semejante del sistema flexible por lo que se logra a través de la incrementación de los disipadores SLB, por lo que se concentran las demandas de ductilidad.



**Figura N° 20.** Sistema flexible, sistema rígido, sistema rígido-flexible-dúctil.

**Nota:** Tomada de “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo”, por (Enciso, 2019).

## **2.3. Marco conceptual**

### **a. Desacoplados**

Son aquellos paneles en las que son disipativos por lo que no transportan esfuerzos axiales hacia los componentes con los que se junta. Bozzo, Luis, y otros (2016)

### **b. Disipador**

Los disipadores no pasan de ser un mecanismo en la cual aspira o dispersa calor. En lo básico es una pieza de aluminio (Yáñez, 2019).

### **c. Disipadores SLB**

Se conocen como dispositivos de metal empleados para la protección sísmica, estos vienen a estar diseñados para disipar energía cortante de forma estable (Peralta, 2021).

### **d. Estructura**

Conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo (Hernández, 2008).

### **e. Muros**

Son aquellos componentes constructivos verticales de una estructura cuya función es delimitar espacios y resistir cargas o empujes (Edificación, 2015).

### **f. Muros desacoplados**

El muro desacoplado se caracteriza por estar formado por un pórtico y en la parte interior el muro esta con juntas en las caras laterales y la parte superior, en consecuencia, este no ocupa la totalidad del vano (Zambrano, 2018).

### **g. Sismo**

Son aquellos fenómenos que representan la liberación de energía interna de la tierra. INDECI, (2018)

#### **h. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad sísmica se define por aquella suficiencia de resistencia de una construcción debido al eventual acontecimiento de una actividad sísmica (Santos, 2019).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPOTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

La vulnerabilidad sísmica disminuye en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- b) Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- c) La fuerza cortante varía significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

#### **3.2. Variables**

##### **3.2.1. Definición conceptual de las variables**

###### **a) Variable independiente (X)**

###### **Disipadores SLB**

En palabras de Bozzo (2018), los disipadores SLB son aquellas que logran modificar drásticamente el tiempo estructural y proteger las estructuras desde movimientos tan bajos como solo 1mm.

**b) Variable dependiente (Y)**

**Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados**

En palabras de Bonifacio, Sánchez (2015), menciona que es la probabilidad condicional en que una estructura puede sufrir un nivel de daño de acuerdo con una intensidad sísmica dada, la vulnerabilidad llega a ser calificada de acuerdo a una evaluación en campo en base a fichas de recolección de datos de acuerdo a norma.

**3.2.2. Definición operacional de la variable**

**a) Variable independiente (X)**

**Disipadores SLB**

Los disipadores SLB se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Tipo de disipador SLB

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.

**b) Variable Dependiente (Y)**

**Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados**

La vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Desplazamiento
- ✓ D2: Deriva
- ✓ D3: Fuerza cortante

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.

**3.2.3. Operacionalización de variables**

**Tabla 14.** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA
VI: Disipadores SLB	De acuerdo con Bozzo (2018), los disipadores SLB son aquellas que logran modificar drásticamente el tiempo estructural y proteger las estructuras desde movimientos tan bajos como solo 1mm.	Las propiedades mecánicas del acero se operacionalizan mediante sus dimensiones: D1: Tipo de disipador SLB A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.	Tipo de disipador SLB	Dimensión	ASTM A36	Razón
				Rigidez	ASTM A36	Razón
VD: Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados	En palabras de Bonifacio y Sánchez (2015), menciona que es la probabilidad condicional en que una estructura puede sufrir un nivel de daño de acuerdo a una intensidad sísmica dada, la vulnerabilidad llega a ser calificada de acuerdo a una evaluación en campo en base a fichas de recolección de datos de acuerdo a norma.	Las edificaciones con muros desacoplados se operacionalizan mediante sus dimensiones: ✓ D1: Desplazamiento ✓ D2: Derivas ✓ D3: Fuerza cortante A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Desplazamiento	Movimiento longitudinal	Modelamiento Estructural	Intervalo
			Derivas	Distorsión de entre piso	Modelamiento Estructural	Intervalo
			Fuerza cortante	Rigidez	Modelamiento Estructural	Intervalo

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Ccanto Mallma (2010), menciona “La metodología científica busca la obtención de nuevos conocimientos estableciendo una relación entre los hechos con la que se enuncian leyes y teorías que puedan emplear información en casos reales”.

En la investigación se realiza una recolección de datos de campo, al identificar una problemática en la vulnerabilidad de una edificación, para luego llevar un trabajo en gabinete llegando así a generar una hipótesis cuando se implementa dispositivos SLB en la estructura.

La metodología empleada en la investigación es el *método científico*.

#### **4.2. Tipo de investigación**

De acuerdo con Carrasco (2006), una investigación de tipo aplicada se basa en un propósito práctico, es así como se llega a investigar para actuar, cambiando o modificando una realidad problemática al emplear conocimiento básico, esto se logra siguiendo un proceso organizado mejorando la realidad”.

En la tesis se realizó un análisis de la vulnerabilidad de una edificación de 10 pisos que muestran fragilidad en algunos elementos portantes y no portantes por lo que se plantea el uso de disipadores SLB en los muros, mejorando la respuesta de la estructura ante eventos sísmicos.

El tipo de investigación empleado a lo largo del desarrollo de la investigación es de tipo aplicada.

### **4.3. Nivel de la investigación**

Según Hernandez(2010), “El nivel de investigación descriptivo es un método que ayuda a la recolección de información con la que se llegan a describir relaciones y la realidad buscando caracterizar y realizar una descripción de los fenómenos estudiados.

En la investigación se realizó un análisis de la realidad problemática identificando la vulnerabilidad de la edificación de 10 niveles mediante un análisis de vulnerabilidad de acuerdo con el Método italiano (Benedetti-Petrini).

En la presente investigación se empleó el nivel de investigación descriptivo.

### **4.4. Diseño de la investigación**

En palabras de Hernandez (2010), “Una investigación no experimental identifica los fenómenos en un contexto natural, observando así una situación existente, es así que las variables no son manipuladas ni llegan a ser controladas.”

En la investigación no se realizaron experimentos, sino una recolección de datos en campo estudiando un fenómeno físico en cuanto a la vulnerabilidad de la edificación. Es así como se consideró una investigación no experimental, ya que si dentro de unos años se hace otro estudio, los datos de vulnerabilidad variarían por el mismo hecho de la antigüedad de la edificación.

La presente tesis empleó un diseño de investigación no experimental.

### **4.5. Población y muestra**

#### **4.5.1. Población**

En palabras de Valderrama (2013), “llega a definir a la población como el conjunto de elementos que presenta características similares, sobre el cual se realiza el estudio de investigación”.

Para poder definir la muestra y delimitar nuestra población determinamos la unidad de análisis.

La población está constituida por el conjunto de edificaciones de más de 10 pisos en el distrito de Huancayo.

#### **4.5.2. Muestra**

Ñaupas (2013), “Identifica a la muestra como un sub grupo que conforma la poblacion y de acuerdo con el plan de muestreo este debe de ser adecuado y representativo”.

Se evaluará el comportamiento de la estructura de un edificio multifamiliar con una altura de 10 pisos y un sotano ubicado en el Jirón Huánuco N°350. (una de las edificaciones más altas de Huancayo).

### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **4.6.1. Técnicas**

De acuerdo con lo mencionado por Vásquez (2011), las tecnicas se reconocen como un conjunto de medios, recursos, mecanismos y procedimientos que se emplean para organizar la informacion de una investigacion y la informacion que se desarrolla en esta.

##### **a) Observación**

Esta es una técnica empleada junto a las fichas de recolección de datos en la investigación para describir o calificar características observables de una edificación, muestran una gran facilidad ya que no necesita inversión y se puede realizar en cualquier momento, pero de forma preferencial lo debe de hacer un profesional con amplio conocimiento del tema (Vásquez, 2011).

##### **b) Análisis de documentos**

En la investigación se emplearon aquellos que desde un inicio dan sustento a la investigación por lo que se realizó una evaluación bibliográfica de investigaciones anteriores (Vásquez, 2011).

#### **4.6.2. Instrumentos**

Según Hernández (2018). Un intrumento sirve como un elemento de medicion en el que se registran datos que se pueden observar esto con referencia a las variables.

##### **a) Fichas de recolección de datos**

En este caso en la investigación se emplearon formatos para el análisis de la vulnerabilidad como la ficha de acuerdo con el Método italiano (Benedetti-Petrini).

### Método Italiano (Benedetti-Petrini)

Investigador :  
Ubicación :  
N° de vivienda :  
Fecha :

#### **Parámetros**

##### **1 .Organización del sistema resistente**

- a) A (Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica)
- b) B (Años de construcción menor a 1997 y asesoría técnica)
- c) C (Sin asesoría técnica)

##### **2 .Calidad del sistema resistente**

- a) A (Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos)
- b) B (Años de construcción menor a 1997 y buenos materiales y procesos constructivos)
- c) C (Materiales y procesos constructivos deficientes)

##### **3 .Resistencia convencional**

- a)  $\alpha h \geq 1.2$
- b)  $0.6 \leq \alpha h < 1.2$
- c)  $\alpha h < 0.60$

##### **4 .Posicion del edificio y cimentacion**

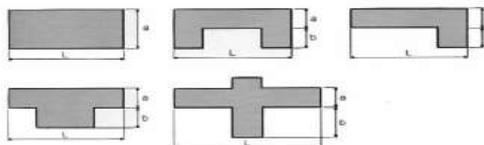
- a) A (Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, RNE e 0.30)
- b) B (Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible- sales y humedad, RNE e 0.30)
- c) C (Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, sales y humedad)

##### **5 .Diagramas horizontales**

- A (Edificación con diafragma: (1) ausencia de planos a desnivel, (2) deformación de diafragma y (3) conexión eficaz entre el diafragma y muro)
- a)
  - b) B (Edificación que no cumple con una de las edificaciones de la clase A)
  - c) C (Edificación que no cumple con dos de las edificaciones de la clase A)

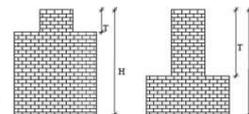
##### **6 .Configuración en planta**

- a)  $IR \leq 0.25$
- b)  $0.25 < IR \leq 0.75$
- c)  $IR > 0.75$



##### **7 .Configuración en elevación**

- a)  $RL > 0.66$
- b)  $0.33 < RL \leq 0.66$
- c)  $RL \leq 0.66$  muestra irregularidades en un sistema resistente ve



##### **8 .Distancia máxima entre columnas**

- a) Año de construcción  $>$  a 1997 y con las asistencias técnicas
- b) Año de construcción  $<$  a 1997 y con las asistencias técnicas
- c) Sin la asistencia técnica

##### **9 .Tipo de cubierta**

- Corriente estable conecta debidamente amarrando a las vigas con una conexión adecuada y
- a) con material liviano con una edificación cubierta plana
  - b) Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones
  - c) Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel

##### **10 .Elemento no estructural**

- a) Debe cumplir con la clase a y b de la mampostería:
  - a. Edificaciones que no contienen elementos o estructurales mal conectados al sistema resistente.
  - b. Edificación con Parámetros y balcones conectados al sistema resistente
- b) Edificio sin parámetros con elementos de cornisas conectadas en la pared  
Edificio el que presenta tanques de agua o tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Se encuentran parapetos u otros elementos con un peso significativo, mal
- c) construidos, fáciles de desplomar ante agentes sísmicos.

##### **11 .Estado de conservación**

- a) Buen estado
- b) Ligeramente dañado
- c) Mal estado de conservación

**Figura N° 21.** Fichas de recolección de datos

**Nota:** Propia

#### 4.6.3. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

##### a) Validez

Según Relloso (2021), la validez alude al grado en que un instrumento evidencia un dominio determinado del contenido de lo que se mide, interpretándose como el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida.

Por tal motivo, se contará con la participación de 3 ingenieros civiles, expertos en el área de concreto armado y albañilería, quienes desde su punto de vista deberán validar los instrumentos de recolección de datos de la presente investigación, donde el grado de validez será el promedio de las tres puntuaciones.

**Tabla 15.** Rangos y Magnitudes de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0,54 a 0.59	Validez baja
0,60 a 0.65	Validez
0,66 a 0.71	Muy válida
0,72 a 0.99	Excelente validez
21.00	Validez perfecta

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 16.** Evaluación de expertos

Datos	Profesión	Grado	Puntaje
Porras Rando Olarte	Ingeniería Civil	Magister	87%
Ordoñez Camposano Vladimir	Ingeniería Civil	Ingeniero	93%
Villanueva Rosales Miguel	Contador	Contador	90%
Total			90%

**Nota:** Elaboración propia

Los tres expertos que validaron las fichas de investigación le dieron puntajes de 87%, 93% y 90%, dando como resultado un promedio de valides del 90% clasificándolo con una excelente validez.

## b) Confiabilidad

De acuerdo con Vásquez (2020), la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que éste produce resultados iguales en cada aplicación que se realice sobre un mismo individuo u objeto.

**Tabla 17.** Rangos y Magnitudes de validez

Intervalo al que pertenece el coeficiente alfa de Cronbach	Valoración de la fiabilidad de los ítems analizados
[0; 0,5]	Inaceptable
[0,5; 0,6]	Pobre
[0,6; 0,7]	Débil
[0,7; 0,8]	Aceptable
[0,8; 0,9]	Bueno
[0,9; 1]	Excelente

**Nota:** Elaboración propia

Confiabilidad												
No	Indicadores	INTRINSECA					EXTRINSECA					TOTAL
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	i-1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	13
2	i-2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	15
3	i-3	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	15
4	i-4	3	1	1	2	1	3	2	3	3	3	22
5	i-5	3	2	3	2	3	1	1	2	3	3	23
6	i-6	3	2	3	2	3	1	1	2	3	3	23
7	i-7	3	2	3	3	2	3	3	1	1	3	24
<b>VARIANZA F</b>		0.82	0.24	0.98	0.41	0.69	0.82	0.49	0.29	0.98	0.24	19.06
												5.96

K =	10	item
K/(K-1) =	1.111	
$\sum_{i=1}^k s_i^2 =$	5.96	
$s_y^2 =$	19.06	
ALFA =	0.764	

#### 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Giraldo (2016), el procesamiento de la información sirve para la generación de datos de forma ordenada y agrupada con lo que facilita al investigador analizar la información a su disposición para lograr los objetivos planteados.

##### 4.7.1. Caracterización de la edificación

La estructura en la que se hace la investigación es una vivienda multifamiliar que está ubicada en el distrito de Huancayo, en el Jr. Huánuco N°350.



**Figura N° 22.** Edificación de 10 niveles (vista frontal) ubicado en el Jr. Huánuco N°350, Huancayo

**Nota:** Propia



**Figura N° 23.** Edificación de 10 niveles (vista lateral) ubicado en el Jr. Huánuco N°350, Huancayo

**Nota:** Propia

**Tabla 18.** Datos que caracterizan a la edificación

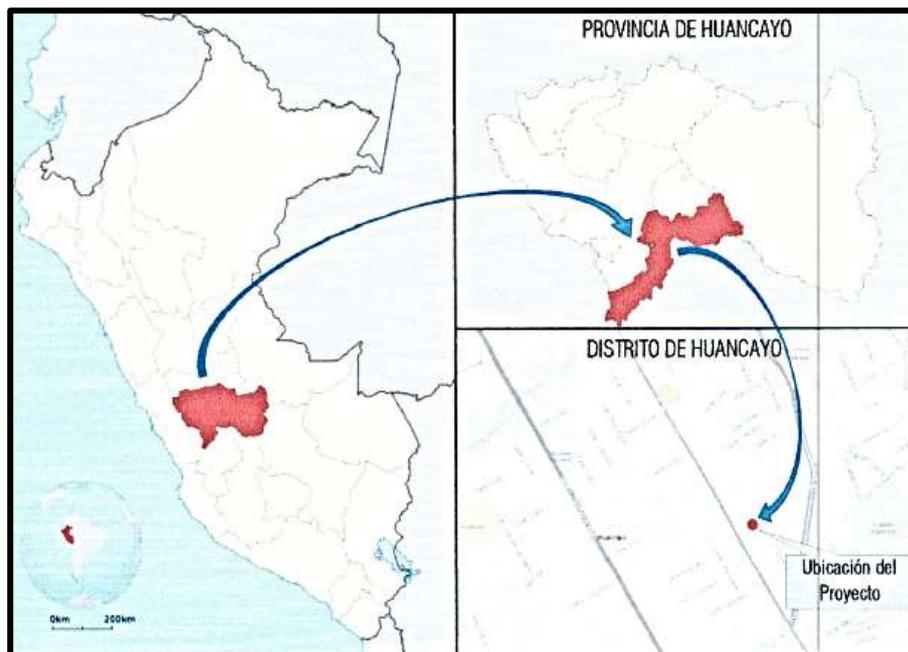
Características _ edificación	
N° de pisos	10 pisos + 1 sotano <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 sótano</li> <li>- Planta 1y2 destinado a comercio</li> <li>- Planta 3 y 10 destinada a departamentos</li> </ul>
Sistema estructural	Pórticos
Área	1182.52 m <sup>2</sup>
Columnas	C 0.30*0.75 cm, C 1.00*0.30cm, 1.00*0.40 cm, C 0.55*0.50 cm, C-L 75*75*46 cm, C -T 0.75*0.29*0.35*0.30cm
Vigas	V 0.3*0.5 cm, V 0.3*0.6cm, V 0.3*0.7 cm, V 0.25*0.5 cm, V 0.25* 0.70 cm, V 0.25*0.40 cm, V 0.3*0.40 cm

**Nota:** Elaboración propia

La estructura está diseñada para el uso comercio en los primeros pisos y departamentos en el resto del edificio.

**a) Ubicación y zonificación**

La edificación se ubica en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín, siendo la ubicación el Jr. Huánuco N° 350.



**Figura N° 24.** Ubicación del proyecto

**Nota:** Tomada de “Informe del estudio de suelos”

Dentro del territorio nacional en función a la figura N°1 del RNE E.030 diseño sismorresistente, en el capítulo II, se observa la distribución espacial de la sismicidad basada en movimientos sísmicos definido en cuatro zonas. De esta forma el distrito de Huancayo pertenece a una zona 3 con un coeficiente  $Z=0.35$ .

#### b) Estudio geotécnico del terreno

La exploración en campo del suelo se realizó siguiendo la norma del RNE E.050 del Artc. 15, identificando inicialmente que nuestra edificación es de tipo II.

Luego de realizar los estudios se llegó a los siguientes resultados:

**Tabla 19.** Resultados de los ensayos

Descripción de resultados		
N° de calicata	C-01	
Prof (m)	6.90	
Análisis granulométrico	Grava (%)	60.44
	Arena (%)	33.21
	Finos (%)	6.36
Humedad natural	W (%)	3.27
Límite líquido	LL (%)	28.90
Índice de plasticidad	I.P	10.10
Clasificación de suelos (SUCS)	Símbolo	GW - GC
	Nombre de grupo	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
Cohesión kg/cm <sup>2</sup>	0.026 kg/cm <sup>2</sup>	
Angulo de fricción (ø)	32.2°	
Sales soluble en suelos	ppm	11903
Cloruros solubles	ppm	2814
Sulfatos solubles (SO <sub>4</sub> )	ppm	116

**Nota:** Elaboración propia

Al realizar el estudio de mecánica del suelo se identificó una grava bien graduada con arcilla y arena por lo que se le clasifica en un tipo de suelo S2 como una grava arenosa con una onda de propagación de corte de 190 m/s.

**Tabla 20.** Factor de suelo “S”

Suelo	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>Zona</b>				
<b>(Z4)</b>	(0.80)	(1.00)	(1.05)	(1.10)
<b>(Z3)</b>	(0.80)	(1.00)	<b>(1.15)</b>	(1.20)
<b>(Z2)</b>	(0.80)	(1.00)	(1.20)	(1.40)
<b>(Z1)</b>	(0.80)	(1.00)	(1.60)	(2.00)

**Nota:** tomada de (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

El factor de suelo S= 1.15 para un suelo de clasificación S2.

**Tabla 21.** Periodos “Tp y TL”

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>T<sub>P</sub> (S)</b>	(0.3)	(0.4)	<b>(0.6)</b>	(1.0)
<b>T<sub>L</sub> (S)</b>	(3.0)	(2.5)	<b>(2.0)</b>	(1.6)

**Nota:** Tomada de (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

De acuerdo con la tabla anterior se afirma que Tp=0.6 y Tl= 2.0

#### 4.7.1.1. Caracterización de la estructura

Seguido a esto en la tabla N°5 en la categoría de edificaciones factor de uso (U) del RNE E.030 Diseño sismorresistente, la edificación se clasifica en una categoría B, entonces su factor de uso (U)=1.3

Con el uso de la tabla N° 7 del RNE E.030 Diseño sismorresistente, se trabaja con un sistema estructural dual por lo que se considera un coeficiente básico R<sub>0</sub>=7, no presenta irregularidad en planta Ip= 1.00 y no se presenta una irregularidad en altura donde Ia=1.00, entonces el factor de reducción R=7.00.

**a) Cálculo de fuerza cortante en la base**

Para el cálculo de la fuerza cortante en la base de la estructura se obtiene mediante la operacionalización de la siguiente fórmula.

Ecuación 1. Fuerza cortante en la base de la edificación

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

Donde:

Z= “Zonificación sísmica”

U= “Categoría en edificación y factor U”

C= “Factor de amplificación sísmica”

S= “Factor de suelo”

R= “Coeficiente básico de reducción”

**Tabla 22.** Fuerza cortante

Factor de zona(Z3)	Z	:	0.35
Factor de suelo	S <sub>2</sub>	:	1.15 (suelos intermedios)
Periodo del suelo	T <sub>p</sub>	:	0.60
Factor de uso	U	:	1.3 (edificaciones importantes: centro comercial B)
Periodo del suelo	C	:	2.50
Coeficiente de reducción	R	:	7 (concreto armado - dual)
Fuerza cortante en la base	V	:	0.187

**Nota:** Propia

**b) Aceleración espectral**

Para el cálculo de la aceleración espectral se trabajará de acuerdo con la zona definido por el factor de ampliación sísmica identificando el comportamiento estructural en un periodo en base a las ecuaciones de la E.030 Diseño sismorresistente.

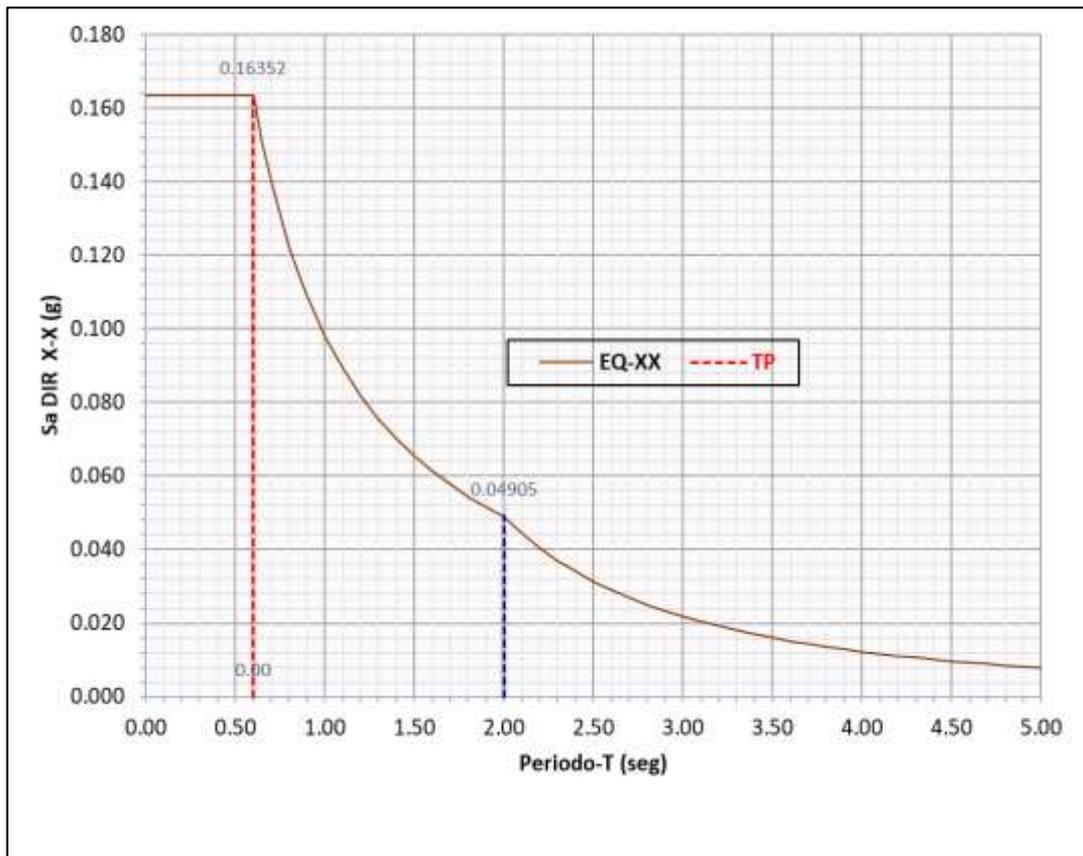
$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \frac{T_p}{T}$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_p - T_L}{T^2} \right)$$

Ecuación 2. Comportamiento de aceleración espectral

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



**Figura N° 25.** Espectro inelástico de pseudo aceleración

**Nota:** Propia

#### 4.7.1.2. Carga viva (Live)

La estructura estará sometida a cargas vivas que serán generados por los habitantes, muebles y demás materiales móviles que son presentados en el RNE E.020 Cargas.

**Tabla 23.** Cargas mínimas repartidas

Ocupación /Uso	Cargas repartidas kPa (Kgf/m2)
<b>Tiendas</b>	(5.0) _500
Área de corredores y de escaleras	(0.5) _500
<b>Viviendas</b>	(2.0) _200
Área de corredores y las escaleras	(2.0) _200
<b>Garajes</b>	
El parqueo exclusivo de los vehículos, con entrada con altura menor a 2.40 m	(2.5)-250

**Nota:** tomada de (RNE E0.20 Cargas, 2021)

#### 4.7.1.3. Carga muerta (Dead)

La carga muerta en la estructura presentada en la edificación: son elementos estructurales (columna, vigas, losas, muros de albañilería). De esta forma el peso de una losa aligerada con un espesor de 20 cm es 300 kg/ m2.

**Tabla 24.** Características de los elementos

Material	Peso unitario (Kg/m3)	Coefficiente de poisson	Módulo de elasticidad (kg/ cm2)
Elementos de albañilería	1800	0.25	$E_m = 500 f' m$
Acero	7800	0.27 – 0.30	$E_c = 2.0 * 10^6$
Concreto	2400	0.15 – 0.20	$E_c = 15000 * \sqrt{f' c}$

**Nota:** Tomada por (Abanto Castillo, 2017)

Tomando en cuenta estas cargas se hace un resumen de las cargas aplicadas por piso en la edificación referente al RNE E.020 Cargas.

**Tabla 25.** Cargas aplicadas por piso

Nivel	Altura (m)	Acabados (kg/m <sup>2</sup> )	Tabique (kg/m <sup>2</sup> )	SC piso típico (Live) (kg/m <sup>2</sup> )	SC azotea (kg/m <sup>2</sup> )
Sótano	3.00	100	150	250	0
Piso 1	3.84	150	100	500	0
Piso 2	3.84	150	100	500	0
Piso 3	3.15	150	150	200	0
Piso 4	3.15	150	150	200	0
Piso 5	3.15	150	150	200	0
Piso 6	3.15	150	150	200	0
Piso 7	3.15	150	150	200	0
Piso 8	3.15	150	150	200	0
Piso 9	3.15	150	150	200	0
Piso 10	3.15	150	150	200	0

**Nota:** Elaboración propia

#### 4.7.1.4. Combinación de cargas dinámicas

Se emplea una combinación de cargas para realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica en la edificación en el programa ETABS, estos en función a al RNE en la E.060 Concreto armado – Capítulo 9 (requisitos de la resistencia y de servicio).

**Tabla 26.** Combinación de cargas para un sistema dinámico

$U = 1.4 CM + 1.7 CV$
$U = 0.9 CM - CS_x$
$U = 0.9 CM - CS_y$
$U = 0.9 CM + CS_x$
$U = 0.9 CM + CS_y$
$U = 1.25(CM + CV) + CS_x$
$U = 1.25(CM + CV) + CS_y$
$U = 1.25(CM + CV) - CS_x$
$U = 1.25(CM + CV) - CS_y$

**Nota:** Tomada de E.060 Concreto armado, (2021)

Al realizar un análisis de las distorsiones los resultados deberán cumplir con la tabla N° 20 del RNE E.030 Diseño sismorresistente.

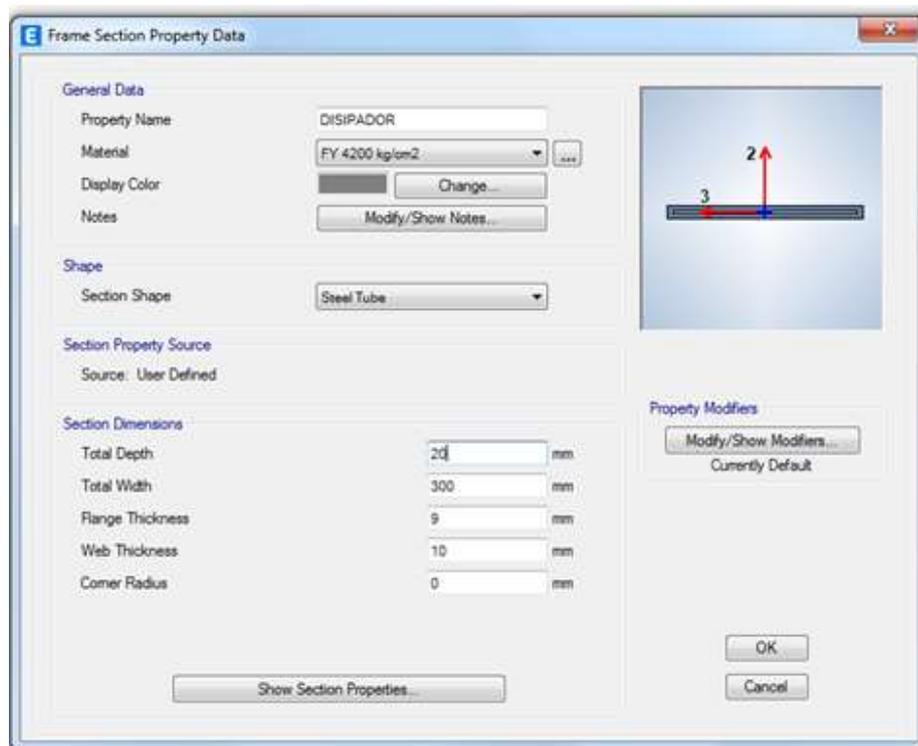
**Tabla 27.** Desplazamiento axial relativo admisible

Límites para la distorsión del entrepiso	
Mat. con predominio	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto armado	(0.007)
Acero	(0.010)
Albañilería	(0.005)
Madera	(0.010)
Edificios de concreto armado con una ductilidad limitada	(0.005)

**Nota:** Tomada de (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018)

#### 4.7.2. Definición de dispositivos SLB

De forma inicial los elementos SLB son elementos frame rectangulares a los que se dio una dimensión de 30cm x 20cm de esta forma se obtienen una cortante inicial para un prediseño.

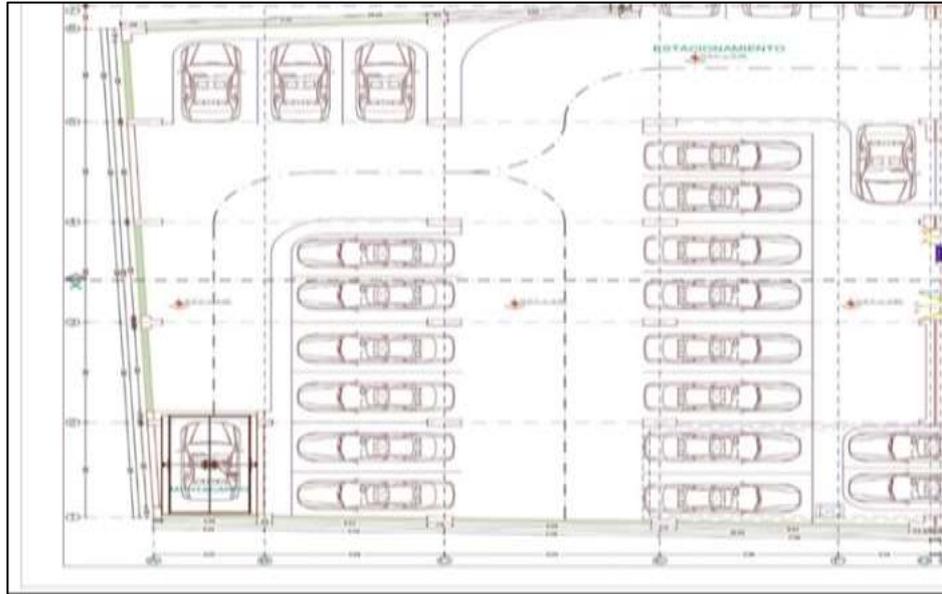


**Figura N° 26.** Dispositivo SLB frame

**Nota:** Modelamiento ETABS

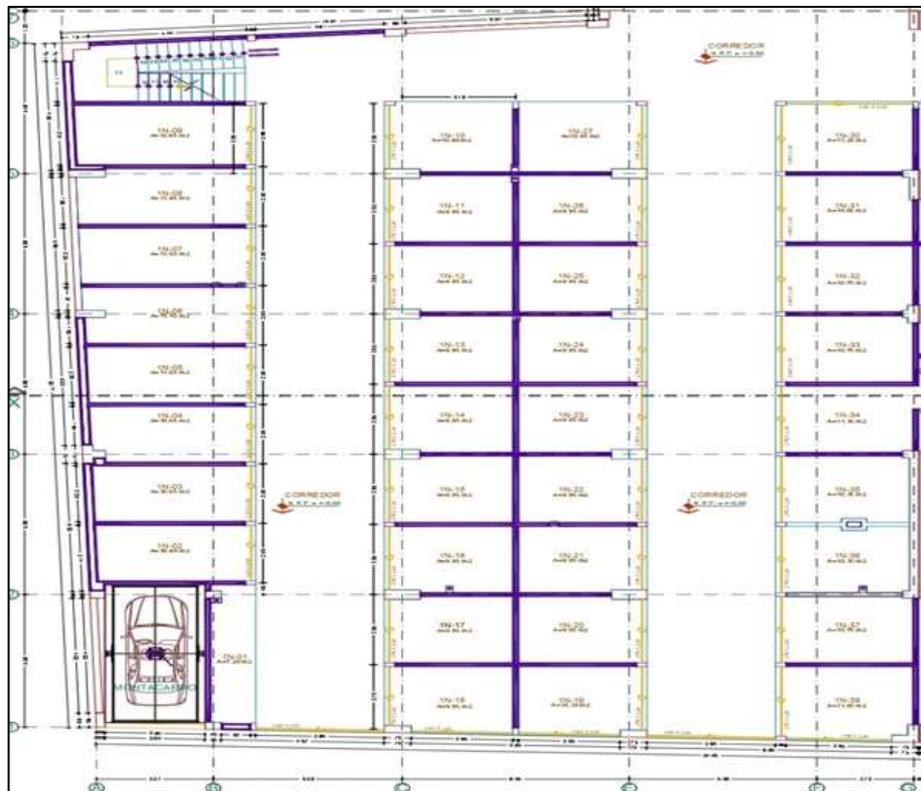
**a) Modelamiento**

Se realizó el modelamiento de la estructura empleando el programa ETABS V20 de todos los niveles y se realizó una asignación de cargas, asimismo se hizo una combinación de cargas.



**Figura N° 27.** Planta del sotano

**Nota:** Tomada de "Modelamiento ETABS"

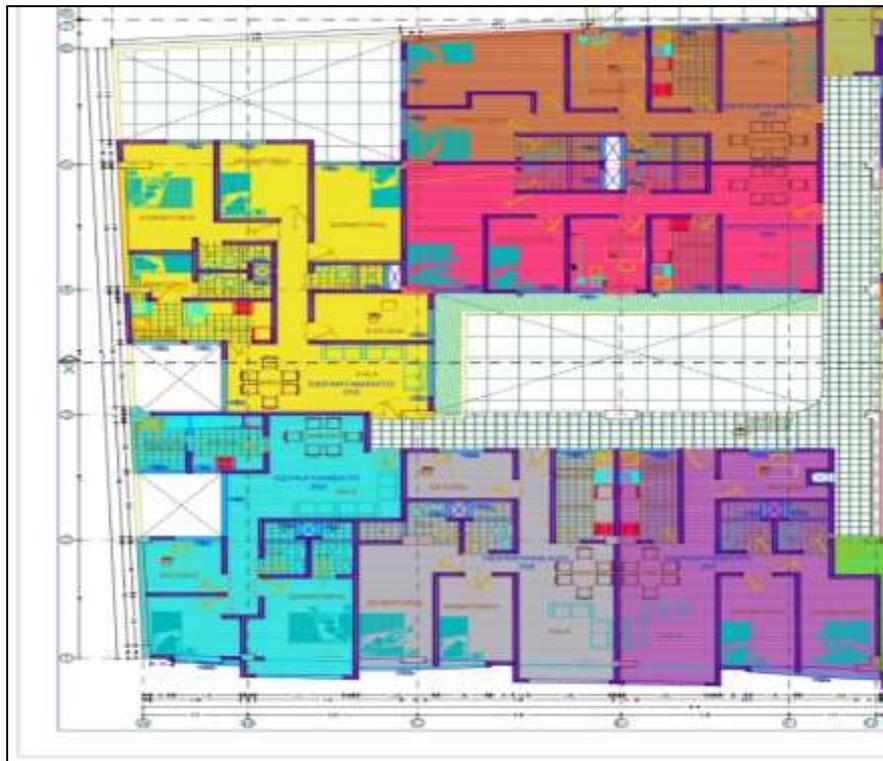


**Figura N° 28.** Planta del 1er piso

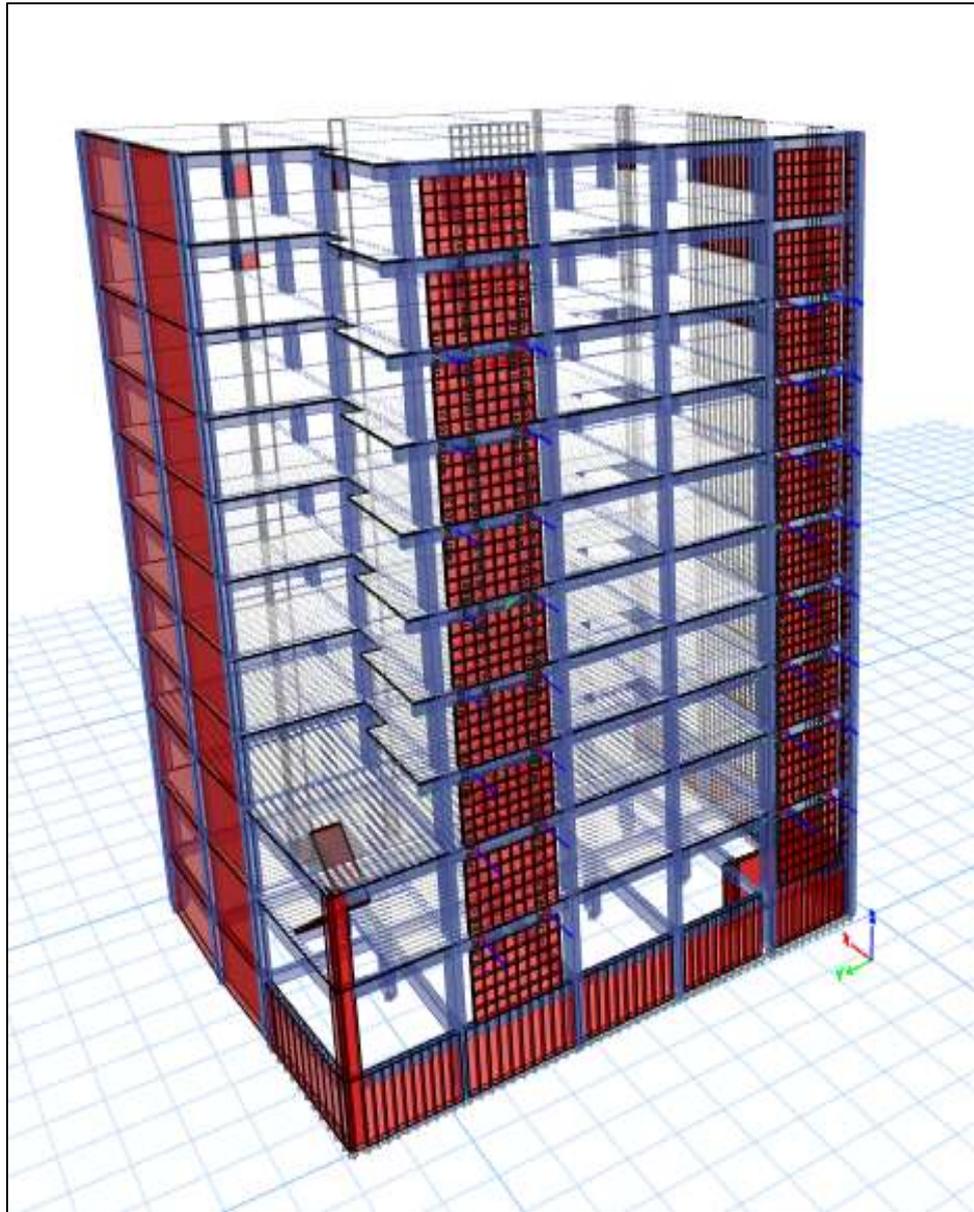
**Nota:** Tomada de "Modelamiento ETABS"



**Figura N° 29.** Planta del segundo piso  
**Nota:** Tomada de “Modelamiento ETABS”



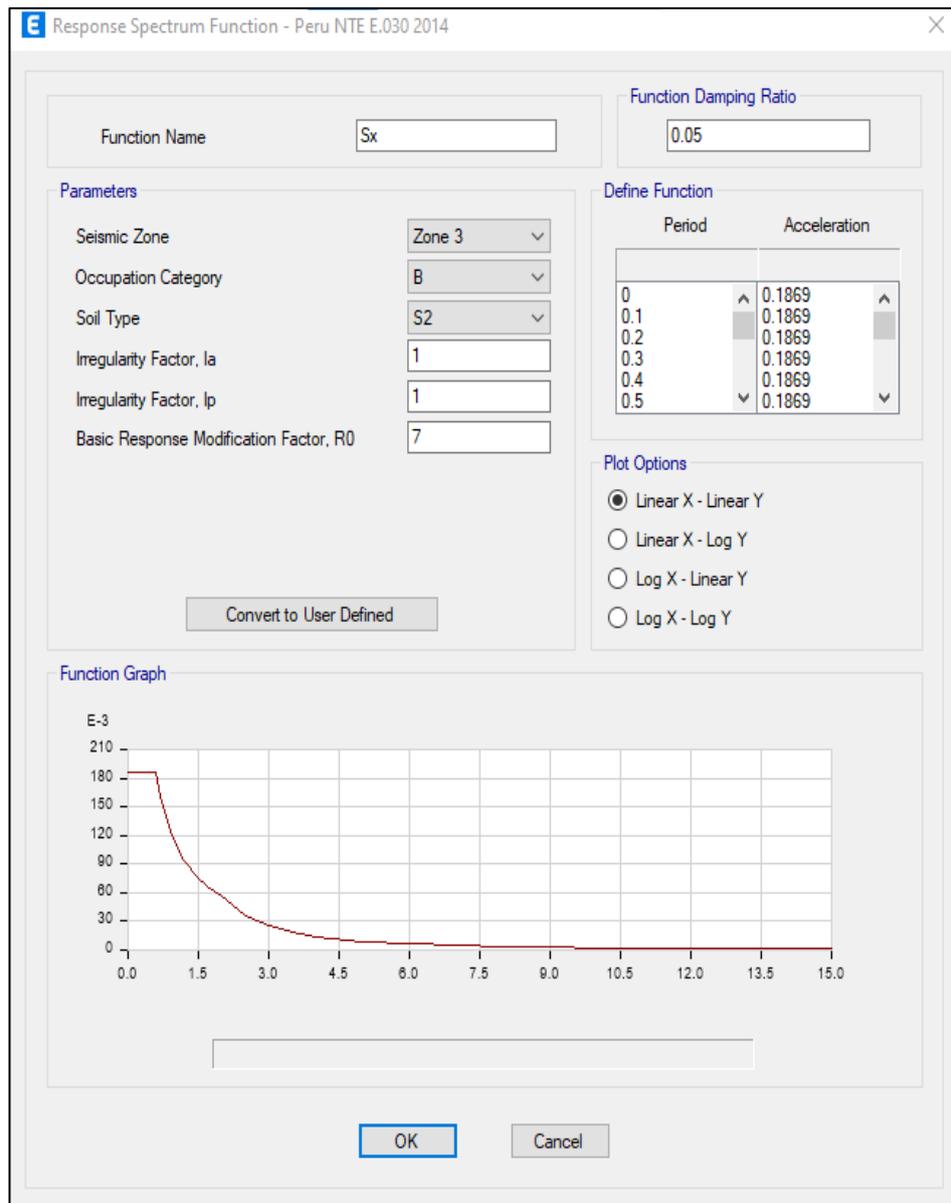
**Figura N° 30.** Planta del 3er piso – 10mo piso  
**Nota:** Tomada de “Modelamiento ETABS”



**Figura N° 31.** Modelo 3D de la edificación

**Nota:** Tomada “Modelamiento ETABS”

Al realizar el análisis dinámico espectral de acuerdo con la norma E.030 Diseño sismorresistente del RNE considerando parámetros sísmicos se construyó un espectro elástico con un factor de reducción  $R=7$ .



**Figura N° 32.** Espectro de pseudo aceleración

**Nota:** Tomada de “ETABS modelamiento”

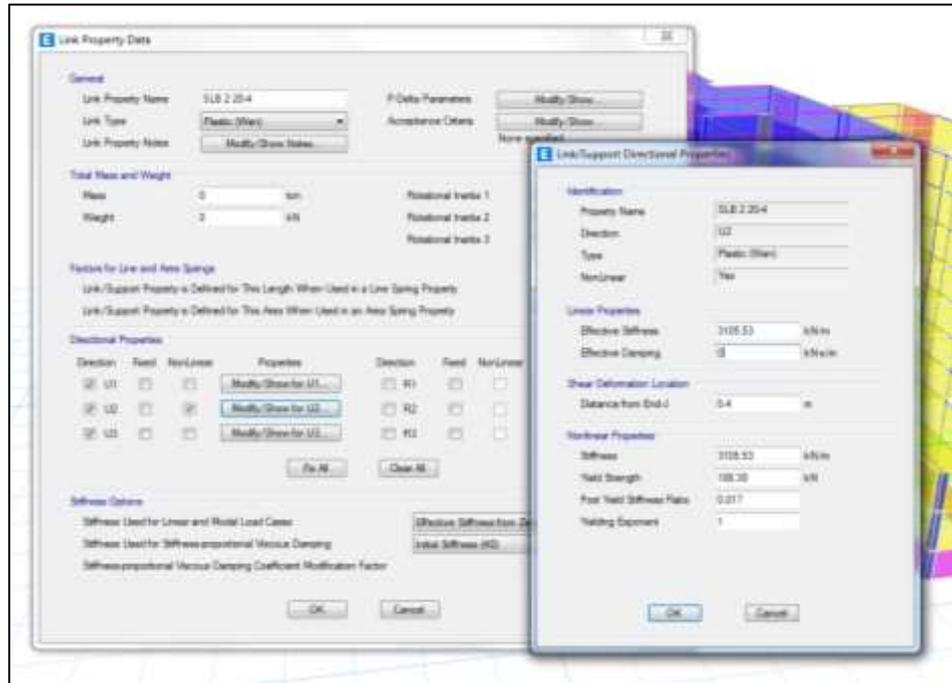
Al construir el espectro, fue aplicado al modelo estructural con la finalidad de obtener resultados de respuesta y diseño sísmico.

#### b) **Análisis de fuerzas cortantes en elementos SLB**

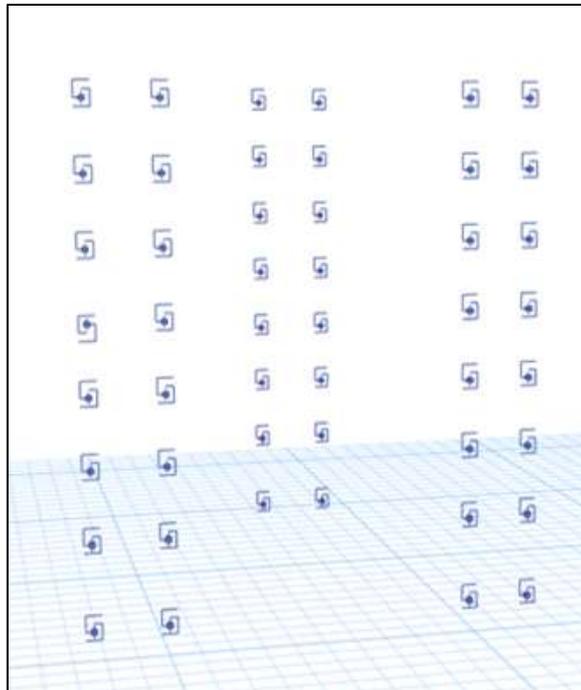
Al realizar el modelamiento en el programa ETABS de la edificación colocando elementos frame que cumplen la función de disipador SLB la cual muestra los esfuerzos resultantes que servirán para la elección de un disipador SLB en función a los esfuerzos a los que es sometido cada uno de estos.

- **Elementos SLB**

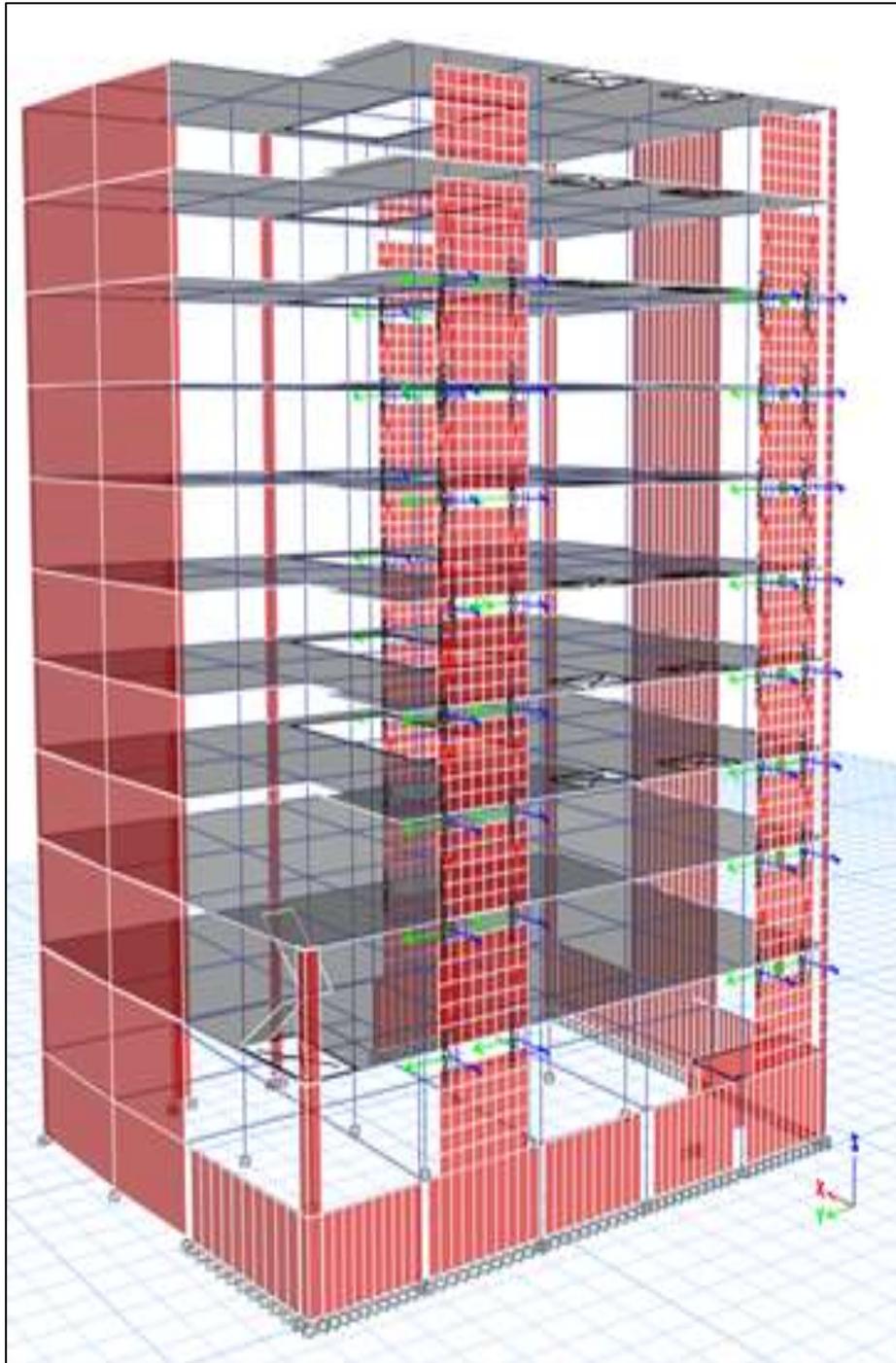
Se eligió dos tipos de disipador SLB que será usado en la edificación, en los muros del primer al cuarto piso, se usará el disipador SLB2 20-2 y del quinto al décimo piso, se usará el disipador SLB2 10-2 solo en la dirección Y.



**Figura N° 33.** Asignación de amortiguador tipo SLB2 20-2  
**Nota:** Tomada de “Modelamiento ETABS”



**Figura N° 34.** Elementos SLB asignados en todos los niveles de la edificación  
**Nota:** Modelamiento ETABS



**Figura N° 35.** Muros desacoplados con implementación de disipadores SLB  
**Nota:** Tomada de “Modelamiento ETABS”

#### **4.8. Aspectos éticos**

De acuerdo con lo mencionado por Espinoza, (2020) “en una investigación cuantitativa los aspectos éticos deben de conservar el bienestar de las personas, animales y objetos pertenecientes al entorno de la zona de estudio cumpliendo con la legislación,

ética del proceso de investigación con una alteración de los protocolos durante el proceso de obtención de resultados”

En la presente investigación, se buscó salvaguardar la seguridad de los habitantes de la edificación que fue estudiada y se aseguró no perturbar su forma de vida durante el proceso de recolección de datos. Además, no se llegó a transgredir la propiedad de derecho de información en los autores mencionados como parte de los antecedentes.

Por otro lugar respecto a la reserva de información, por tratarse de información que corresponde al accionar y organización de los repositorios académicos.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de un cálculo previo y el modelamiento en el programa ETABS de una edificación de tipo B, de esta forma se realiza un análisis de los esfuerzos, desplazamientos, comportamiento sísmico, aceleración espectral, deformaciones y fuerza cortante.

#### **5.1. Descripción del diseño tecnológico**

Actualmente se emplean diversos métodos para el cálculo y análisis de vulnerabilidad en las edificaciones tales como el Método italiano (Benedetti-Petrini), etc. Con los cuales se evalúa la calidad de la edificación por medio de una inspección mediante asignación de puntuaciones para luego dar como resultado un valor que lo clasifica dentro de un rango de vulnerabilidad.

- En principio fue necesario identificar el problema de la edificación en estudio.
- Luego se emplearon métodos para el análisis de vulnerabilidad.
- Con los resultados obtenidos de la evaluación, se prosiguió con un análisis de vulnerabilidad más detallado.
- De esta forma se llegó a identificar el nivel de vulnerabilidad que presenta la edificación.

Todo este proceso fue realizado tomando en cuenta el RNE E.030 Diseño sismorresistente, E.020 Cargas, E.060 Concreto armado.

## 5.2. Descripción de resultados

### 5.2.1. Vulnerabilidad Sísmica

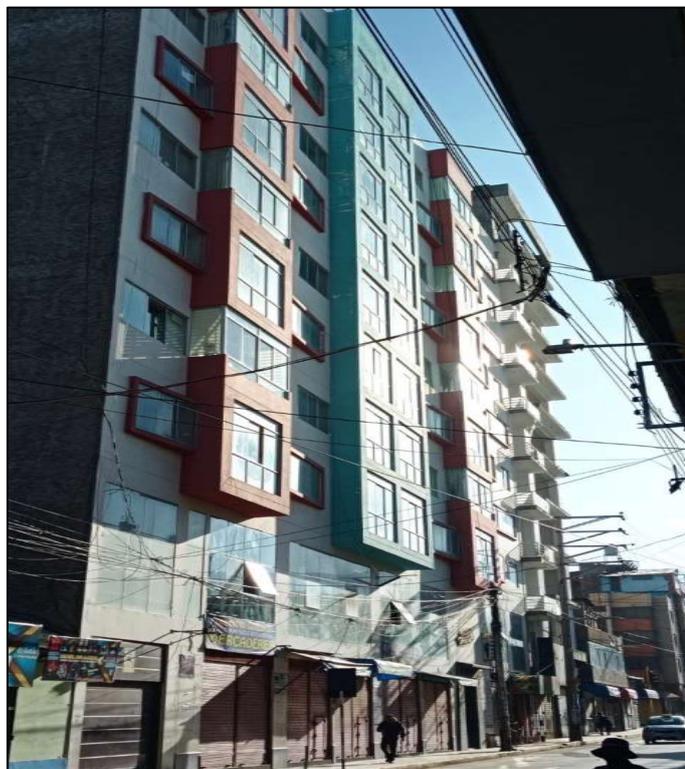
Para analizar la vulnerabilidad de la edificación se empleó el Método italiano (Benedetti-Petrini) el cual evalúa en una escala numérica los parámetros de calificación individual de aspectos como el tipo de cimentación, los elementos estructurales y no estructurales, la configuración en planta y elevación, el estado de conservación y el tipo de calidad de los materiales.

- **Organización del sistema resistente**

La edificación se clasifica dentro del parámetro A, afirmando que la construcción se realizó antes de 1997 y se contó con asesoría técnica.

**Tabla 28.** Organización del sistema resistente

Organización del sistema resistente	
<b>A</b>	<b>Año de la construcción &gt; a 1997 y asesoría técnica</b>
B	Año de la construcción < a 1997 y asesoría técnica
C	Sin una asesoría técnica



**Figura N° 36.** Organización del sistema resistente

**Fuente:** Propia

- **Calidad del sistema resistente**

La construcción se diseñó y construyó luego del año 1997 y se emplearon materiales de buena calidad durante el proceso de construcción.

**Tabla 29.** Análisis de calidad del sistema resistente

Calidad del sistema resistente	
A	Año de construcción > 1997, buenos materiales y los procesos constructivos
B	Año de construcción < 1997, buenos materiales y los procesos constructivos
C	Materiales y los procesos constructivos deficientes



**Figura N° 37.** Calidad del sistema resistente

**Fuente:** Propia

- **Resistencia convencional**

Para el análisis de estos parámetros se realizó un proceso de modelamiento en el programa ETABS para el cálculo del peso muerto empleado para el cálculo de la cortante basal.

Para el cálculo del  $\alpha_h$  es la relación que hay entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Se toman como datos:

- El peso específico del concreto: 2.4 Ton /m<sup>3</sup>
- El factor suelo evaluado, cargas:

**Tabla 30.** Factor de suelo “S”

Suelo	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>Zona</b>				
(Z4)	(0.80)	(1.00)	(1.05)	(1.10)
(Z3)	(0.80)	(1.00)	<b>(1.15)</b>	(1.20)
(Z2)	(0.80)	(1.00)	(1.20)	(1.40)
(Z1)	(0.80)	(1.00)	(1.60)	(2.00)

Nota: tomada de (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

El factor de suelo S= 1.15 para un suelo de clasificación S2.

**Tabla 31.** Periodos “Tp y TL”

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>T<sub>P</sub> (S)</b>	(0.3)	(0.4)	<b>(0.6)</b>	(1.0)
<b>T<sub>L</sub> (S)</b>	(3.0)	(2.5)	<b>(2.0)</b>	(1.6)

Nota: Tomada de (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018).

De acuerdo con la tabla anterior se afirma que T<sub>p</sub>=0.6 y T<sub>l</sub>= 2.0

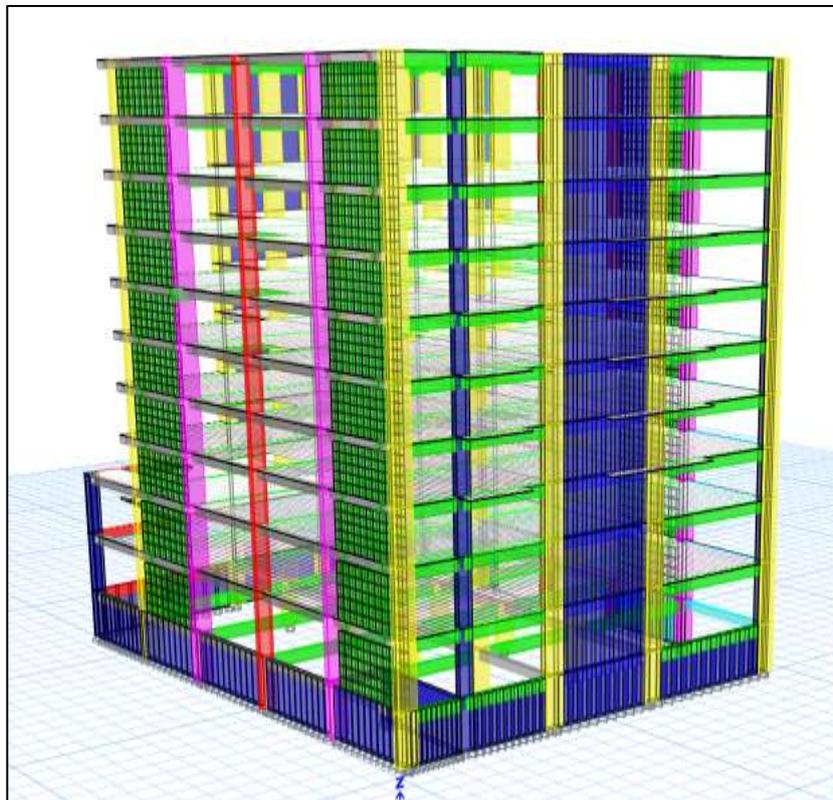
Tomando en cuenta estas cargas se hace un resumen de las cargas aplicadas por piso en la edificación referente al RNE E.020 Cargas.

**Tabla 32.** Cargas aplicadas por piso

Nivel	Altura (m)	Acabados (kg/m <sup>2</sup> )	Tabique (kg/m <sup>2</sup> )	SC piso típico (Live) (kg/m <sup>2</sup> )	SC azotea (kg/m <sup>2</sup> )
Sótano	3.00	100	150	250	0
Piso 1	3.84	150	100	500	0
Piso 2	3.84	150	100	500	0
Piso 3	3.15	150	150	200	0
Piso 4	3.15	150	150	200	0
Piso 5	3.15	150	150	200	0
Piso 6	3.15	150	150	200	0
Piso 7	3.15	150	150	200	0
Piso 8	3.15	150	150	200	0
Piso 9	3.15	150	150	200	0
Piso 10	3.15	150	150	200	0

**Nota:** Elaboración propia

Se realizó el modelamiento de la edificación colocando elementos de columnas y placas.



**Figura N° 38.** Modelamiento en ETABS

**Nota:** Propia

- Cálculo de fuerza cortante en la base

Para el cálculo de la fuerza cortante en la base de la estructura se obtiene mediante la operacionalización de la siguiente formula.

Ecuación 3. Fuerza cortante en la base de la edificación

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

Donde:

Z= “Zonificación sísmica”

U= “Categoría en edificación y factor U”

C= “Factor de amplificación sísmica”

S= “Factor de suelo”

R= “Coeficiente básico de reducción”

**Tabla 33.** Fuerza cortante

Factor de zona(Z3)	Z	: 0.35
Factor de suelo	S <sub>2</sub>	: 1.15 (suelos intermedios)
Periodo del suelo	Tp	: 0.60
Factor de uso	U	: 1 (edificación común: Vivienda multifamiliar, categoría C)
Periodo del suelo	C	: 2.50
Coeficiente de reducción	R	: 7 (Dual)
Fuerza cortante en la base	V	: 0.187

**Nota:** Propia

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * p = 0.187 * 643.31 \text{tn} = 120.3 \text{tn}$$

$$\emptyset Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 722.43 \text{tn}$$

$$\text{De esta forma el valor de } \alpha h = \frac{772.43}{120.3} = 6.42 \text{tn}$$

**Tabla 34.** Resistencia convencional

Resistencia convencional	
A	$\alpha h \geq 1.2$
B	$0.60 \leq \alpha h < 1.2$
C	$\alpha h < 1.2$

**Nota:** Propia

- **Posición del edificio y cimentación**

Al realizar un análisis geológico del distrito de Huancayo, del edificio en el Jirón Huánuco N°350.

**Estudio geotécnico del terreno**

La exploración en campo del suelo se realizó siguiendo la norma del RNE E.050 del Artc. 15, identificando inicialmente que nuestra edificación es de tipo II.

**Tabla 35.** Puntos de estudio de acuerdo con el área techada

N° de hitos de exploración	
Clasificación de edificación u obra	N° de hitos de exploración (n)
(I)	(1) x 225 m2 área techada en 1°er piso
(II)	(1) x 450 m2 de área techada en 1°er piso
(III)	(1) x 900 m2 de área techada en 1°er piso
(IV)	(1) x 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas de área techada del primer piso
Habilitación urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	(3) por cada hectárea de terreno por habilitar

**Nota:** Tomada de “Informe del estudio de suelos”

De esta forma se realizó una calicata con una profundidad de 6.90 m desde la superficie con una sección constante a profundidad.

**Tabla 36.** Características de la calicata

Ítem	Ubicación específica	Calicata	Prof. (m)	Napa freát.	Elevación (m.s.n.m)	Coordenada UTM (Este)	Coordenada UTM (Norte)
1	Jr. Huánuco N° 350	C-01	6.90	N.P.	3,252.00	477474.95	8665388.82

**Nota:** Tomada de “Informe del estudio de suelos”

Luego de la toma de muestras se realizó un EMS en la empresa SILVER GEOTEC S.A.C de acuerdo con NTP y la norma internacional (ASTM), realizando los siguientes ensayos mencionados a continuación.

**Tabla 37.** Descripción de ensayos

	NTP	ASTM
Contenido de humedad natural	: NTP 339.127	ASTM D 2216
Análisis granulométrico por tamizado	: NTP 339.128	ASTM D 422
Límite líquido y límite plástico	: NTP 339.129	ASTM D 4318
Clasificación de suelos SUCS	: NTP 339.134	ASTM D 2487
Clasificación de suelos AASHTO	: NTP 339.135	ASTM D 3287
Ensayo de corte directo	: NTP 339.171	ASTM D 3080
Sales solubles en suelos	: NTP 339.152	
Cloruros solubles (CL-) (ppm)	: NTP 339.177	
Sulfatos solubles (SO4=)	: NTP 339.178	

**Nota:** tomada de “Informe del estudio de suelos”

Luego de realizar los estudios se llegó a los siguientes resultados:

**Tabla 38.** Resultados de los ensayos

Descripción de resultados		
N° de calicata	C-01	
Prof (m)	6.90	
Análisis granulométrico	Grava (%)	60.44
	Arena (%)	33.21
	Finos (%)	6.36
Humedad natural	W (%)	3.27
Límite líquido	LL (%)	28.90
Índice de plasticidad	I.P	10.10
Clasificación de suelos (SUCS)	Símbolo	GW - GC
	Nombre de grupo	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
Cohesión kg/cm2	0.026 kg/cm2	
Angulo de fricción ( $\phi$ )	32.2°	
Sales soluble en suelos	ppm	11903
Cloruros solubles	ppm	2814
Sulfatos solubles (SO4)	ppm	116

**Nota:** Elaboración propia

**Al realizar el estudio de mecánica del suelo se identificó una grava bien graduada con arcilla y arena por lo que se le clasifica en un tipo de suelo S2.**

**Tabla 39.** Características y ensayos químicos

Ítem	Ubicación	Calicata	Prof. (m)	S.S.T (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)
1	Jr. Huánuco N° 350	C-01	6.90	11903	2814	116

Fuente: Propia

**Tabla 40.** Análisis de posición de la edificación y cimentación

Posición del edificio y cimentación	
A	Edificación que es cimentada sobre el suelo intermedio o flexible de acuerdo con RNE E0.30
B	Edificación que es cimentada sobre el suelo intermedio o flexible de acuerdo con RNE E0.30, es así que presenta sales y humedad
C	Edificación cimentada sin el proyecto aprobado ni la asesoría técnica y hay presencia de sales y humedad

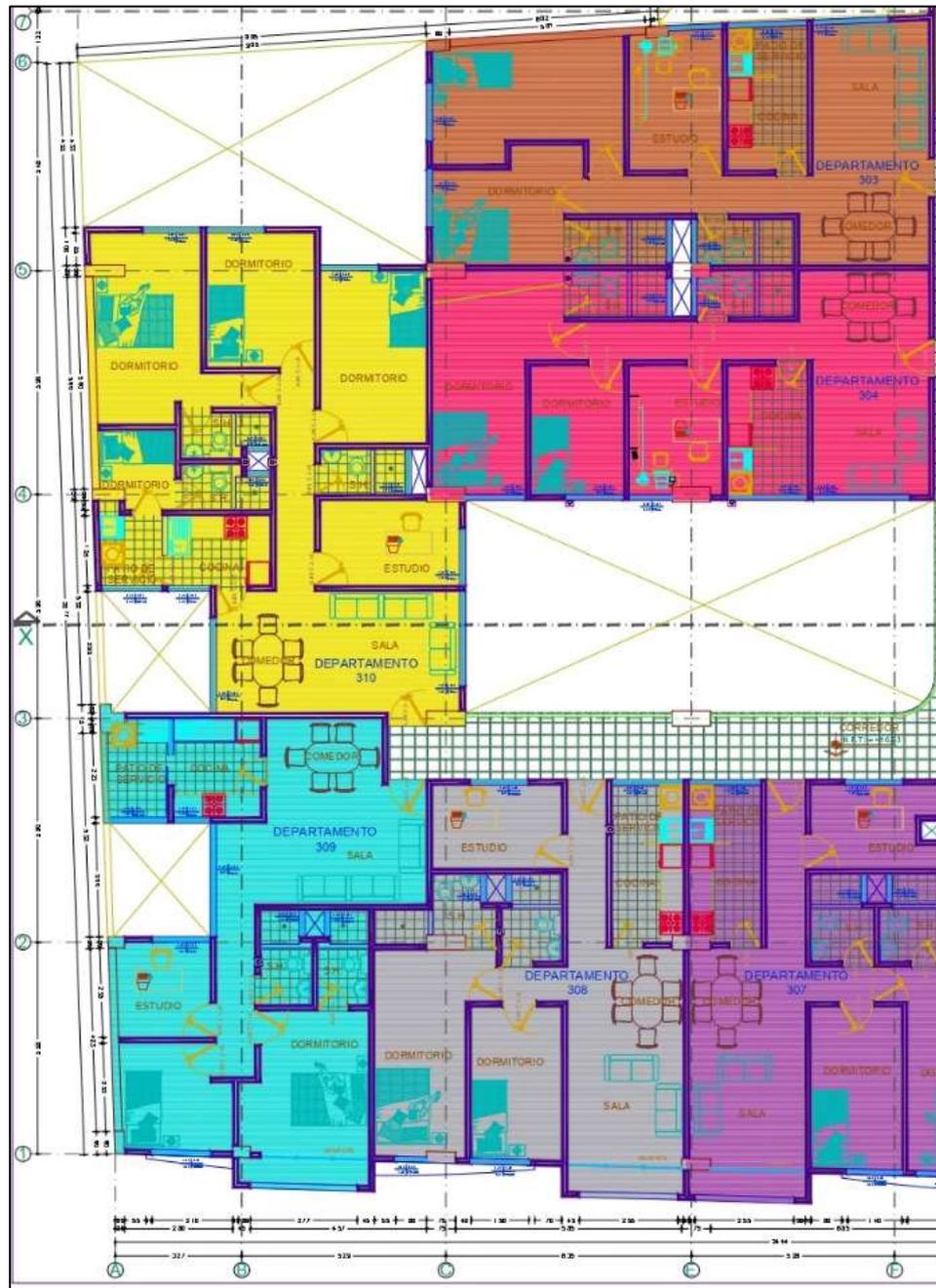
- **Diafragmas horizontales**

Se identificó que la estructura presenta una buena conexión entre los elementos estructurales (entre vigas y columnas) además no muestra deformaciones clasificándose dentro de la sección A.

**Tabla 41.** Análisis de diafragmas horizontales

Diafragmas horizontales	
A	Edificación con los diafragmas que satisfacen: Ausencia de los planos a desnivel Deformación del diafragma despreciable (concreto armado) Conexión eficaz en elementos de diafragma y muro
B	Edificación el que no cumple con condiciones de clase A
C	Edificaciones que no cumplen con dos condiciones de clase A

- Configuración en planta

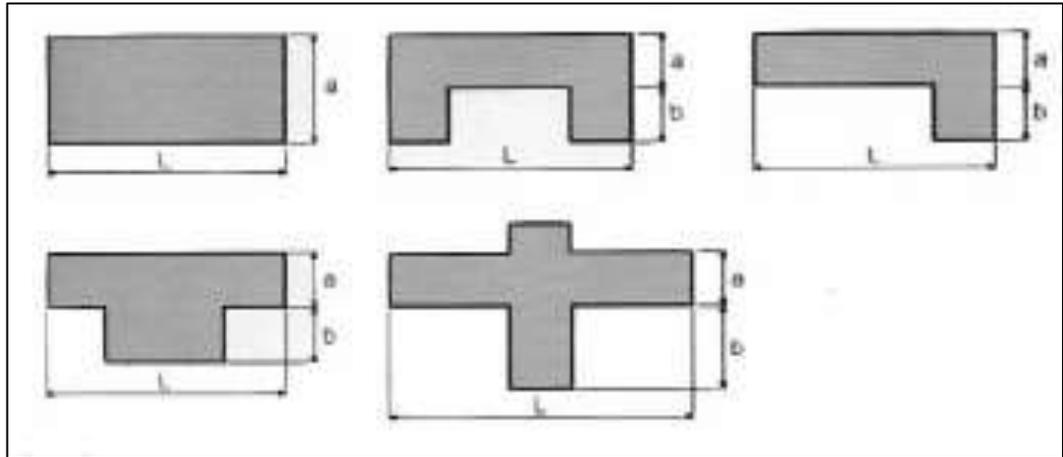


**Figura N° 39.** Configuración en planta

**Nota:** Propia

La forma que tiene en planta de una edificación que es importante para la predicción del comportamiento sísmico de esta. En el caso de las estructuras que son rectangulares llega a ser significativa la relación  $\beta_1 = a/L$  entre dimensiones de planta del lado mayor y menor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo mediante la relación  $\beta_2 = b/L$

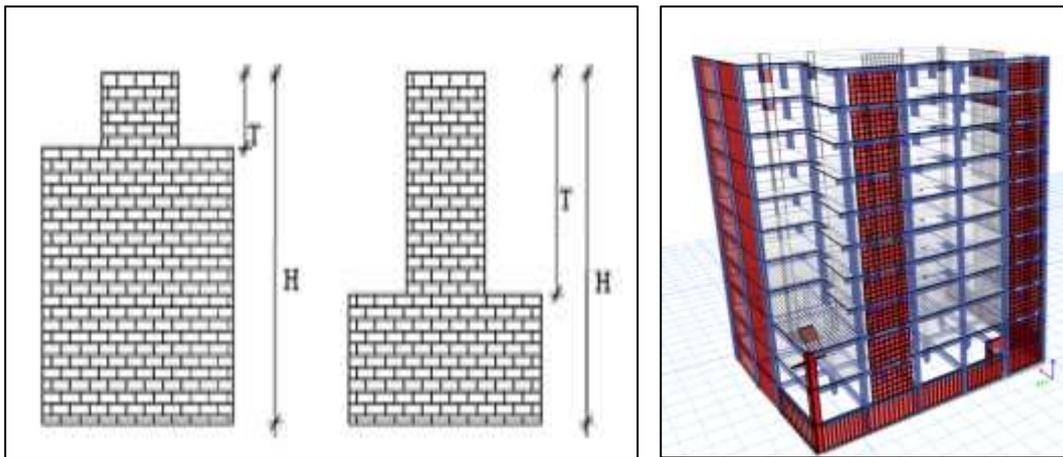
Configuración de planta	
A	$IR \leq 0.25$
B	$0.25 < IR \leq 0.75$
C	$IR > 0.75$



**Figura N° 40.** Configuración en planta de la estructura  
**Nota:** Propia

- **Configuración en elevación**

La presencia de la edificación con masas significativas de distorsión de masas.



**Figura N° 41.** Irregularidad en elevación  
**Nota:** Propia

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

**Tabla 42.** Configuración de la elevación

Configuración de elevación	
A	$RL > 0.66$
B	$0.33 < RL \leq 0.66$
C	$RL \leq 0.66$ muestra irregularidades en un sistema resistente vertical

Fuente: Propia

- **Distancia máxima entre columnas o muros**

Para el parámetro de la distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, al tomar como referencia el año conto con asesoría técnica. Al igual que aquellos parámetros I y II, cumple con asesoría técnica, al ser una edificación construida luego de 1997, obteniendo la clasificación A.

**Tabla 43.** Distancia máxima entre columnas o muros

Configuración en planta	
A	Año de construcción $>$ a 1997 y con las asistencias técnicas
B	Año de construcción $<$ a 1997 y con las asistencias técnicas
C	Sin la asistencia técnica

- **Tipos de cubierta**

La clasificación de este parámetro es A, ya que la cubierta es de losa aligerada y de forma visual muestra una buena conexión.



**Figura N° 42.** Tipo de Cubierta en la edificación.

En este caso se considera del techo a fuerzas sísmicas

---

Tipos de cubierta

A	Cubierta estable conecta debidamente amarrando a las vigas con una conexión adecuada y con material liviano en una edificación cubierta plana
---	---

B	Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones
---	---

C	Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel
---	--

---

- **Elemento no estructural**

Presencia de parapetos y otros elementos no estructurales como tanques como parapetos, estructuras metálicas y tanques de agua están mal conectados a la edificación.



**Figura N° 43.** Elementos no estructurales mal conectado a la estructura.

**Nota:** Propia



**Figura N° 44.** Parapetos que se pueden desplomar

**Nota:** Propia

**Tabla 44.** Elemento no estructural

Elementos no estructurales	
A	Debe cumplir con la clase A y B de la mampostería: c. Edificaciones que no contienen elementos o estructurales mal conectados al sistema resistente. d. Edificación con Parámetros y balcones conectados al sistema resistente
B	Edificio sin parámetros con elementos de cornisas conectadas en la pared
C	Edificio el que presenta tanques de agua o tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Se encuentran parapetos u otros elementos con un peso significativo, mal contruidos, fáciles de desplomar ante agentes sísmicos.

- **Estado de conservación**

Es un parámetro cualitativo, se identificó dos elementos, los elementos estructurales y no estructurales. De esta forma se identificó que en la visita a la edificación no se encuentran en buen estado de conservación identificando una separación entre muros de albañilería elemento de confinamiento (columnas y vigas).



**Tabla 45.** Estado de conservación

Elementos no estructurales	
A	Buen estado
B	Ligeramente dañado
C	Mal estado de conservación

### **Cuantificación del índice de Vulnerabilidad**

Luego de una cuantificación de los once parámetros se determina el índice de vulnerabilidad con la sumatoria:

$$IV = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{11} (Ki + Wi) + 1}{34}$$

El resultado se encuentra dentro de un resultado de 0 a 3825. Con este se determina que a mayor índice de la vulnerabilidad en la edificación se define el índice global de daño.

**Tabla 46.** Rango de valores del índice de vulnerabilidad

<b>Nivel de vulnerabilidad</b>	<b>Rangos (IV)</b>
Baja	$0 < IV < 20$
Media	$20 \leq IV < 40$
Alta	$IV \geq 40$

Este método surgió luego de un estudio post- terremoto en 1976 es así como emplea una calificación subjetiva y se apoya en cálculos simplificados. Es así como el índice de vulnerabilidad es un coeficiente que llega a calificar a la edificación estando relacionado con el grado de daño de estructura o vulnerabilidad.

Escala numérica del IV (Índice de vulnerabilidad) para estructuras de hormigón armado

**Tabla 47.** Resultados del índice de vulnerabilidad

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	0	0	4	0
2	Calidad del sistema resistente	0	0	0	1	0
3	Resistencia convencional	0	0	0	1	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	0	1	1
5	Diagramas horizontales	0	0	0	1	0
6	configuración en planta	0	1	0	1	1
7	configuración en elevación	0	0	0	1	1
8	Distancia máxima entre columnas	0	0	0	1	0
9	Tipo de cubierta	0	0	0	1	0
10	Elemento no estructural	0	0	2	1	2
11	Estado de conservación	0	1	0	1	1
<b>índice de vulnerabilidad</b>						20.588
<b>Impolación lineal (IV)</b>						21.59

Nota: Propia

Se observo en la anterior tabla, la edificación presenta una vulnerabilidad media  $20 \leq IV < 40$  resultando con una vulnerabilidad  $IV = 21.59$ , en el parámetro de organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y distancia máxima entre columnas obtuvo una mejor calificación, pues fue construido luego del año 1997, lo que disminuyó su calificación

**Nota: Para evaluar el comportamiento de la edificación con implementación de dispositivos SBL fue necesario llevar acabo un análisis dinámico de la edificación, realizando un análisis detallado de la estructura patrón y modificada con disipadores con el fin de identificar si hay una variación y reducción de vulnerabilidad, mediante desplazamientos, derivas, fuerzas cortantes.**

## 5.2.2. Objetivo específico 1

### 5.2.2.1. Desplazamientos de la edificación patrón

Se evaluaron los desplazamientos de la edificación en el eje X-X y Y-Y, identificando un desplazamiento máx. en X-X = 13.40 cm y un desplazamiento max eje Y-Y = 27.35 cm.

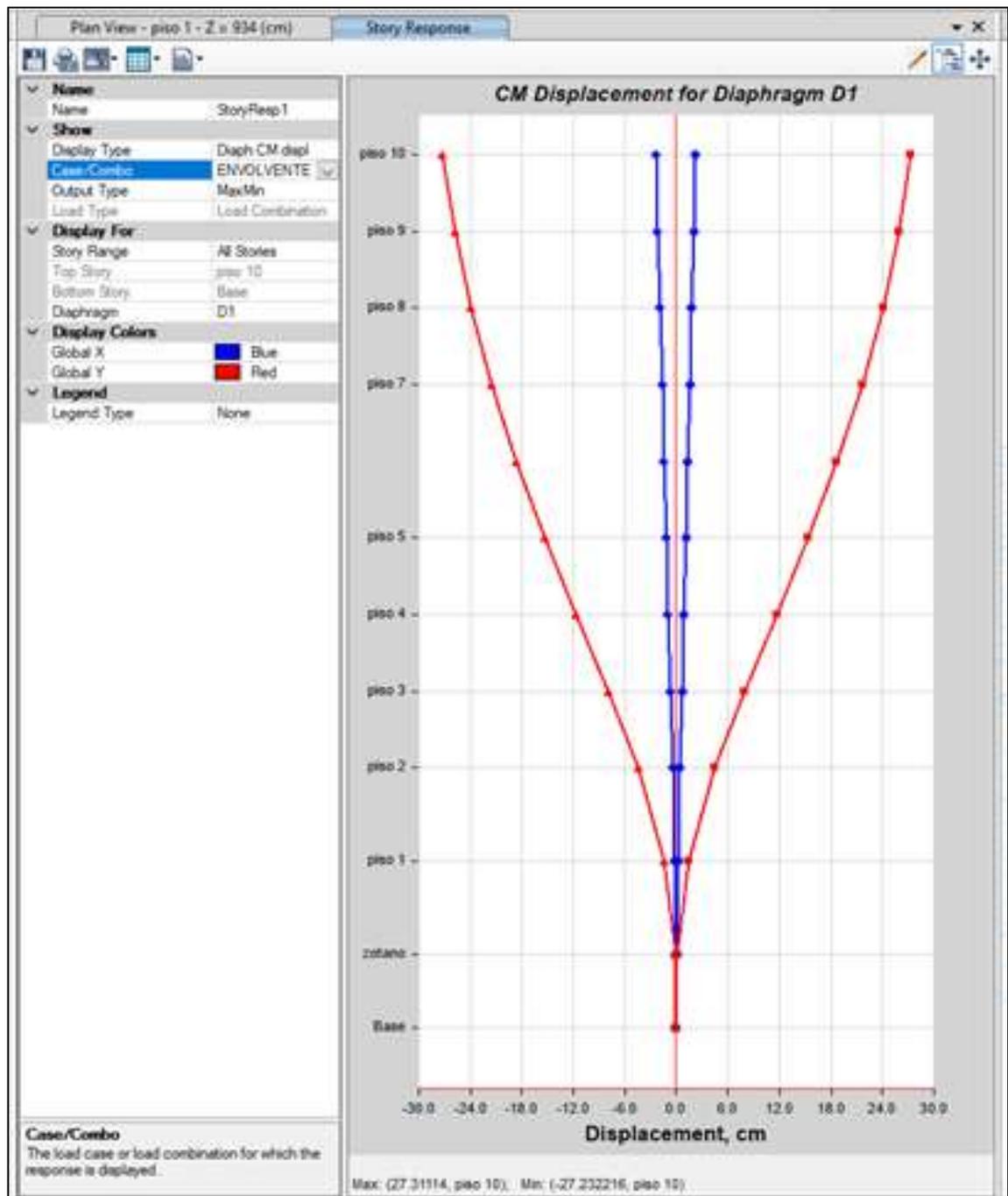


Figura N° 45. Desplazamiento general sin SBL

Nota: Propia

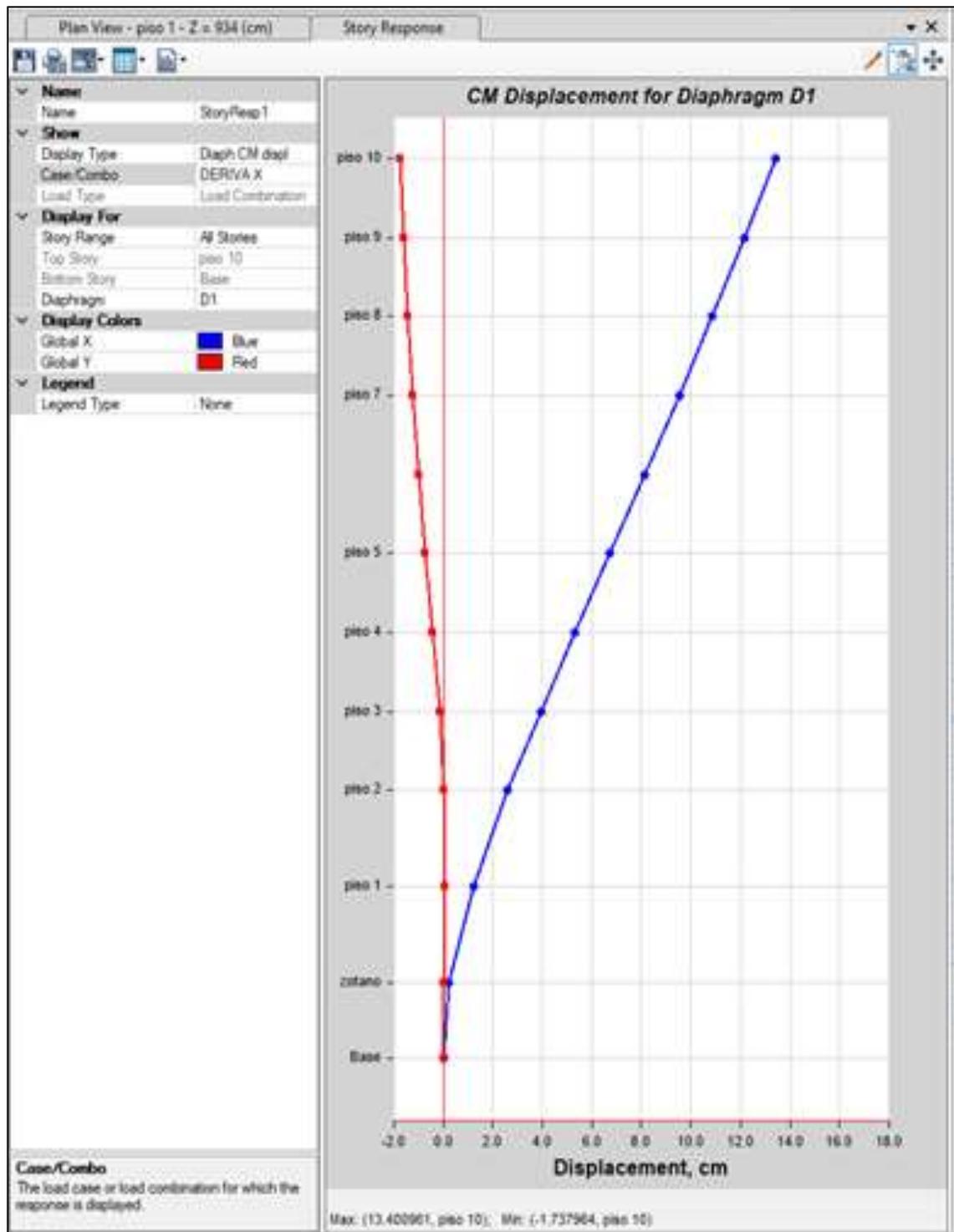
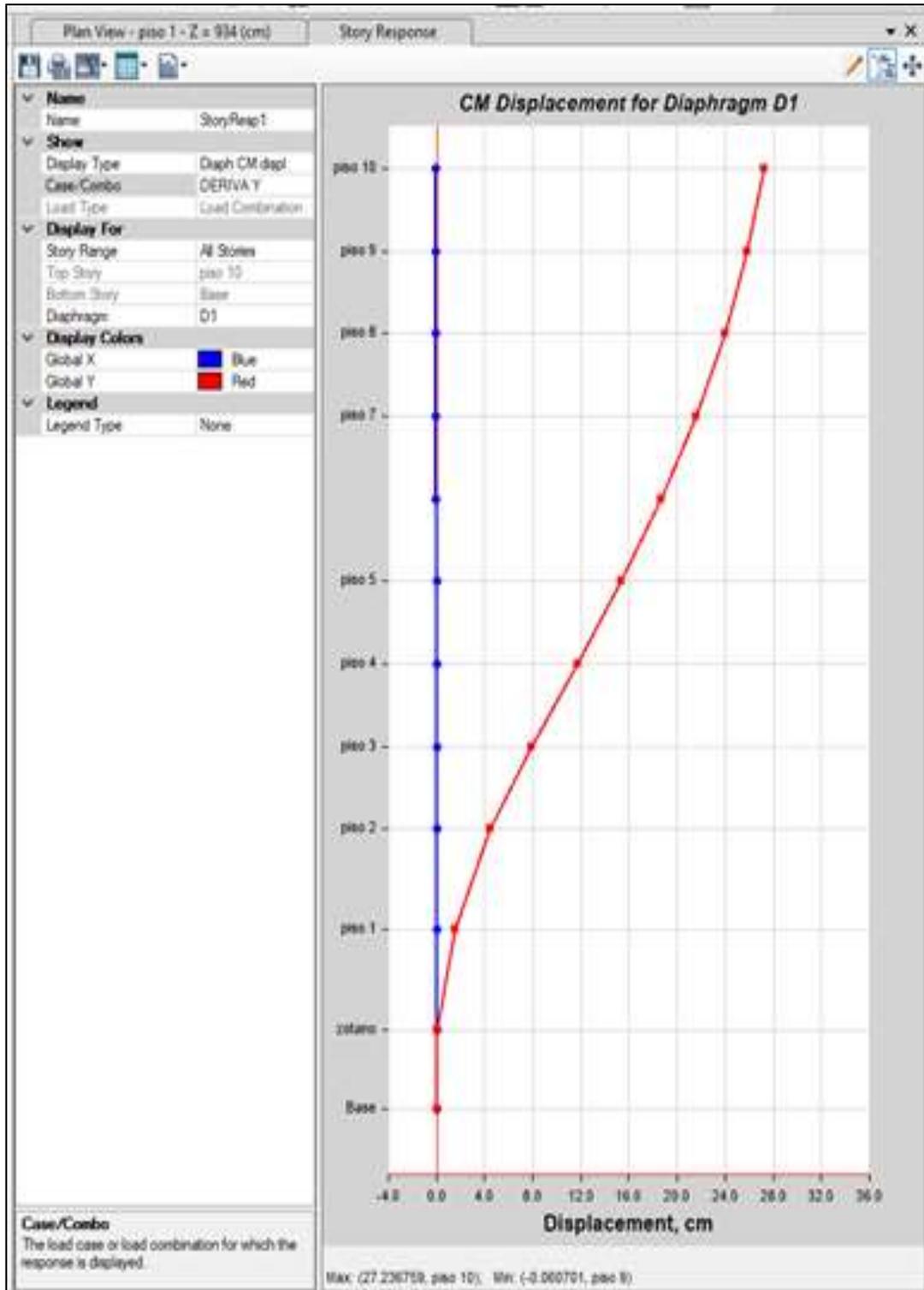


Figura N° 46. Desplazamiento eje X-X max= 13.40 cm

Nota: Propia



**Figura N° 47.** Desplazamiento max eje Y-Y= 27.35 cm  
**Nota:** Propia

Al realizar un análisis del desplazamiento de las edificaciones se identificaron desplazamientos máximos en el eje X-X = 13.40 cm y en el eje Y-Y = 27.35 cm en el décimo nivel ante una imposición de combinaciones de cargas (envolvente). Adicional a este cálculo se

realizó un análisis de las derivas de entrepiso en los diez niveles, así como el sótano.

**Tabla 48.** Valores de desplazamiento en cada nivel de la estructura convencional

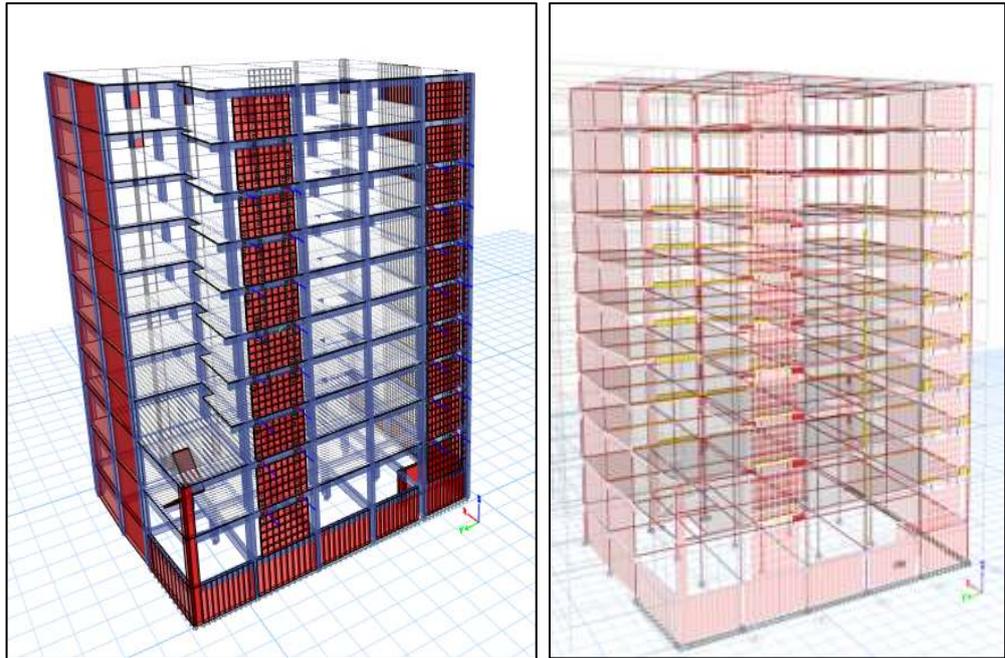
Desplazamiento		
	Dz X-X (cm)	Dz Y-Y (cm)
Piso 10	13.40	27.23
Piso 9	12.43	27.35
Piso 8	11.32	26.66
Piso 7	10.07	25.28
Piso 6	8.70	23.13
Piso 5	7.22	20.28
Piso 4	5.68	16.82
Piso 3	4.13	12.88
Piso 2	2.66	11.44
Piso 1	1.06	5.55
Sótano	0.08	0.27

Nota: Propia

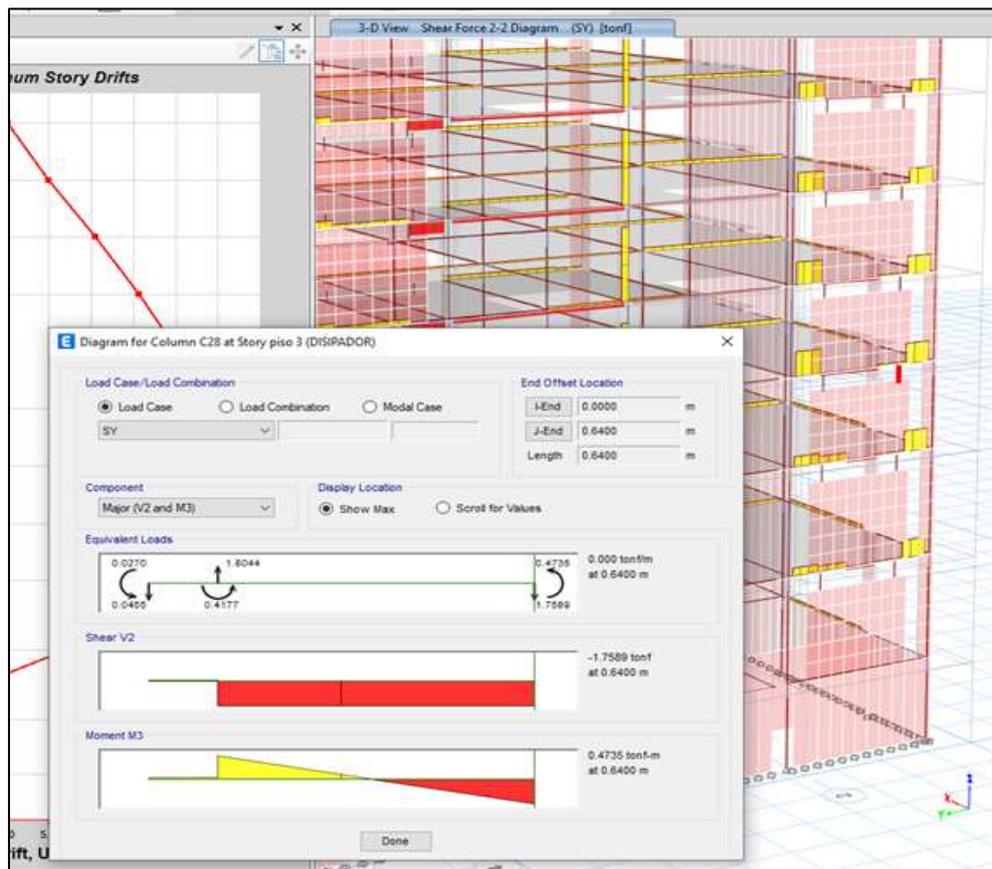
Los desplazamientos máximos se presentan en el 10mo piso  $Dz_{X-X} = 13.40$  cm y  $Dz_{y-y} = 27.23$  cm y en el 9no piso  $Dz_{X-X} = 12.43$  cm y  $Dz_{y-y} = 27.35$  cm.

#### 5.2.2.2. Desplazamientos de la edificación con SLB

Para evaluar el comportamiento de las edificaciones se implementó los dispositivos SLB adecuados para las solicitaciones de la edificación.



**Figura N° 48.** Fuerzas cortantes para el prediseño de disipadores SLB  
**Fuente:** Propia



**Figura N° 49.** Selección de la Fuerza Cortante para los disipadores SLB  
**Fuente:** Propia

De los cortes obtenidos del ETABS se selecciona los disipadores SLB de la siguiente tabla.

**Tabla 49.** Características de los elementos SLB. Acero ASTM A36 ( $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ )

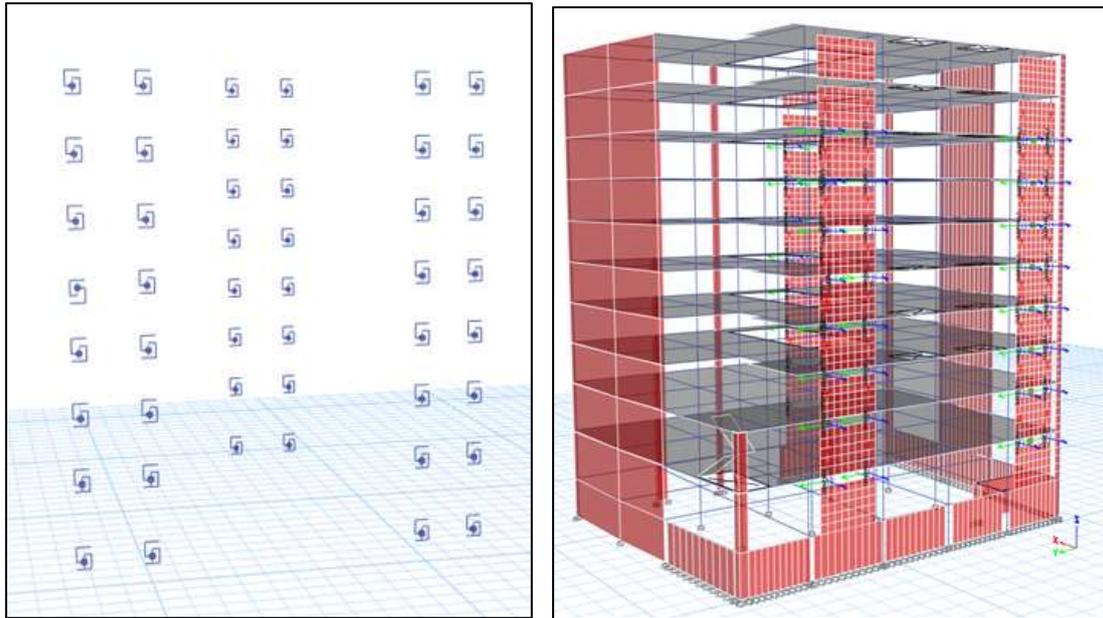
Parámetros de diseño para los disipadores SHEAR LINK BOZZO										
Dispositivo	ed (mm)	er 1 (mm)	er2 (mm)	ev (mm)	$K_1$ (KN/cm)	$K_2$ (KN/cm)	$D_y$ (mm)	$F_y$ (KN)	$F_{max}$ (KN)	$E_D$ (KN.cm)
SIB2 6_2	19	13	.	2	363.33	9.75	0.98	35.6	69.01	87.08
SIB2 6_3	19	13	.	3	397.8	10.75	1.031	41	79.21	99.25
SIB2 6_4	19	13	.	4	421.73	11.65	1.065	44.9	88.58	108.31
SIB2 6_5	19	13	.	5	439.6	12.78	1.078	47.4	96.67	115.18
SLB2 8_2	19	15	.	2	592.87	13.86	0.811	48.1	92.76	119.78
SLB2 8_3	19	t5	.	3	676.27	15.38	0.858	58	107.57	141.77
SLB2 8_4	19	15	.	4	737	16.28	0.9	66.3	120.87	159.39
SLB2 8_5	19	t5	.	5	784.27	17.43	0.927	72.7	133.29	173.71
SLB2 10_2	19	20	.	2	893.4	19.15	0.761	68	128.71	168.89
SLB2 10_3	19	20	.	3	1039.13	21.57	0.78	81.1	148.63	198.84
SLB2 10_4	19	20	.	4	1149.53	22.96	0.809	93	166.26	224.54
SLB2 10_5	19	20	.	5	1237.8	14.93	0.906	112.2	182.26	246.55
SLB2 1_2	IS	20	.	2	1571.47	31.17	0.648	101.8	199.61	258.66
SLB2 15_3	19	20	.	3	1961.47	37.36	0.643	126.1	240.45	318.16
SLB2 15_4	19	20	.	4	2290.27	42.03	0.654	149.7	276.57	373.16

SLB2 15_5	19	20	.	5	2575.6	45.69	0.67	172.5	310.13	424.52
SLB2 20_2	19	25	5	2	2073.33	37.83	0.601	124.6	243.14	316.64
SLB2 20_3	19	25	5	3	2630.13	46.27	0.597	156.9	298.3	396.26
SLB2 20_4	19	25	5	4	3105.53	53.03	0.606	188.3	348.53	470.63
SLB2 20_5	19	25	5	5	3520.2	58.63	0.62	218.4	395.71	540.18
SLB3 25_2	25	30	5	2	3214.07	58.98	0.606	194.8	383.5	494.69
SLB3 25_3	25	30	5	3	4046.67	70.69	0.589	238.2	457.15	602.54
SLB3 25_4	25	30	5	4	4783.2	81.04	0.585	279.6	526.49	703.7
SLB3 25_5	25	30	5	5	5447.47	90.85	0.586	319	592.39	799.88
SLB3 25_6	25	30	5	6	6064.13	99.65	0.589	357.1	655.63	891.48
SLB3 25_7	25	30	5	7	6644.13	107.41	0.594	394.5	716.83	979.51
SLB3 25_8	25	30	5	8	7191.47	114.57	0.599	430.7	776.4	1064.12
SLB3 25_9	25	30	5	9	7711.07	120.73	0.605	466.4	834.9	1145.71
SLB3 30_2	25	30	5	2	3666.73	64.22	0.578	212.1	415.33	539.19
SLB3 30_3	25	30	5	3	4717	78.76	0.563	265.7	507.23	672.79
SLB3 30_4	25	30	5	4	5661.33	92.21	0.56	316.9	594.62	799.16

**Nota:** Tomada de “Manual SLB Devinces Dic19”. Bozzo, Ramírez y Gonzales (2019)

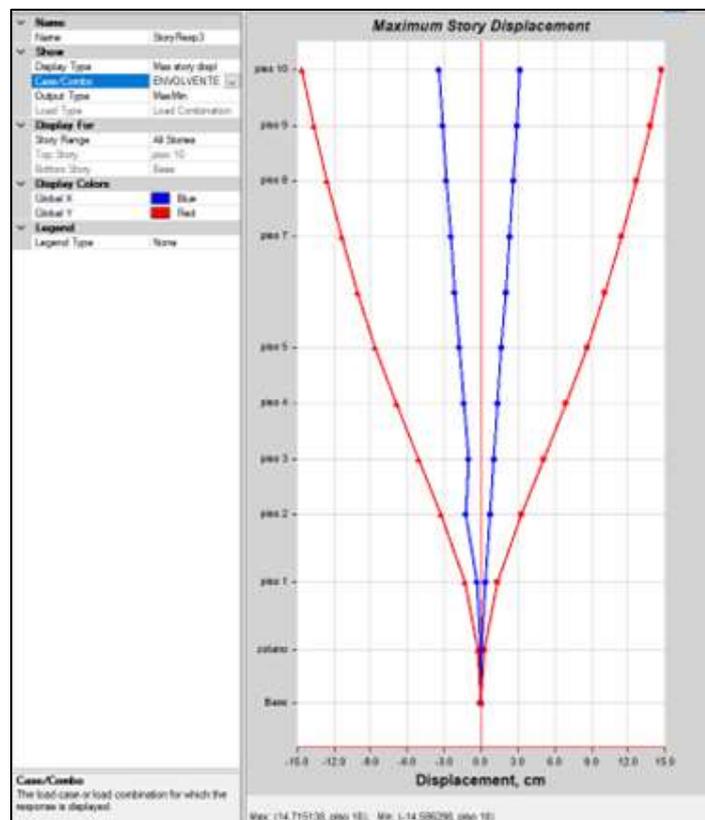
Trabajaremos con los:

- slb2 10\_2 en el eje y, del 5to al 8vo piso.
- slb2 20\_2 en el eje y, del 1er al 4to piso.

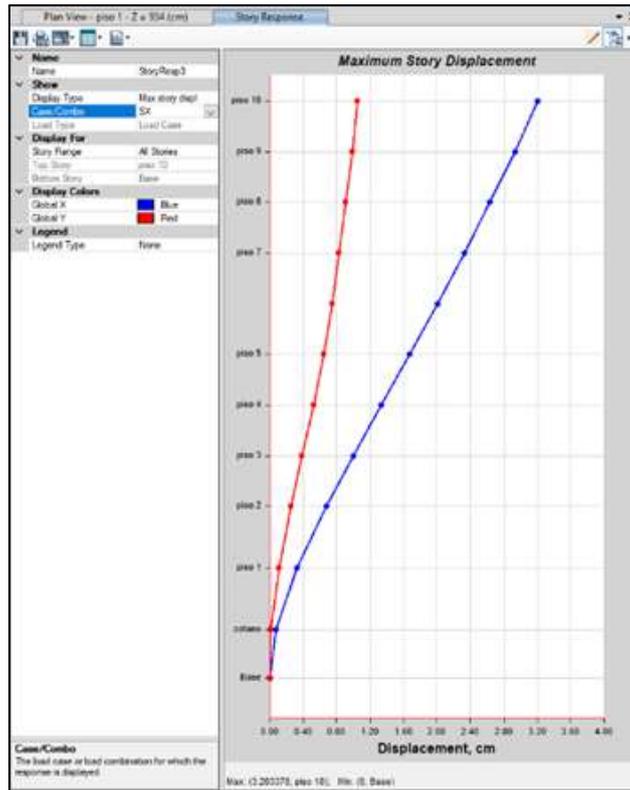


**Figura N° 50.** Incorporación de disipadores SLB en el eje Y-Y de la edificación  
**Nota:** Propia

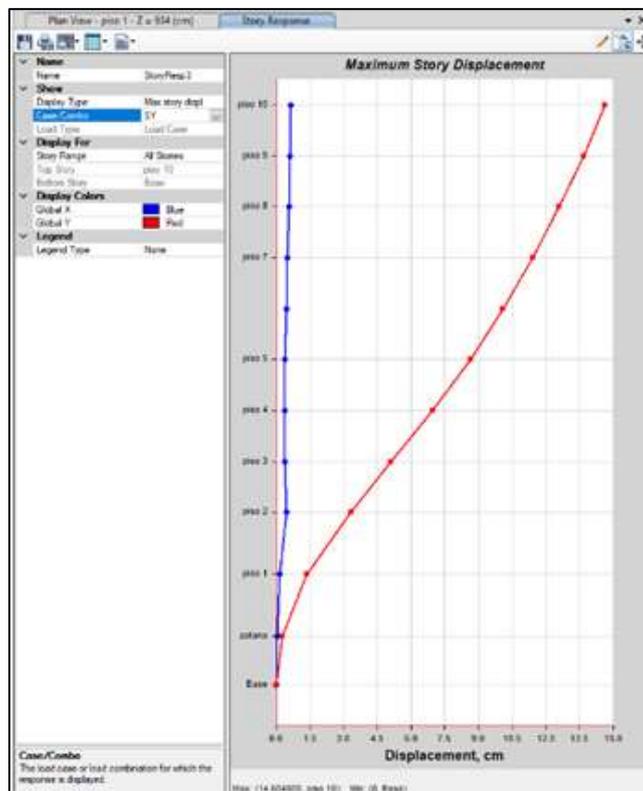
Al tener las consideraciones de la tabla se llegaron a implementar los dispositivos SLB en la edificación para luego analizar los desplazamientos y derivas.



**Figura N° 51.** Desplazamiento general con SLB.  
**Nota:** Propia



**Figura N° 52.** Desplazamiento max eje X-X = 3.20 cm con SLB  
**Nota:** Propia



**Figura N° 53.** Desplazamiento max eje Y-Y = 14.27 cm con SLB  
**Nota:** Propia

**Tabla 50.** Valores de desplazamiento con la implementación de los disipadores SLB

<b>Deplazamiento</b>		
	<b>Dz X-X (cm)</b>	<b>Dz Y-Y (cm)</b>
Piso 10	3.20	14.00
Piso 9	3.03	14.27
Piso 8	2.82	14.16
Piso 7	2.56	13.60
Piso 6	2.25	12.60
Piso 5	1.90	11.14
Piso 4	1.52	9.40
Piso 3	1.13	7.38
Piso 2	0.74	6.65
Piso 1	0.28	3.89
Sótano	0.01	0.07

Nota: Propia

En la edificación con implementación de dispositivos SLB los desplazamientos máximos se presenta a nivel del 10mo piso  $Dz X-X = 3.20$  cm y  $Dz y-y = 14.00$  cm, en el 9no piso  $Dz X-X = 3.03$  cm y  $Dz y-y = 14.27$  cm.

### 5.2.3. Objetivo específico 2

Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

### 5.2.3.1. Deriva en la edificación convencional

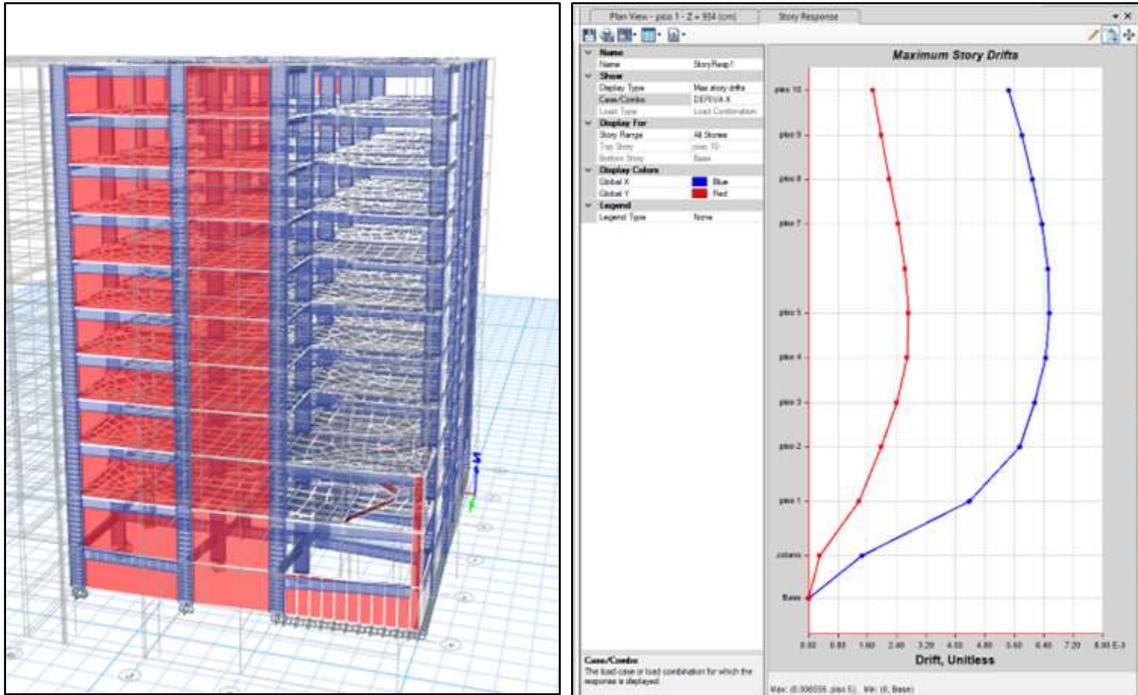


Figura N° 54. Deriva X-X=0.0065 sin SLB

Nota: Propia

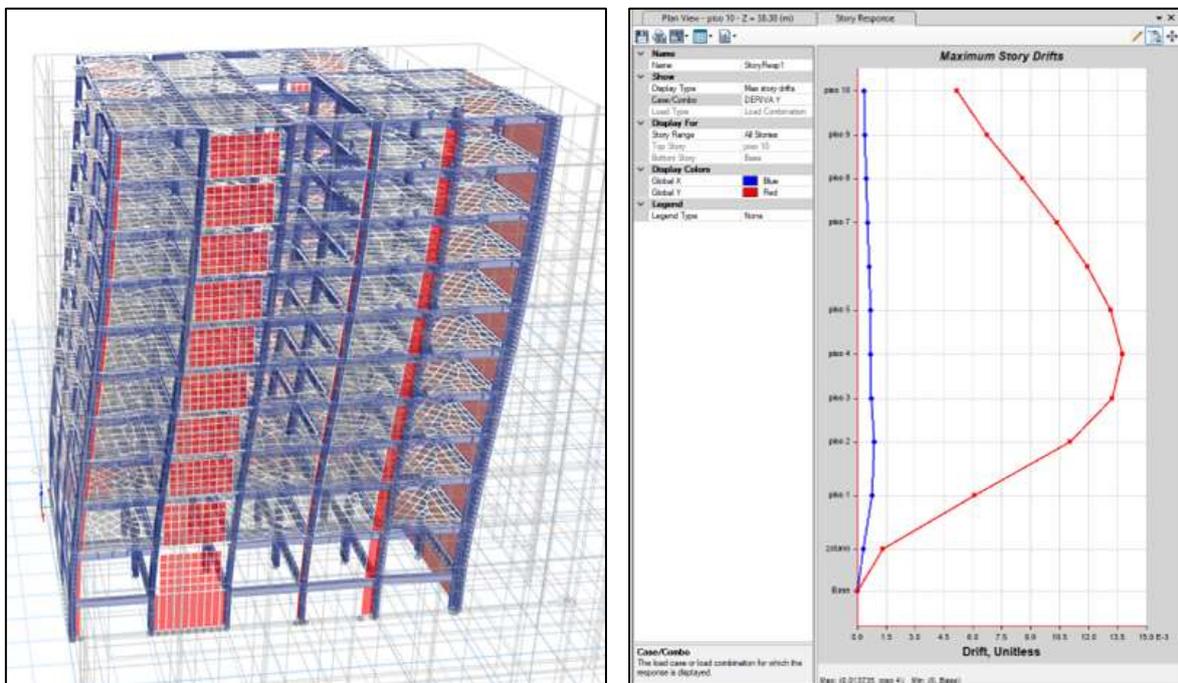


Figura N° 55. Deriva Y-Y=0.0122 sin SBL

Nota: Propia

**Tabla 51.** Derivas en los niveles de la edificación sin SBL

	Deriva		Deriva máx. de acuerdo con la E0.30	
	D <sub>X-X</sub>	D <sub>Y-Y</sub>	0.007	<0.007
Piso 10	0.0054	0.0045	0.007	cumple
Piso 9	0.0058	0.0060	0.007	cumple
Piso 8	0.0060	0.0077	0.007	No cumple
Piso 7	0.0063	0.0094	0.007	No cumple
Piso 6	0.0065	0.0109	0.007	No cumple
Piso 5	0.0065	0.0119	0.007	No cumple
Piso 4	0.0064	0.0122	0.007	No cumple
Piso 3	0.0061	0.0111	0.007	No cumple
Piso 2	0.0057	0.0081	0.007	No cumple
Piso 1	0.0043	0.0039	0.007	cumple
Sótano	0.0014	0.0008	0.007	cumple

Nota: Propia

De acuerdo con la anterior tabla se identificó que algunos niveles no cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en concreto armado mencionado en la (E.030 Diseño sismorresistente), en el piso 6 se tiene un Der. max x-x=0.0065, en el piso 4 se tiene un Der. max y-y=0.0122. Al identificar que las derivas en el eje Y-Y no cumplen con las sollicitaciones se planteó la implementación de disipadores SLB en este eje.

### 5.2.2.2. Derivas implementando disipadores SBL

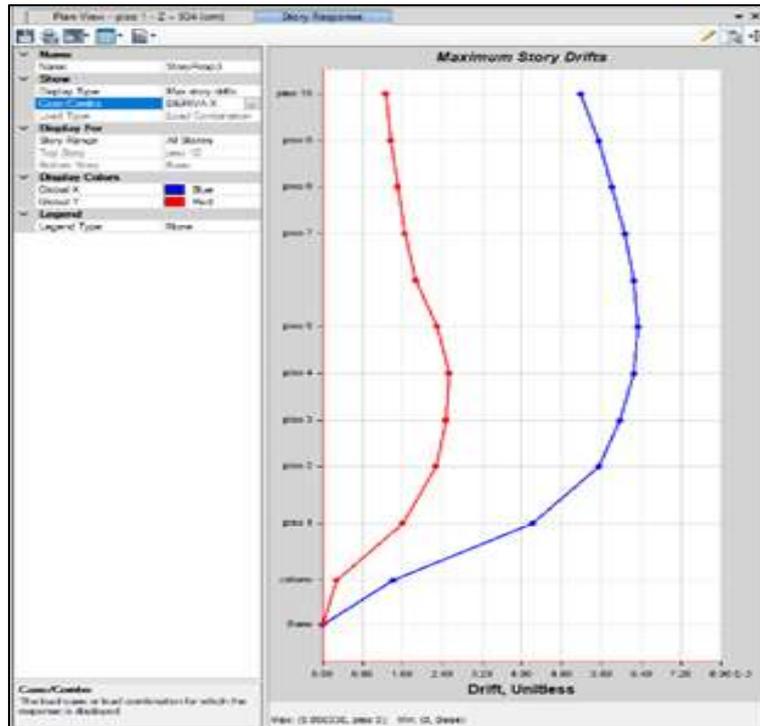


Figura N° 56. Deriva max X-X=0.0063 con SLB  
Nota: Propia

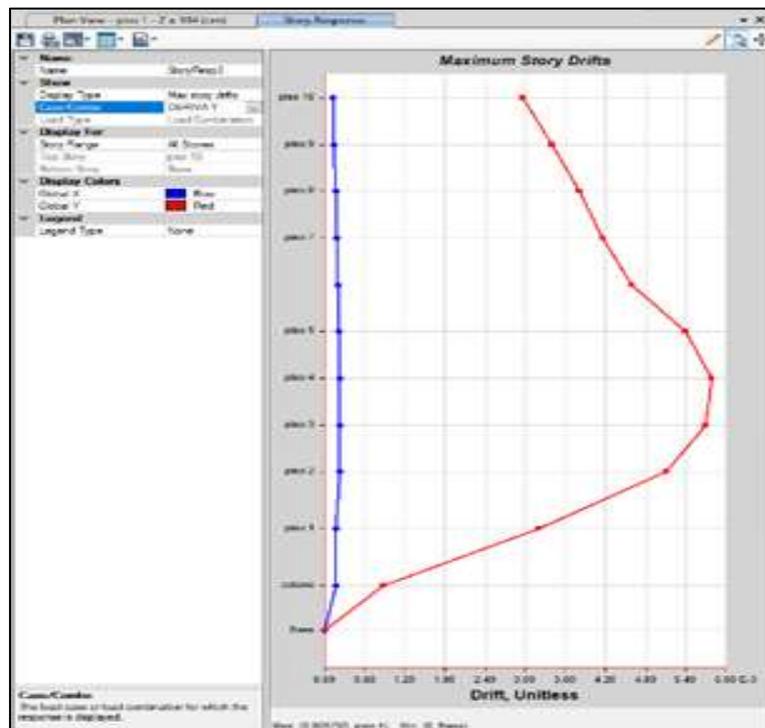


Figura N° 57. Deriva max eje Y-Y = 0.0057 con SLB  
Nota: Propia

**Tabla 52.** Resultados de los valores de derivas de entre piso de la edificación con dispositivo SLB

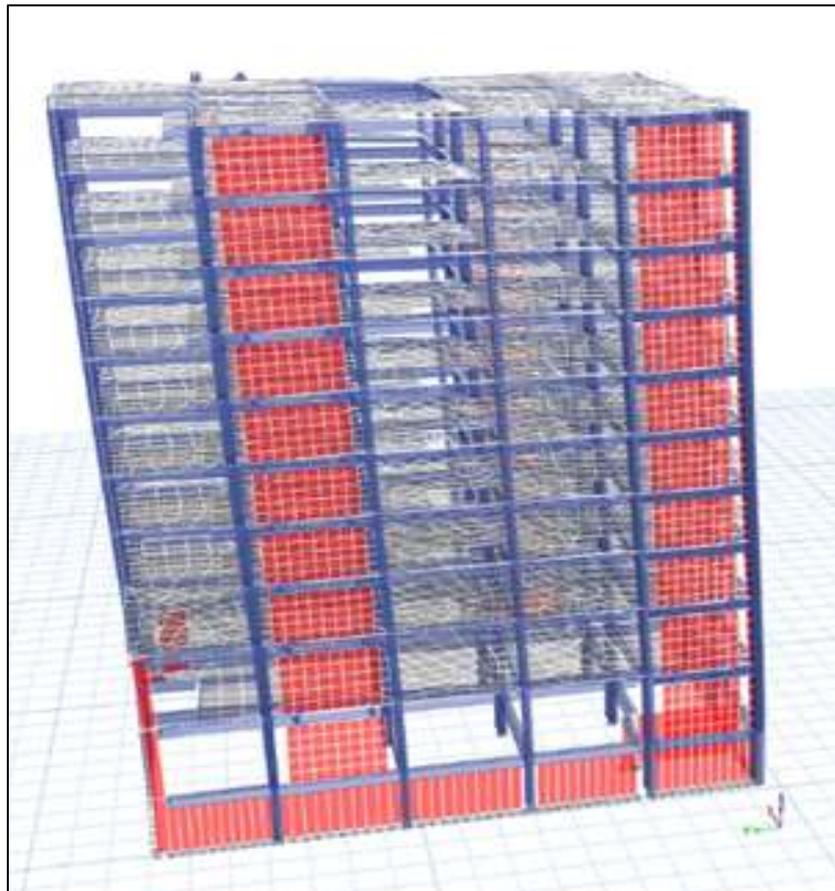
	Derivas		Deriva máx. de acuerdo con la E0.30	
	X-X	Y-Y		<0.007
Piso 10	0.0051	0.0029	0.007	cumple
Piso 9	0.0055	0.0034	0.007	cumple
Piso 8	0.0058	0.0038	0.007	cumple
Piso 7	0.0060	0.0041	0.007	cumple
Piso 6	0.0062	0.0045	0.007	cumple
Piso 5	0.0063	0.0053	0.007	cumple
Piso 4	0.0062	0.0057	0.007	cumple
Piso 3	0.0059	0.0057	0.007	cumple
Piso 2	0.0055	0.0051	0.007	cumple
Piso 1	0.0042	0.0032	0.007	cumple
Sótano	0.0014	0.0008	0.007	cumple

Nota: Propia

De acuerdo con la anterior tabla se identificó que el total de niveles cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en concreto armado mencionado en la (E.030 Diseño sismorresistente), mostrando Der. max X-X= 0.0063 en el 5to piso, Der. max Y-Y= 0.0057 en el 4to piso.



**Figura N° 58.** Simulación de la deriva eje X-X  
**Nota:** Propia



**Figura N° 59.** Simulación de deriva eje Y-Y  
**Nota:** Propia

## 5.2.4. Objetivo específico 3 (Análisis de fuerza cortante)

### 5.2.4.1. Resultados de las cortantes

Se realizó un cálculo de la resistencia a la cortante en los ejes Y-Y y X-X en la edificación convencional.

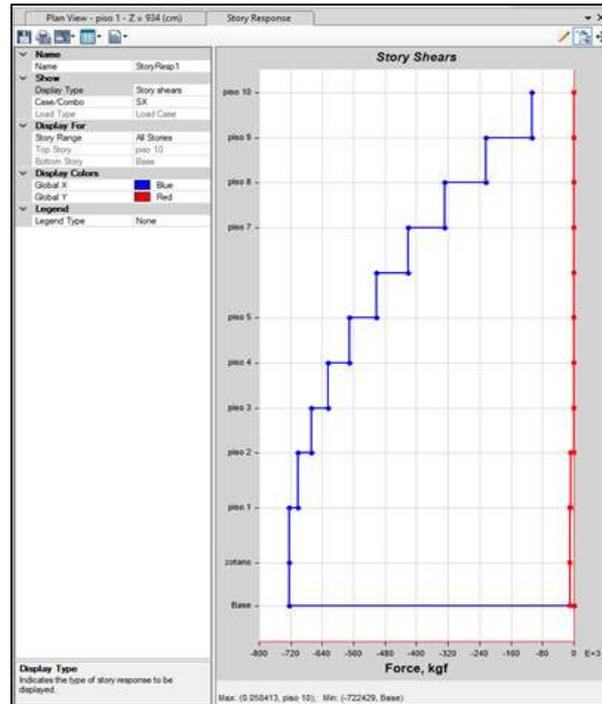


Figura N° 60. Fuerza cortante eje X-X sin SBL

Nota: Propia

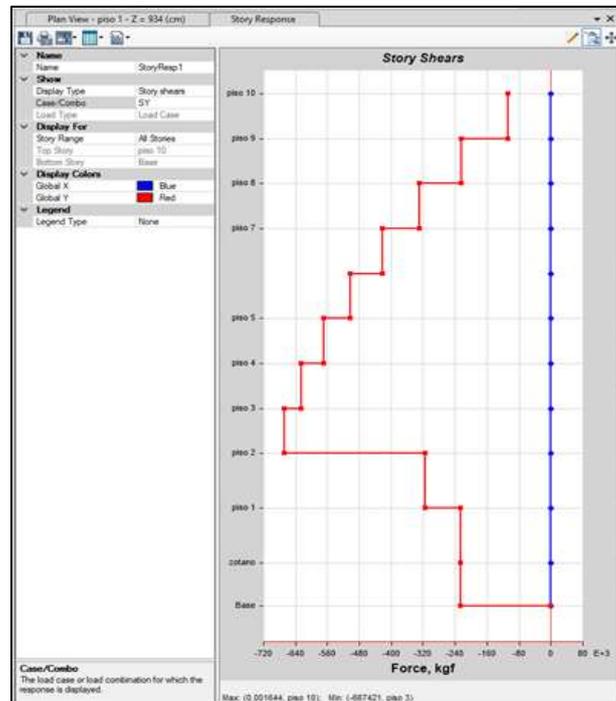


Figura N° 61. Fuerza cortante eje Y-Y sin SLB

Nota: Propia

**Tabla 53.** Cortante eje X-X y Y-Y sin SLB

Fuerza Cortante		
	X-X (kgf)	Y-Y (kgf)
Piso 10	-107347.09	-107353.48
Piso 9	-224613.40	-224625.33
Piso 8	-329454.93	-329470.26
Piso 7	-421871.68	-421890.74
Piso 6	-501976.67	-501995.84
Piso 5	-569543.84	-569565.42
Piso 4	-624686.23	-624710.18
Piso 3	-667403.83	-667428.73
Piso 2	-702204.34	-281147.31
Piso 1	-722431.40	-222997.34
Sótano	-722431.40	-222997.34

Nota: Propia

En la edificación sin dispositivo SLB en la tabla anterior se identificó que la fuerza cortante  $F_{\max X-X} = -722431.40$  kgf en el 1er piso,  $F_{\max Y-Y} = -667428.73$  kgf en el 3er piso,  $F_{\min X-X} = -107347.09$  kgf en el 10mo piso y  $F_{\min Y-Y} = -107353.48$  kgf en el 10mo piso.

### 5.2.3.2. Fuerza cortante de la edificación con disipadores SLB

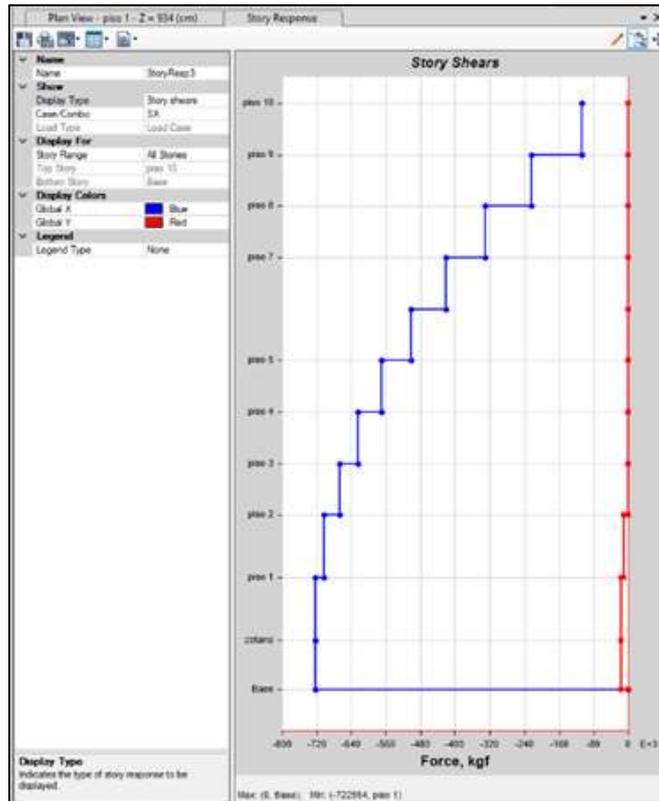


Figura N° 62. Fuerza cortante eje X-X con SLB

Nota: Propia

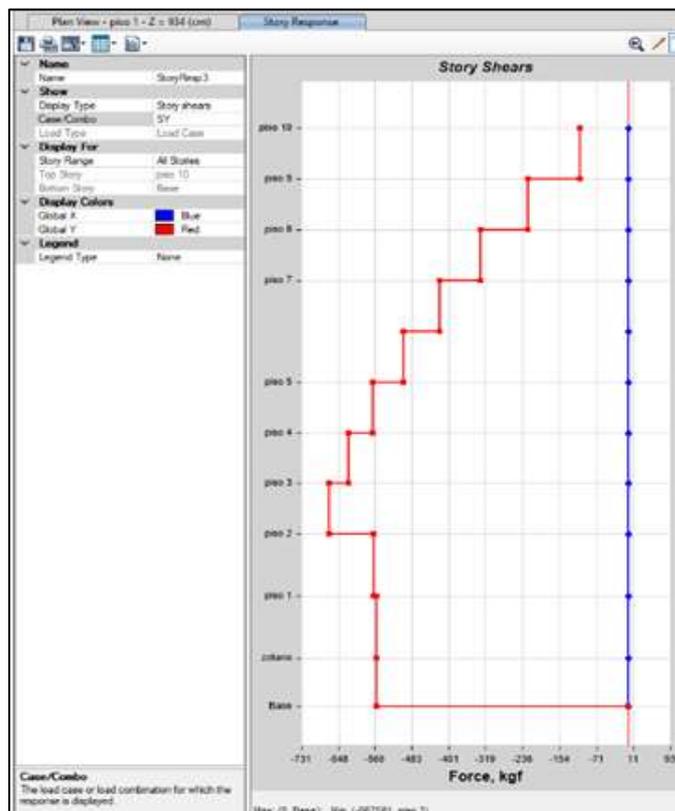


Figura N° 63. Fuerza cortante eje Y-Y con SLB

Nota: Propia

**Tabla 54.** Resultados de las cortantes de la edificación con implementación de dispositivo SLB

<b>Fuerzas Cortantes</b>		
	<b>X-X (kgf)</b>	<b>Y-Y (kgf)</b>
Piso 10	-107381.47	-107384.94
Piso 9	-224681.84	-224688.81
Piso 8	-329553.82	-329563.42
Piso 7	-421997.41	-422009.25
Piso 6	-502125.63	-502138.22
Piso 5	-569698.31	-569712.87
Piso 4	-624843.88	-624860.14
Piso 3	-667563.95	-667581.38
Piso 2	-702347.78	-569227.48
Piso 1	-722553.58	-562513.24
Sótano	-722553.58	-562513.24

Nota: Propia

De acuerdo con la anterior tabla se identificó la fuerza cortante en la edificación con dispositivos SLB en ambos ejes  $F_{\max X-X} = -722553.58$  kgf en el 1er piso,  $F_{\max Y-Y} = -667581.38$  kgf en el 3er piso,  $F_{\min x-x} = -107381.47$  kgf en el 10mo piso,  $F_{\min Y-Y} = -107384.94$  kgf en el 10mo piso.

#### 5.4. Contrastación de Hipótesis

Al trabajar con dos grupos de muestreo se trabaja con las pruebas de T-student y de U-man Whitney para el caso de muestras no relacionadas. Con un nivel de confianza  $NC = 0.95$  y error  $\alpha = 0.05$  (margen de error).

<b>Paramétrica</b>	<b>No Paramétrica</b>
T-Student para muestras independientes	U- Man Whitney

#### 4.1.1. Hipótesis específico 01: Desplazamiento

El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

##### A. Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

- **Hipótesis Nula (Ho):** El desplazamiento no disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- **Hipótesis Alternativa (Ha):** El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

##### B. Consideraciones de las pruebas:

- Por cada ensayo se realizó una prueba de hipótesis.
- Se asumirá un valor de significancia de 5% para la prueba de hipótesis; en el caso de que los resultados son mayores al valor de significancia, se acepta la hipótesis alternativa.

#### Resultados del supuesto de normalidad

Ho: Los resultados presentan una distribución normal

Ha: Los resultados no presentan una distribución normal

$P \leq 5\%$  se rechaza la hipótesis nula Ho

$P > 5\%$  se rechaza la hipótesis alternativa Ha

#### Pruebas de normalidad

Desplazamiento		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desplazamiento X-X	Edificación sin SLB	,112	11	,200 <sup>*</sup>	,951	11	,657
	Edificación con SLB	,124	11	,200 <sup>*</sup>	,941	11	,530
Desplazamiento Y-Y	Edificación sin SLB	,167	11	,200 <sup>*</sup>	,900	11	,183
	Edificación con SLB	,181	11	,200 <sup>*</sup>	,883	11	,113

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura N° 64.** Resultados de la prueba de normalidad

**Nota:** Propia.

De acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk muestra valores de significancia mayores al 5%, de esta forma se acepta la hipótesis alterna y se afirma que los valores resultantes muestran una distribución normal. De forma continua se determina la prueba de homogeneidad de varianza por medio de un análisis paramétrico.

### C. Prueba T para muestras independientes

Estadísticas de grupo					
	Desplazamiento	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Desplazamiento X-X	Edifiacion sin SLB	11	6.981727	4.6206570	1.3931805
	Edifiacion con SLB	11	1.771455	1.1141687	.3359345
Desplazamiento Y-Y	Edifiacion sin SLB	11	17.904000	9.3377033	2.8154235
	Edifiacion con SLB	11	9.746455	4.7565690	1.4341595

**Figura N° 65.** Estadísticas de grupo.

**Nota:** IBM SPSS Statistics 29.0

Según la figura 66, se identificó que hay diferencias entre las medias y desviaciones típicas de ambos grupos.

#### - Prueba de Levene:

Si el valor de p es menor que 0.05, se concluye que se acepta la  $H_a$

Si el valor de p es mayor que 0.05, se concluye que se acepta la  $H_0$

$H_0$ : No hay una diferencia significativa entre las varianzas de los grupos.

$H_a$ : Existe una diferencia significativa entre las varianzas de los grupos.

#### - Prueba de T-student:

Si el valor p es mayor que 0.05, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se considera válida.

Si el valor p es menor que 0.05, se concluye que se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ).

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Desplazamiento X-X	Se asumen varianzas iguales	18,323	,000	3,636	20	,002	5,2102727	1,4331099	2,2308579	8,1996875
	No se asumen varianzas iguales			3,636	11,159	,004	5,2102727	1,4331099	2,0614917	8,3590538
Desplazamiento Y-Y	Se asumen varianzas iguales	5,947	,024	2,582	20	,018	8,1575455	3,1596555	1,5666106	14,7484713
	No se asumen varianzas iguales			2,582	14,862	,021	8,1575455	3,1596555	1,4174590	14,9976319

Figura N° 66. Prueba de Levene y T student.

Nota: IBM SPSS Statistics 29.0

Según la figura 66, Se encontró que mediante la prueba de Levene, al analizar ambos grupos, se obtuvo un valor de significancia de 0.00 y 0.024, lo que indica que el valor p es menor que 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que no hay una diferencia significativa entre las varianzas de los valores de desplazamiento. Esto lleva a no asumir igualdad de varianzas. Posteriormente, al aplicar la prueba T-Student, se obtuvo un valor de significancia de 0.004 y 0.021, lo que implica que el valor p es menor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye: **El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.**

#### 4.1.2. Hipótesis específico 02: Derivas

Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

##### A. Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

- **Hipótesis Nula (Ho):** Las derivas no disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.
- **Hipótesis Alterna (Ha):** Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

## B. Consideraciones de las pruebas:

- Por cada ensayo se realizó una prueba de hipótesis.
- Se asumirá un valor de significancia de 5% para la prueba de hipótesis; en el caso de que los resultados son mayores al valor de significancia, se acepta la hipótesis alterna.

## Resultados del supuesto de normalidad

Ho: Los resultados presentan una distribución normal

Ha: Los resultados no presentan una distribución normal

$P \leq 5\%$  se rechaza la hipótesis alterna Ha

$P > 5\%$  se rechaza la hipótesis nula Ho

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Edificació	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Deribas X-X	Edificacion sin SLB	,298	11	,007	,683	11	,000
	Edificacion con SLB	,286	11	,012	,690	11	,000
Deribas Y-Y	Edificacion sin SLB	,156	11	,200*	,936	11	,471
	Edificacion con SLB	,132	11	,200*	,922	11	,335

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura N° 67.** Resultados de la prueba de normalidad

**Nota:** Propia.

De acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk muestra valores de significancia menores al 5%, de esta forma se acepta la hipótesis nula y se afirma que los valores resultantes no muestran una distribución normal. De forma continua se determina la prueba de homogeneidad de varianza por medio de un análisis no paramétrico.

## C. Prueba no paramétrica de U de Mann Whitney:

- $P > 0.05$  Ambos grupos tienen puntajes similares al inicio, es decir se rechaza la Ha.
- $P \leq 0.05$  (Existe evidencia estadística para rechazar Ho) Ambos grupos tienen puntajes diferentes.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Deribas X-X es la misma entre las categorías de Edifició.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,300 <sup>1</sup>	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Deribas Y-Y es la misma entre las categorías de Edifició.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,008 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.

**Figura N° 68.** Resultados de la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney

**Nota:** Propia.

Se implemento los dispositivos SLB en el eje Y-Y en la zona que no cumplía con las derivas es así que de acuerdo con los resultados de la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney se obtiene un valor de significancia de 0.008 menor al nivel significancia de evolución del 5%, en base a estos resultados se acepta la hipótesis alterna planteada concluyendo así que: *Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.*

#### 4.1.3. Hipótesis específico 03: Fuerza cortante

La fuerza cortante varia significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

##### A. Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

- **Hipótesis Nula (Ho):** La fuerza cortante no varía significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

- **Hipótesis Alternativa (Ha):** La fuerza cortante varía significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.

**B. Consideraciones de las pruebas:**

- Por cada ensayo se realizó una prueba de hipótesis.
- Se asumirá un valor de significancia de 5% para la prueba de hipótesis; en el caso de que los resultados son mayores al valor de significancia, se acepta la hipótesis alternativa.

**Resultados del supuesto de normalidad**

Ho: Los resultados presentan una distribución normal

Ha: Los resultados no presentan una distribución normal

$P \leq 5\%$  se rechaza la hipótesis alternativa Ha

$P > 5\%$  se rechaza la hipótesis nula Ho

**Pruebas de normalidad**

	Edificació	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cortante X-X	Edificacion sin SLB	,112	11	,200 <sup>*</sup>	,949	11	,631
	Edificacion con SLB	,194	11	,200 <sup>*</sup>	,885	11	,120
Cortante Y-Y	Edificacion sin SLB	,161	11	,200 <sup>*</sup>	,893	11	,150
	Edificacion con SLB	,178	11	,200 <sup>*</sup>	,890	11	,139

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura N° 69.** Resultados de la prueba de normalidad

**Nota:** Propia.

De acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk muestra valores de significancia mayores al 5%, de esta forma se acepta la hipótesis alternativa y se afirma que los valores resultantes muestran una distribución

normal. De forma continua se determina la prueba de homogeneidad de varianza por medio de un análisis paramétrico.

### C. Prueba T para muestras independientes

Estadísticas de grupo					
	Edifició	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cortante X-X	Edifiación sin SLB	11	7.317818	4.2313444	1.2757984
	Edifiación con SLB	11	2.269364	.9496186	.2863208
Cortante Y-Y	Edifiación sin SLB	11	18.157636	9.1459068	2.7575947
	Edifiación con SLB	11	10.176727	4.1059877	1.2380019

**Figura N° 70.** Estadísticas de grupo.

**Nota:** IBM SPSS Statistics 29.0

Según la figura 70, verifica que hay una diferencias entre las medias y desviaciones típica de ambos grupos.

- **Prueba de Levene:**

Si el valor de p es menor que 0.05, se concluye que se acepta la Ha

Si el valor de p es mayor que 0.05, se concluye que se acepta la Ho

Ho: No hay una diferencia significativa entre las varianzas de los grupos.

Ha: Existe una diferencia significativa entre las varianzas de los grupos.

- **Prueba de T student:**

Si el valor p es mayor que 0.05, la hipótesis nula (Ho) se considera válida.

Si el valor p es menor que 0.05, se concluye que se acepta la hipótesis alternativa (Ha).

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	99% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cortante X-X	Se asumen varianzas iguales	12,230	.002	3,861	20	.001	5.0484545	1.3075324	1.3280806	8.7688285
	No se asumen varianzas iguales			3,861	11,005	.003	5.0484545	1.3075324	.9878662	9.1090429
Cortante Y-Y	Se asumen varianzas iguales	7,458	.013	2,640	20	.016	7.9809091	3.0227433	-.6198224	16.5816406
	No se asumen varianzas iguales			2,640	13,874	.020	7.9809091	3.0227433	-1.0298907	16.9917088

**Figura N° 71.** Prueba de Levene y T student.

**Nota:** IBM SPSS Statistics 29.0

Según la figura 72, Se encontró que mediante la prueba de Levene, al analizar ambos grupos, se obtuvo un valor de significancia de 0.002 y 0.013, lo que indica que el valor p es menor que 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que no hay una diferencia significativa entre las varianzas de los valores de Fuerza Cortante. Esto lleva a no asumir igualdad de varianzas. Posteriormente, al aplicar la prueba T-Student, se obtuvo un valor de significancia de 0.003 y 0.020, lo que implica que el valor p es menor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye: **La fuerza cortante varia significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.**

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1. Vulnerabilidad sísmica**

La vulnerabilidad sísmica disminuye en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Se observó que la edificación presenta una vulnerabilidad media  $20 \leq IV < 40$  resultando con un  $IV = 21.59$ , en el parámetro de organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y distancia máxima entre columnas obtuvo una mejor calificación, pues fue construido luego del año 1997, lo que disminuyó su calificación.

Tapia (2020), menciona en su investigación que el reforzamiento convencional con el uso de muros de corte mejora las respuestas sísmicas con respecto a las derivas de entrepiso en un aproximado del 65.72 % en relación con estructuras ofreciendo un beneficio ya que con ayuda de los muros de corte se mejoran el comportamiento estructural con respecto a efectos de torsión.

#### **6.2. Desplazamientos**

El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Los desplazamientos máximos se presentan en el 10mo piso  $Dz X-X = 13.40$  cm y  $Dz y-y = 27.23$  cm y en el 9no piso  $Dz X-X = 12.43$  cm y  $Dz y-y = 27.35$  cm. En la edificación con implementación de dispositivos SLB los desplazamientos máximos se presenta a

nivel del 10mo piso  $Dz X-X = 3.20$  cm y  $Dz y-y = 14.00$  cm, en el 9no piso  $Dz X-X = 3.03$  cm y  $Dz y-y = 14.27$  cm.

Enciso (2019), identificó que las estructuras con el uso de muros continuos presenta una mayor rigidez axial en comparación de las estructuras con muros desacoplados logrando así derivas inferiores en 28.38% y 24.69%, desplazamiento de techo inferior en 26.52% y 23.03%, correspondientes al eje X y al eje Y, afirmando que hay una variación en la vulnerabilidad con una modificación de la cantidad de acero incrementando la resistencia de la edificación en las columnas y las vigas en 50.01% y 3.20% respectivamente mostrando una reducción de 39.78% en muros.

### **6.3. Derivas**

En la edificación convencional se identificó que algunos niveles no cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en el concreto armado mencionado en (E.030 Diseño sismorresistente) en el piso 6 se tiene un Der. max  $x-x=0.0065$ , en el piso 4 se tiene un Der. max  $y-y=0.0122$ . Al identificar que las derivas en el eje Y-Y no cumplen con las solicitaciones, se planteó la implementación de disipadores SLB en este eje. Al implementar dispositivos SLB se identificó que el total de niveles cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en el concreto armado mencionado en (E.030 Diseño sismorresistente) mostrando Der. max  $X-X= 0.0063$  en el 5to piso, Der. max  $Y-Y= 0.0057$  en el 4to piso.

### **6.4. Fuerzas cortantes**

La fuerza cortante disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. En la edificación sin dispositivo SLB se identificó que la fuerza cortante  $F$  max  $X-X= -722431.40$  kgf en el 1er piso,  $F$  max  $Y-Y= -667428.73$  kgf en el 3er piso,  $F$  min  $x-x= -107347.09$  kgf en el 10mo piso y  $F$  min  $Y-Y= -107353.48$  kgf en el 10mo piso. La fuerza cortante en la edificación con dispositivos SLB en ambos ejes  $F$  max  $X-X= -722553.58$  kgf en el 1er piso,  $F$  max  $Y-Y= -667581.38$  kgf en el 3er piso,  $F$  min  $x-x= -107381.47$  kgf en el 10mo piso,  $F$  min  $Y-Y= -107384.94$  kgf en el 10mo piso.

De acuerdo con los resultados Peralta (2021), menciona que las fuerzas axiales en las columnas con un sistema de amortiguamiento viscoso llegan a disminuir en un 64 %, entre tanto el sistema de disipación SLB metálico disminuye las fuerzas en 34%. De

acuerdo con los resultados anteriores Enciso (2019), menciona que las fuerzas cortantes obtenidas se diferencian en un porcentaje de entre 28.45% en la dirección X-X y 24.14 % en Y-Y.

## CONCLUSIONES

- La vulnerabilidad sísmica disminuye en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. La edificación sin dispositivos SLB presenta una vulnerabilidad media al encontrarse dentro de un intervalo ( $20 \leq IV < 40$ ) resultando con un  $IV=21.59$ , en el parámetro de organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y distancia máxima entre columnas obtuvo una mejor calificación, pues fue construido luego del año 1997. Al realizar un análisis detallado con el programa ETABS se identificó que en la estructura patrón las derivas en el eje Y-Y no cumplen con las solicitaciones, se planteó la implementación de disipadores SLB en este eje. Al implementar dispositivos SLB se identificó que el total de niveles cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en el concreto armado (E.030 Diseño sismorresistente) mostrando Der. max X-X= 0.0063 en el 5to piso, Der. max Y-Y= 0.0057 en el 4to piso. Mostrando que el uso de dispositivos SLB reducen la vulnerabilidad de la edificación.
- El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Sustentado en la prueba T-Student, se obtuvo un valor de significancia de 0.004 y  $0.021 < \alpha < 0.05$ . Por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Los desplazamientos máximos se presentan a nivel del 10mo piso  $Dz_{X-X}=13.40$  cm y  $Dz_{Y-Y} = 27.23$  cm y en el 9no piso  $Dz_{X-X}=12.43$  cm y  $Dz_{Y-Y} = 27.35$  cm. En la edificación con implementación de dispositivos SLB los desplazamientos máximos se presenta a nivel del 10mo piso  $Dz_{X-X}=3.20$  cm y  $Dz_{Y-Y} = 14.00$  cm, en el 9no piso  $Dz_{X-X}=3.03$  cm y  $Dz_{Y-Y} = 14.27$  cm. Se identificó una clara reducción en el intervalo de desplazamientos mostrando valores máximos en la edificación convencional en el eje X-X = 13.40 cm y en el eje Y-Y = 27.35 cm, en la edificación con SLB desplazamiento max X-X = 3.20 cm, desplazamiento max Y-Y = 14.27 cm.

- Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Sustentado en la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney se obtiene un valor de significancia de 0.008 menor al nivel significancia de evolución del 5%, en base a estos resultados se acepta la Ha.

En la edificación convencional se identificó que algunos niveles no cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en el concreto armado mencionado en (E.030 Diseño sismorresistente) en el piso 6 se tiene un Der. max x-x=0.0065, en el piso 4 se tiene un Der. max y-y=0.0122. Al identificar que en la estructura patrón las derivas en el eje Y-Y no cumplen con las solicitaciones, se planteó la implementación de disipadores SLB en este eje. Al implementar dispositivos SLB se identificó que el total de niveles cumplen con los límites de distorsión máxima de 0.007 en concreto armado mencionado en (E.030 Diseño sismorresistente) mostrando Der. max x-x= 0.0063 en el 5to piso, Der. max y-y= 0.0057 en el 4to piso.

- La fuerza cortante varía significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020. Sustentado en la T-Student, se obtuvo un valor de significancia de 0.004 y 0.020, lo que implica que el valor p es menor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En la edificación sin dispositivo SLB se identificó que la fuerza cortante  $F_{\max X-X} = -722431.40$  kgf en el 1er piso,  $F_{\max Y-Y} = -667428.73$  kgf en el 3er piso,  $F_{\min X-X} = -107347.09$  kgf en el 10mo piso y  $F_{\min Y-Y} = -107353.48$  kgf en el 10mo piso. La fuerza cortante en la edificación con dispositivos SLB, la  $F_{\max X-X} = -722553.58$  kgf en el 1er piso,  $F_{\max Y-Y} = -667581.38$  kgf en el 3er piso,  $F_{\min X-X} = -107381.47$  kgf en el 10mo piso,  $F_{\min Y-Y} = -107384.94$  kgf en el 10mo piso.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los ingenieros estructurales el uso de disipadores SLB en cuyas edificaciones presentan alta torsión en planta en las cuales se puede ubicar estos dispositivos opuestos a los elementos que generan torsión sin la necesidad de llevar los elementos desde la base hasta el último piso, tomando en cuenta que nos ayuda a rigidizar y/o dar ductilidad en general o en estructuras existentes. Por otro lado, estos dispositivos debido a su conexión del tipo “almenada” no transfiere fuerza axial.
2. Se sugiere a las autoridades de la MPH evaluar el índice de vulnerabilidad estructural en edificaciones de más de 7 niveles que son empleados como viviendas multifamiliares y centros de comercio y evitar futuras pérdidas, de esta forma promover este tipo de investigación.
3. Se debe aplicar otros métodos cualitativos y cuantitativos de análisis de vulnerabilidad sísmica para obtener distintos puntos de vista que puedan ser comparados con el resultado del método italiano. Es así que como método cuantitativo se sugiere llevar a cabo el análisis no lineal Pushover para evaluar la vulnerabilidad en función al desempeño al ser una herramienta muy poderosa para los estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural. De esta forma se asegura un eficiente control de derivas, desplazamiento y torsión en la estructura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, G y Mudarra, C. 2018.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018.* Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Arroyo, R. 2020.** *Nivel de vulnerabilidad sísmica en la estructura de albañilería confinada de la comisaria PNP Mirones – 2020.* Universidad Peruana los Andes . Lima : s.n., 2020. Tesis de pregrado .
- Bazán, E. 2001.** *Diseño sísmico de edificios.* 2001.
- Bernal, A, Blanco, G y Villalpando, D. 2010.** *Metodología de la investigación.* 2010.
- Bonifacio, W y Sánchez, J. 2015.** *Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque.* Pimentel : Universidad Señor de Sipan, 2015.
- Bozzo, L. 2018.** Postensa SAC. <https://luisbozzo.com/>. [En línea] 2018.
- Bozzo, L, Gaxiola, G y Gonzáles, H. 2016.** *Procesos de análisis y diseño utilizando disipadores sísmicos tipo SLB.* 2016. pág. 39.
- Bozzo, L, Ramirez, J y H, Gonzales. 2019.** *Manual SLB Devinces Dic19.* Technical Report. Barcelons : s.n., 2019.
- Bozzo, Luis. 2018.** Disipadores SLB para diseño sismorresistente. *Postensa SAC.* 2018.
- Calle, C. 2017.** *Vulnerabilidad estructural de una I.E.Nº 10024 “Nuestra señora de Fátima”.* Universidad Señor de Sipán . Pimentel : s.n., 2017. Tesis de pregrado .
- Carrasco, S. 2006.** *Metodología de la investigación científica.* Lima : San Marcos, 2006.
- Ccanto, G. 2010.** *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil.* Lima : Gerccantom, 2010. 0260-89-330-0.
- E 0.60 Concreto armado. 2021.** *RNE E 0.60 Concreto armado.* Lima : Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2021.
- Edificación. INIFED. 2015.* s.l. : Volumen V, 2015, NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES, pág. 14.
- Enciso, F. 2019.** *Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores slb en la ciudad de Huancayo.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

- Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.* 2016.
- Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** *Metodología de la Investigación.* 2018.
- Hernandez, Fernandez y Baptista. 2010.** *Mtedología de la Investigación.* 2010.
- Hernández, R. 2008.** *¿Qué es estructura?* Madrid : s.n., 2008.
- Laurente, A y Ramos, J. 2020.** *Vulnerabilidad estructural aplicando el método Italiano para estimar la seguridad sísmica en las instituciones educativas en la Molina.* Universidad de San Martin de Porres . Lima : s.n., 2020. Tesis.
- Ley, C. 2019.** *Reforzamiento estructural de un edificio aporticado de concreto armado de cinco niveles mediante el uso de disipadores de energía metálicos (SLB) en el distrito de Comas - Lima 2018.* Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Loor, J y Mendoza, L. 2019.** *Evaluacion de la vulnerabilidad sismica del edificio de la facultad de informatica de la universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí.* Facultad de ingenieria , Uleam. Ecuador : Pregrado, 2019.
- Los movimientos sísmicos.* **INDECI. 2018.** 2018, El Perú Primero, pág. 6.
- Martinez, C. 2022.** *Evaluación de la vulnerabilidad estructural, mediante el análisis estático no lineal, a la I.E. 14011 Nuestra Señora del Pilar, distrito 26 de Octubre-2021.* Facultad de Ingeniería Civil , Universidad Nacional de Piura . Piura : s.n., 2022. Tesis de pregrado.
- Mena, A. 2019.** *Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica Salesiana. Quito : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Méndez, C. 2020.** *Metodología de la Investigación quinta edición.* s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
- Mesta Cornetero, Carlos Augusto. 2014.** *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, USMP. Chiclayo : s.n., 2014. Tesis de Pregrado.
- Miranda, F. 2021.** *Análisis de vulnerabilidad sísmica con la medición de vibraciones y reforzamiento dinámico del edificio de la facultad de contabilidad y auditoría bloque 2 de la universidad técnica de Ambato.* Facultad de ingenieria civil y mecanica , Universidad Tecnica de Ambato. Ecuador : Facultad de ingenieria, 2021.
- Ñaupas, H. 2013.** *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis.* 2013.

- Peralta, D. 2021.** *Respuesta sísmica con la implementación de amortiguadores de fluido viscoso y disipadores metálicos SLB en el edificio San Borja AMP, Lima - 2020.* Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.
- Quiroz, J. 2020.** *Análisis de vulnerabilidad sísmica basado en el método hirosawa para los colegios públicos secundarios del distrito de Chiclayo - Lambayeque.* Escuela de Ingeniería Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
- Ramírez, J. 2018.** *Uso de disipadores de energía para controlar torsión en planta y mejorar la redundancia estructural, ejemplo de aplicación bloques 4 y 5 del centro de investigaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.* Carrera de Ingeniería Civil, Universidad de las Fuerzas Armadas . Sangolqui : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. 2018.** *E.030 Diseño sismo resistente .* Lima : s.n., 2018.
- Relloso Chacin, Rafael. 2021.** Investigation methodology. *Metodologia de la Investigacion.* Estados Unidos. : s.n., 2021, pág. 13.
- RNE E0.20 Cargas. 2021.** *Reglamento nacional de edificaciones.* Lima : s.n., 2021.
- Rodríguez, M. 2020.** *Interpretacion de los daños y el colapso en edificaciones de la ciudad de Mexico en el terremoto del 19 de Septiembre 2017.* México : s.n., 2020.
- Santos, D. 2019.** *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017.* Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Tapia, B. 2020.** *Análisis comparativo del comportamiento sísmico de un edificio con reforzamiento convencional y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo, Juliaca, 2020.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado .
- Tavera, H. 2019.** *Peligro sísmico.* Instituto Geofísico del Perú (IGP). 2019.
- Tipos de justificación en la investigación científica.* **Fernández, V. 2020.** 2020, Espíritu Emprendedor TES 2020, pág. 12.
- UNDRR. 2019.** *Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017.* Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de desastres. 2019.
- Vásquez, L. 2011.** *"Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca".* FACULTAD

DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.  
Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.

**Vásquez, W. 2020.** *Metodología de la investigación.* Unidad Académica de Estudios Generales, Universidad de San Martín de Porres. Ciudad Universitaria Santa Anita : s.n., 2020.

**Yáñez, A. 2019.** SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/407532446/Tarea-1-4-Diseno-de-Disipadores>. [En línea] Marzo-Julio de 2019.

**Zambrano, C. 2018.** *Análisis de la vulnerabilidad sísmica, mediante superposición modal en la vivienda de la familia Zambrano del Valle de la ciudad de Jipijapa.* Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Estatal Del Sur de Manabí. Jipijapa : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

<b>ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020</b>						
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles son los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Analizar los resultados de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La vulnerabilidad sísmica disminuye en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Disipadores SLB</p>	<p>Tipo de Disipador SLB</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Rigidez</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicado</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿Cuánto varía el desplazamiento en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?</p> <p>b) ¿En qué medida cambian las derivas en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Determinar cómo varía el desplazamiento en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p> <p>b) Evaluar el cambio en las derivas en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>a) El desplazamiento disminuye en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p> <p>b) Las derivas disminuyen en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados</p>	<p>Desplazamiento</p> <p>Derivas</p> <p>Fuerza cortante</p>	<p>Movimiento longitudinal</p> <p>Distorsión de entre piso</p> <p>Rigidez</p>	<p><b>Diseño de la investigación:</b> No experimental</p> <p><b>CUANDO:</b> 2020</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> <b>POBLACIÓN.</b> P1: La presente investigación se desarrollará para las edificaciones de más de 10 pisos en el distrito de Huancayo.</p> <p><b>MUESTRA:</b> M1: Se evaluará el comportamiento de la estructura de un</p>

Anexo 1 – Matriz de consistencia

<p>disipadores SLB, Huancayo 2020?  c) ¿Cómo varia la fuerza cortante en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020?</p>	<p>c) Determinar la fuerza cortante en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p>	<p>disipadores SLB, Huancayo 2020.  c) La fuerza cortante varia significativamente en el análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores SLB, Huancayo 2020.</p>				<p>edificio multifamiliar con una altura de 10 pisos una de las edificaciones más altas de Huancayo.</p>
--	--	---	--	--	--	--

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA
VI: Disipadores SLB	De acuerdo con Bozzo (2018), los disipadores SLB son aquellas que logran modificar drásticamente el tiempo estructural y proteger las estructuras desde movimientos tan bajos como solo 1mm.	Las propiedades mecánicas del acero se operacionalizan mediante sus dimensiones: D1: Tipo de disipador SLB A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.	Tipo de disipador SLB	Dimensión	ASTM A36
				Rigidez	ASTM A36
VD: Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados	En palabras de Bonifacio y Sánchez (2015), menciona que es la probabilidad condicional en que una estructura puede sufrir un nivel de daño de acuerdo a una intensidad sísmica dada, la vulnerabilidad llega a ser calificada de acuerdo a una evaluación en campo en base a fichas de recolección de datos de acuerdo a norma.	Las edificaciones con muros desacoplados se operacionalizan mediante sus dimensiones: ✓ D1: Desplazamiento ✓ D2: Derivas ✓ D3: Fuerza cortante A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Desplazamiento	Movimiento longitudinal	Modelamiento Estructural
			Derivas	Distorsión de entre piso	Modelamiento Estructural
			Fuerza cortante	Rigidez	Modelamiento Estructural

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento**

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA
VI: Disipadores SLB	Las propiedades mecánicas del acero se operacionalizan mediante sus dimensiones: D1: Tipo de disipador SLB A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.	Tipo de disipador SLB	Dimensión	ASTM A36	Razón
			Rigidez	ASTM A36	Razón
VD: Vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados	Las edificaciones con muros desacoplados se operacionalizan mediante sus dimensiones: ✓ D1: Desplazamiento ✓ D2: Derivas ✓ D3: Fuerza cortante A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Desplazamiento	Movimiento longitudinal	Modelamiento Estructural	Intervalo
		Derivas	Distorsión de entre piso	Modelamiento Estructural	Intervalo
		Fuerza cortante	Rigidez	Modelamiento Estructural	Intervalo

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**

Método Italiano (Benedetti-Petrini)

Investigador : Torresco Palomino Oran Rosendo  
Ubicación : Jirón Huaruco  
N° de vivienda : 350  
Fecha : 10-02-2023

Parámetros

1 .Organización del sistema resistente

- A (Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica)
- b) B (Años de construcción menor a 1997 y asesoría técnica)
- c) C (Sin asesoría técnica)

2 .Calidad del sistema resistente

- A (Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos)
- b) B (Años de construcción menor a 1997 y buenos materiales y procesos constructivos)
- c) C (Materiales y procesos constructivos deficientes)

3 .Resistencia convencional

- a)  $\alpha \cdot h \geq 1.2$
- b)  $0.6 \leq \alpha \cdot h < 1.2$
- c)  $\alpha \cdot h < 0.60$

4 .Posición del edificio y cimentación

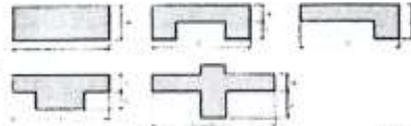
- a) A (Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, RNE e 0.30)
- b) B (Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible- sales y humedad, RNE e 0.30)
- c) C (Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, sales y humedad)

5 .Diagramas horizontales

- A (Edificación con diafragma: (1) ausencia de planos a desnivel, (2) deformación de diafragma y (3) conexión eficaz entre el diafragma y muro)
- b) B (Edificación que no cumple con una de las edificaciones de la clase A)
- c) C (Edificación que no cumple con dos de las edificaciones de la clase A)

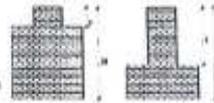
6 .Configuración en planta

- a)  $IR \leq 0.25$
- b)  $0.25 < IR \leq 0.75$
- c)  $IR > 0.75$



7 .Configuración en elevación

- a)  $RL > 0.66$
- b)  $0.33 < RL \leq 0.66$
- c)  $RL \leq 0.66$  muestra irregularidades en un sistema resistente w



8 .Distancia máxima entre columnas

- a) Año de construcción > a 1997 y con las asistencias técnicas
- b) Año de construcción < a 1997 y con las asistencias técnicas
- c) Sin la asistencia técnica

9 .Tipo de cubierta

- a) Corriente estable conecta debidamente amarrando a las vigas con una conexión adecuada y con material liviano con una edificación cubierta plana
- b) Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones
- c) Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel

10 .Elemento no estructural

- a) Debe cumplir con la clase a y b de la mampostería:
  - a. Edificaciones que no contienen elementos o estructurales mal conectados al sistema resistente.
  - b. Edificación con Parámetros y balcones conectados al sistema resistente
- b) Edificio sin parámetros con elementos de cornisas conectadas en la pared

Edificio el que presenta tanques de agua o tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Se encuentran parapetos u otros elementos con un peso significativo, mal construidos, fáciles de desplomar ante agentes sísmicos.

11 .Estado de conservación

- a) Buen estado
- b) Ligeramente dañado
- c) Mal estado de conservación

**Anexo N°05: Certificado de estudio de suelos**

## ESTUDIO MÉCANICA DE SUELOS

PROYECTO:

"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES  
CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES  
SLB, HUANCAYO 2020"

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

CONTROL DE CALIDAD, ASISTENCIA  
TÉCNICA EN OBRAS CIVILES,  
GEOTECNIA, MECÁNICA DE ROCAS,  
EXPEDIENTES TÉCNICOS Y  
SUPERVISIÓN DE OBRAS

LUGAR : JR. HUÁNUCO N° 350 (EDIFICIO LOS  
MERCADERES)  
DISTRITO : HUANCAYO  
PROVINCIA : HUANCAYO  
DEPARTAMENTO : JUNÍN

Huancayo, 15 de enero del 2021

SOLICITANTE:

Bach. ONAN ROSENDO TORPOCO PALOMINO

INFORME SG. N°058/2021

CONTENIDO	2
1 GENERALIDADES	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
1.3 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	3
1.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.3.2 UBICACIÓN POLÍTICA	4
1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN	4
1.5 NORMATIVIDAD	5
2 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO	5
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL	5
2.1.1 LITOESTRATIGRAFÍA	5
2.2 PROCESOS GEODINÁMICOS	6
3 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA EFECTUADA	11
3.1 ESTUDIO DE CIMENTACIÓN	11
3.1.1 SELECCIÓN DE TIPO DE ESTRUCTURA	11
3.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO	11
3.2.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS	11
3.2.2 TOMA DE MUESTRAS DISTURBADAS	13
3.2.3 REGISTRO DE EXPLORACIONES	13
3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO	13
3.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - ENSAYOS ESTÁNDAR	13
3.3.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ENSAYOS ESPECIALES	14
3.3.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS - ENSAYOS QUÍMICOS	14
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMIDAD DEL SUELOS	15
3.4.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	15
3.4.2 AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS	15
4 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN	16
4.1 TIPO DE CIMENTACIÓN	16
4.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	16
4.3 CAPACIDAD ADMISIBLE	16
4.4 ASENTAMIENTO ADMISIBLE	17
5 CONCLUSIONES	18
6 RECOMENDACIONES	19
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXO I - REGISTRO DE EXPLORACIONES	20
ANEXO II - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - ENSAYOS ESTÁNDAR	22
ANEXO III - CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ENSAYOS ESPECIALES	25
ANEXO IV - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS - ENSAYOS QUÍMICOS	28
ANEXO V - PANEL FOTOGRÁFICO	30
ANEXO VI - CERTIFICADO DE REGISTRO DE LABORATORIO	32
ANEXO VII - CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	35

## INFORME TÉCNICO DE SUELOS

### 1 GENERALIDADES

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Mecánica de Suelos se desarrolla en el distrito de Huancayo para el proyecto: **\* Análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores sfb, Huancayo 2020\***. Para los fines de cimentación y de evaluar los suelos adyacentes que conforman las estratigrafías del terreno de fundación del área asignada al proyecto.

Las fases de exploración, análisis de campo y laboratorios efectuados, así como la aplicación de mecánica de suelos han sido desarrolladas con la finalidad de establecer las características físicas y mecánicas de los suelos, además de poder clasificarlos y agruparlos para su mejor estudio y comprensión, esta es una fase importante y decisiva en el diseño de cimentación de las estructuras como también establecer los métodos aplicados en la construcción de la estructura.

#### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en el distrito de Huancayo para el proyecto: **\* Análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores sfb, Huancayo 2020\***, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo Abierto", ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, cálculo de coeficiente de Balasto para diseño de losas o cimentaciones, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas
- Tomas de muestras inalteradas y disturbadas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Elaboración del Perfil estratigráfico
- Análisis de Cimentación Superficial
- Conclusiones y recomendaciones

#### 1.3 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

El área del proyecto se ubica políticamente como sigue:

##### 1.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Sistema Geográfico

Latitud : 12°04'22.04"  
Longitud : 75°12'25.10"  
Altitud : 3,252.00 m.s.n.m.



SILVER GEO SAC  
Sociedad Anónima  
Estratificación Suelos, Límites y Líquidos  
Ing. Civil Julio C. ESPINOSA OLIVERA  
C. U. P. N° 004392

Sistema WGS84, UTM

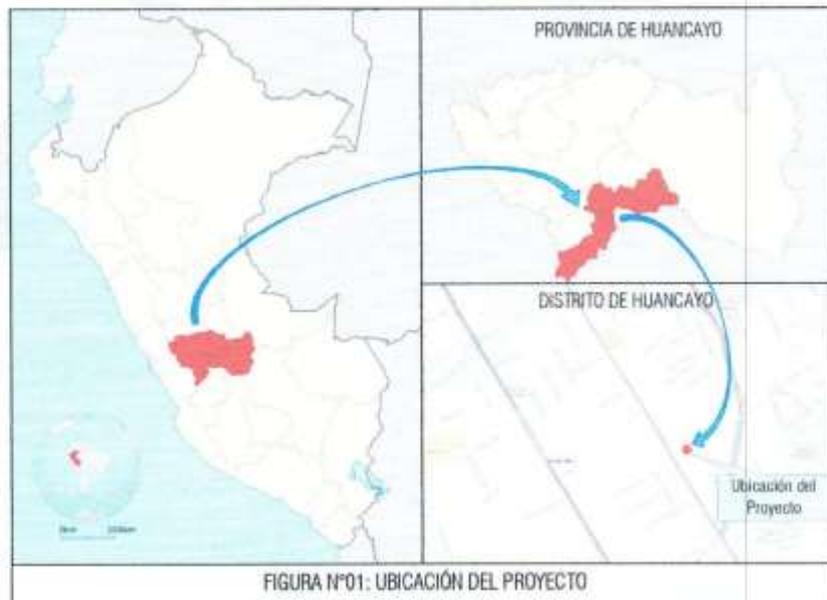
Coordenadas	: Planas
Zona UTM	: 18S
Cuadrícula	: L
Este	: 477474.95 m E
Norte	: 8665388.82 m S
Altitud	: 3,252.00 m.s.n.m.

1.3.2 UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento	: Junín
Provincia	: Huancayo
Distrito	: Huancayo
Ubigeo	: 120101
Zona	: Urbana
Ubicación	: Jr. Huánuco N° 350

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN

El proyecto se ubica en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín; tal como se indica en la FIGURA N° 01



## 1.5 NORMATIVIDAD

El presente E.M.S con fines de Cimentación está en concordancia con las Norma Técnicas:

- E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones
- E.030 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones
- MTC EM-2000 Manual de Ensayo de Materiales y las Normas Técnicas ASTM y NTP.

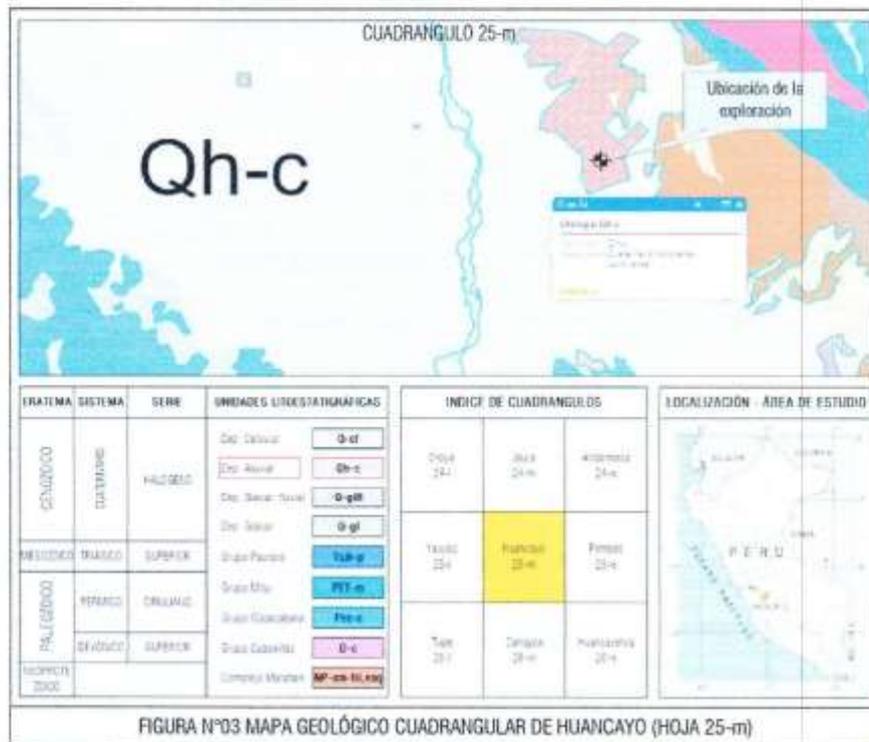
## 2 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La evaluación geológica regional del trazado del área directa fue documentada del estudio geológico realizado por el INGEOMET. Boletín N°18 de la serie A; cuadrángulo de Huancayo (Hoja 25-m).

#### 2.1.1 LITOSTRATIGRAFÍA

Podemos identificar a continuación las unidades Litológicas cartografiadas en el área de estudio.



### 2.1.1.1 MARCO GEOLÓGICO

El cuadrángulo de Huancayo abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Central Oriental, además incluye la depresión de Ingahuasi y la parte sur-oriental de la depresión de Huancayo-Jauja, que contienen un espeso relleno cuaternario.

Tanto en las Altas Mesetas como en la Cordillera Oriental, entre 4.000 m. y 4.500 m.s.n.m., se observan restos de la superficie "Puna", la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial.

La columna estratigráfica principal con Excelsior parcialmente de edad devónica media. Los flyschs fueron plagados a fines del Devónico y están cubiertos por las capas mayormente continentales del Carbonífero y del Pérmico inferior, las cuales infrayacen con discordancia de erosión a las capas rojas y a los volcánicos del Pérmico superior.

### 2.1.1.2 ESTRATIGRAFÍA

#### ERATEMA CENOZOICO

#### SISTEMA CUATERNARIO - SERIE HALOGENO

##### Depósitos Aluviales (Qh-c)

Están constituidos por los materiales arrastrados por los ríos y depositados a lo largo de su trayecto formando lechos, terrazas y llanuras de inundación.

En el área de estudio se encuentran cubriendo gran parte de los afloramientos rocosos con espesores variables, concentrándose mayormente en los flancos y valles glaciares lo que algunas veces alcanzan varios metros de grosor. Por erosión forman pequeñas terrazas, se caracterizan por la uniformidad litológica siendo en la mayoría de las veces limos y arcillas.

Los aluviales recientes que se encuentran generalmente en los cauces de los ríos, están constituidos por arenas. En el cuadrángulo de Huancayo son importantes los depósitos formados por los ríos Mantaro y Cunas.

En general el material que constituye estos depósitos es un conglomerado constituido por cantos, cascajos, arenas y arcillas provenientes de las rocas aflorantes. Los suelos son por lo tanto arenosos y de composición feldespática cuarzosa.

## 2.2 PROCESOS GEODINÁMICOS

### Geodinámica Interna

El Perú es uno de los países de América del Sur con mayor actividad sísmica en el mundo, debido al proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca), bajo la placa continental (Sudamericana). Este proceso genera

**SILVER GEO SAC**,  
Ingeniería Geológica  
Laboratorio de Estudios Geológicos  
Calle Arica # 2000 - Lima

Ing. Crisóstomo F. MORALES OLIVERA  
C.I.P. 107404352

una constante acumulación de energía que se libera en forma de terremotos de moderada a alta intensidad, los que resultan catastróficos

### Zonificación Sísmica

La actividad Sísmica del área se relaciona con subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana.

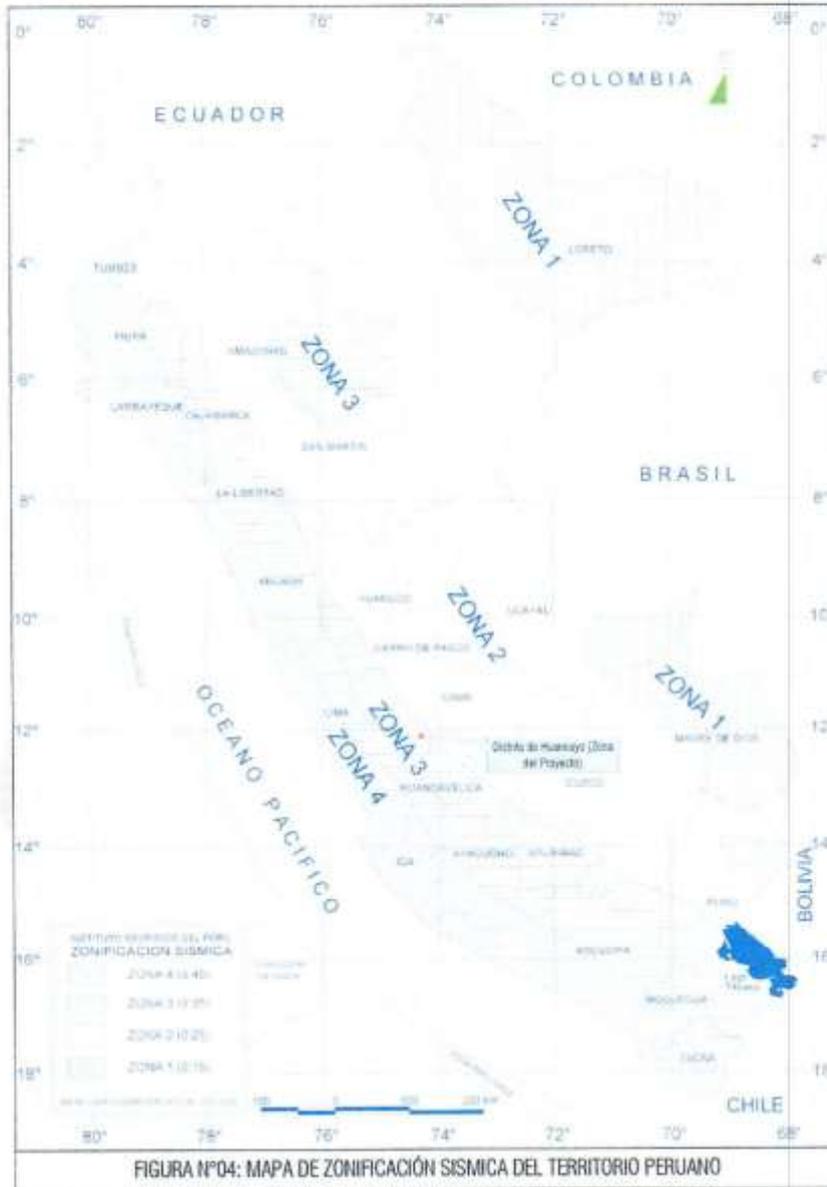
Se debe tener que un movimiento sísmico puede desencadenar caída de rocas y derrumbes en los sectores escarpados de las colinas y laderas de pendiente media y ampinada, especialmente en aquellos sectores afectados por diaclasamiento o una intensa meteorización.

De acuerdo al nuevo mapa de zonificación sísmica del Perú, según la Norma Sismorresistente de Estructuras (NT E.030-2016) y el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentadas por el Dr. Alva Hurtado (1994), el cual está basado en isosistas de sismos ocurridos en el Perú y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos resistentes; se concluye que el área de estudio ubicada en el distrito de Huancayo para el proyecto: **\* Análisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros desacoplados al implementar disipadores slb, Huancayo 2020\***, se encuentra dentro de la zona de sísmica (Zona 3), ocurriendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades considerables como IX en la escala de Mercalli Modificada. Como se muestra en la FIGURA N°04 y FIGURA N°05 respectivamente se desprende que en la FIGURA N°06 se presenta el mapa de isoaceleraciones del territorio peruano por un periodo de 50 años.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,15

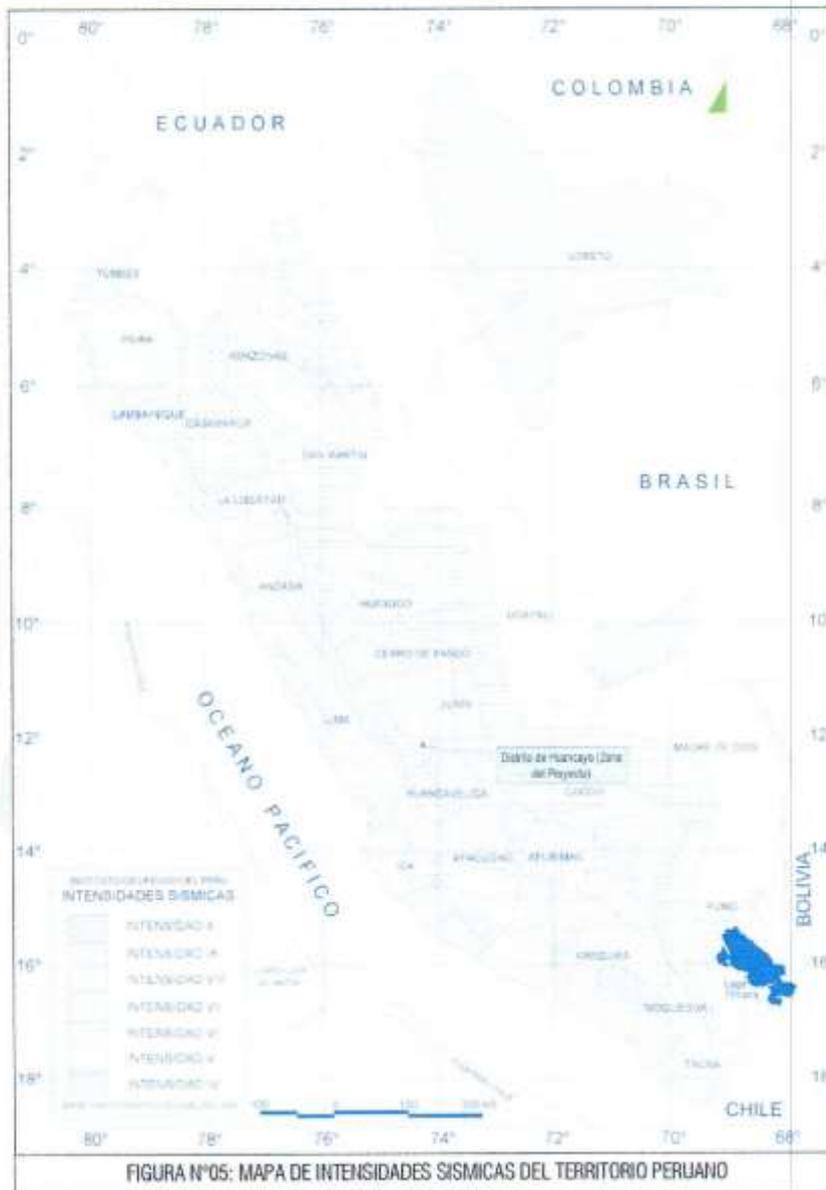
Los perfiles del suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo y el espesor del estrato, los parámetros de sitio  $S$ ,  $T_p$ ,  $T_i$ , para el proyecto se muestra de la siguiente manera:

Factor de Zona ( $Z$ )	: $Z = 3$ (0.35)
Factor de Suelo ( $S$ )	: $S_0 = 1.15$ (Suelos Intermedios)
Periodo del Suelo $T_p(S)$	: $T_p = 0.60s$
Factor de Uso ( $U$ )	: $U = 1.5$ (Edificaciones comunes. Vivienda, categoría C)
Periodo del Suelo $T_i(S)$	: $C = 2.00$
Coefficiente de Reducción	: $R = 8$ (Concreto Armado, pórticos)



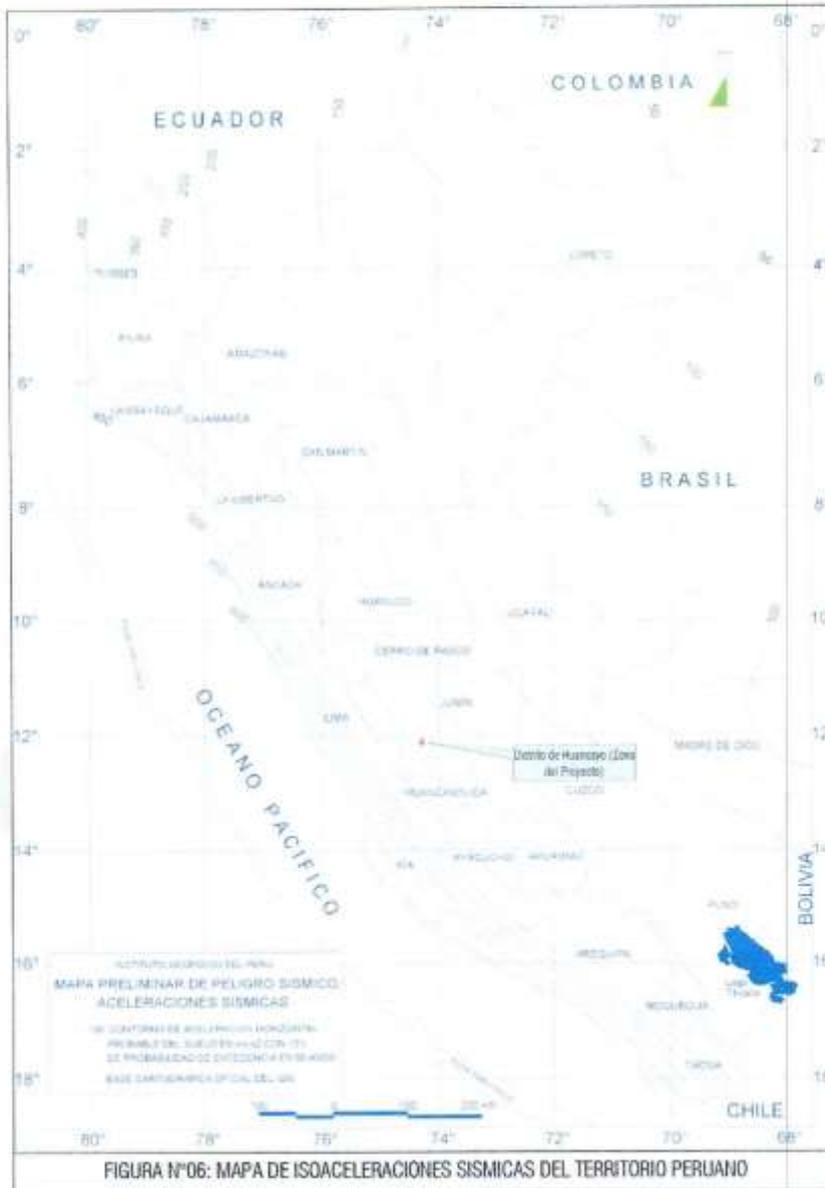
**SILVER GEO SAC**  
 Laboratorio de Estudios Geotécnicos y Ambientales

Ing. Civil Johnny R. MORALES OLIVERA  
 C.I.P. N° 201352



SILVER GEO SAC.  
 Ingeniería Geotécnica  
 y Ambiental

Ing. Civil Jorge R. ESCOBAR OLIVERA  
 C. U. P. N. 204752



### 3 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA EFECTUADA

#### 3.1 ESTUDIO DE CIMENTACIÓN

El estudio de cimentación del presente proyecto se realizó siguiendo la Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E-050, Artículo 13.0 - Información previa

##### 3.1.1 SELECCIÓN DE TIPO DE ESTRUCTURA

Para los fines de la determinación del Programa de Exploración Mínimo (PM) del EMS, las edificaciones son clasificadas, según la Tabla 1, donde I, II, III y IV designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV.

Se toma como referencia la **Tabla 1** del R.N. Edificaciones - Norma E.050 Suelos y Cimentaciones en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por ésta.

Descripción	Distancia mayor entre apoyos (m)	Número de pisos (Incluido los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
Aperturada de acero	< 12	III	III	III	III
Pórticos y/o muros de concreto	< 10	III	III	II	I
Muros portantes de albañilería	< 12	II	I	---	---
Bases de máquinas y similares	Cualquiera	I	---	---	---
Estructuras especiales	Cualquiera	I	I	I	I
Otras estructuras	Cualquiera	II	I	I	I
Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
Tanque elevados y similares	≤ 9m altura	II			
	> 9m altura			I	
Plantas de tratamiento de aguas				II	
Instalaciones de agua y alcantarillado en obras urbanas					IV

Para el EMS del presente proyecto se considera el **tipo de estructura II** en función a la descripción de estructura y número de pisos seleccionados según la Tabla 1.

#### 3.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La exploración del suelo se hizo siguiendo la Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E-050 Artículo 15.- Programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio.

##### 3.2.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

El número de puntos de exploración se determina según el **Literal B del artículo 15 de la norma E-0.50** Suelos y Cimentaciones.

Se toma como referencia la **Tabla 6** del R.N. Edificaciones - Norma E.050 Suelos y Cimentaciones en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por ésta.

### 3.2.2 TOMA DE MUESTRAS DISTURBADAS

Se extrajeron muestras disturbadas representativas de los estratos típicos en cantidad suficiente para la realización de ensayos estándar, especiales y análisis químicos.

La toma de muestras se desarrolló en función a las exigencias de la **Norma Técnica NTP 339.151 (ASTM D4220)**, considerando los 4 tipos de muestras se optó por realizar la **"Muestra alterada en bolsa de Plástico"** (Mab): Este muestreo se realiza de acuerdo al terreno que representa.

Se toma como referencia la **Tabla 4** del R.N. Edificaciones - Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

TABLA 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra representativa en bloque (Mb)	NTP 339.151 SUCS 132: Prácticas normalizadas para la preparación y transporte de suelos.	Bloques	Intacta	Debe mantener intactas las propiedades físicas y químicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo. Usabilidad solamente a suelos cohesionados, desde bloques o suelos granulares finos, suficiente para determinar la densidad.
Muestra representativa en caja de pared desmenuzable (Mcd)	NTP 339.151 SUCS 132: Muestras geotécnicas de suelos por cubo de pared desmenuzable.	Caja de pared desmenuzable	Alterada	Debe mantener intacta la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUCS 132: Prácticas normalizadas para la preparación y transporte de suelos.	Características de plástico	Alterada	Debe mantener intacta la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en bolsa sellada (Mbs)	NTP 339.151 SUCS 132: Prácticas normalizadas para la preparación y transporte de suelos.	En bolsa sellada	Alterada	Debe mantener intacta el contenido de agua.

### 3.2.3 REGISTRO DE EXPLORACIONES

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de la exploración, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, plasticidad, etc. Las calicatas exploradas, presentan un registro de excavación, se presenta el resumen de los materiales encontrados en las calicatas exploradas, para ver el registro al detalle revisar el Anexo I (Registro de Exploraciones).

### 3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Luego de la toma de muestras se procedió al desarrollo de los análisis en el Laboratorio de mecánica de suelos de la empresa SILVER GEOTECH S.A.C, de acuerdo al numeral 14.5 del Artículo 14 del reglamento nacional de edificaciones Norma Técnica E.050, los cuales han sido ceñidos a los procedimientos de la **Norma Técnica Peruana (NTP)** y la norma internacional de la **American Society of Testing Materials (ASTM)**. Los ensayos de laboratorio utilizados son los que se presentan a continuación:

#### 3.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - ENSAYOS ESTÁNDAR

Los ensayos estándar para la identificación del tipo de suelo se realizaron según las siguientes normas:

Descripción de Ensayo	NTP	ASTM
1. Contenido Humedad Natural	: NTP 339.127	ASTM D2216
2. Análisis Granulométrico por Tamizado	: NTP 339.128	ASTM D422
3. Límite Líquido y Límite Plástico	: NTP 339.129	ASTM D4318
4. Clasificación de Suelos SUCS	: NTP 339.134	ASTM D2487
5. Clasificación de Suelos AASHTO	: NTP 339.135	ASTM D3282



SILVER GEO SAC  
Calle 43 Prom. 1, 44001  
Independencia, Calle 43 Prom. 1, 44001  
Ing. Civil Jaime E. AMUNDO OLIVERA  
C.I.P. N° 204352

A continuación, en el **Cuadro N° 02** se presentan el resumen de resultados, para ver los ensayos al detalle revisar el Anexo II (Ensayos Estándar)

**CUADRO N° 02**

Detalles de Excavación			Análisis Granométrico			Hum. Natural	Limite Líquido Índice Plástico			Clasificación de Suelos (SUCS)	
Ítem	N° de Calic.	Prof. (m)	Grava (%)	Areña (%)	Finos (%)	W (%)	L.L. (%)	IP (%)	Simbolo	Nombre de Grupo	
1	C-01	6.90	60.44	33.21	6.36	3.27	28.90	10.10	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla fina y arena)	

### 3.3.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS - ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos especiales para determinación de los parámetros mecánicos se realizan según norma

Descripción de Ensayo	NTP	ASTM
1. Ensayo de Corte Directo	: NTP 339.171	ASTM D3080

En el **Cuadro N° 03**, se presentan los resultados de los ENSAYOS ESPECIALES, para ver los ensayos al detalle revisar el Anexo II (Ensayos Estándar)

**CUADRO N° 03**

Ítem	Ubicación	Calicata	Prof. (m)	Cohesión kg/cm²	Ang. de Fricción	Simbolo (SUCS)	Clasificación de Suelos (SUCS)
1	Jr. Huánuco N° 350	C-01	6.90	0.005	33.2°	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla fina y arena)

### 3.3.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS - ENSAYOS QUÍMICOS

Ensayos químicos para determinar la concentración de sustancias agresivas al concreto, bajo norma ASTM

Descripción de Ensayo	NTP	AASHTO
1. Sales solubles en suelos	: NTP 339.152	
2. Cloruros Solubles (Cl-) (ppm)	: NTP 339.177	AASHTO T 291
3. Sulfatos Solubles (SO <sub>4</sub> -) (ppm)	: NTP 339.178	AASHTO T 290

En el **Cuadro N° 04**, se presentan los resultados de los ENSAYOS QUÍMICOS

**CUADRO N° 04**

Ítem	Ubicación	Calicata	Prof. (m)	S.S.T. (ppm)	Cl⁻ (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	Agresión
1	Jr. Huánuco N° 350	C-01	6.90	11903	2614	116	Low

SILVER GEO SAC.  
Calle Comisario Miguel González 10600, Lima  
Ing. Cris Belén MORALES OLIVERA  
C.I.L.P. N° 204352

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMIDAD DEL SUELOS

Este análisis es efectivo para dar una idea general de la composición y estructura lito estratigráfica del terreno. Considerando que los suelos son heterogéneos y que no forzosamente serán análogos. A continuación, se describe el suelo donde se desplazarán las estructuras que contemplan el proyecto.

#### 3.4.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Las muestras representativas ensayadas se han clasificado de acuerdo a la NTP 339.134 Método para la clasificación (SUCS) y la descripción Visual-Manual de acuerdo a la NTP 339.150 Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual, se procedió a desarrollo del perfil estratigráfico definitivo el que se muestra a continuación y con mayor detalle en los anexos.

**Terreno Normal:** S2- Suelos Intermedios

Zonas correspondientes a las calicatas.

**SUELOS GRANULARES - GRAVAS (Más del 50 % de fracción gruesa retenida en el Tamiz No. 4)**

Jr. Huánuco N° 350 : Prof. 6.90 m. C-01

En este terreno, se constituye de Suelos GRANULARES con un mayor porcentaje de GRAVAS, se identifica la siguiente descripción granulométrica: GW-GC - Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena).

#### 3.4.2 AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS

Los problemas de durabilidad ocasionados en elementos de concreto que están en contacto con el suelo, son debido al deterioro y destrucción de los materiales de concreto por agresividad del medio. Por lo que, una vez conocida la zona, se identificó los agentes agresivos probables, sobre la base de las observaciones realizadas en las construcciones cercanas, para definir las medidas de previsión más convenientes. Según los resultados de ensayo de análisis químico, la concentración de sustancias perjudiciales al concreto y acero son las que se muestran en el cuadro N° 04.

Se muestra los límites permisibles para concreto expuesto a soluciones con sulfato según se indica en la tabla 2.3 de la norma de ACI 201.2R-08 Guía para la Durabilidad del Hormigón.

**Tabla 2.3 – Requisitos para proteger al hormigón contra los daños provocados por ataques por sulfatos provenientes de fuentes externas**

Severidad de la presencia de sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> en agua ppm	SO <sub>4</sub> en masa, %	Materiales cementicios requeridos
Exposición Clase 0	0.00 a 0.20	0 a 150	0.50	Depto. requerido especial para resistencia a los sulfatos
Exposición Clase 1	0.20 a 0.25	150 a 1999	0.40	C-150 Tipo II o equivalente <sup>1</sup>
Exposición Clase 2	0.25 a 0.28	200 a 20000	0.40	C-150 Tipo V o equivalente <sup>2</sup>
Exposición Clase 3	> 0.28	> 10000	0.40	C-150 Tipo V más paratibio-sulfato <sup>3</sup>
Exposición al agua de mar	-	-	Ver Sección 2.4	Ver Sección 2.4



SILVER GEO SAC.  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y OBRAS  
 Ing. Civil Jeffrey RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204352

A continuación, se presenta al **Cuadro N° 05** donde determinaremos la agresión que ejerce el subsuelo a los elementos de concreto y acero tomando como referencia la tabla 2.3 de la norma de ACI 201.2R-08. Y a su vez se recomiendan los materiales cementicios más convenientes.

**CUADRO N° 05**

Item	Ubicación	Calicata	Prof. (m)	Sulfatos (ppm)	Severidad de la Potencial Exposición	Tipo de Cemento Recomendado
1	Jr. Hualuco N° 350	C-01	6.90	116	Exposición Clase 0	Cemento Portland tipo I

#### 4 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación para la edificación de las obras civiles, que incluyen recomendaciones para su diseño. Realizada sobre la base de las características del terreno y al tipo de estructuras proyectadas.

##### 4.1 TIPO DE CIMENTACIÓN

Se considera cimentaciones superficiales para las estructuras proyectadas, tal como edificaciones mayores a 10 pisos con sótano según la norma E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

##### 4.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Sobre la base del estudio del perfil estratigráfico, características fisicomecánicas del subsuelo y solicitaciones de carga, se recomienda cimentar a una profundidad de no menor de **5.40 m** (3.00 m de sótano + 2.40 m de cimentación) de desplante.

##### 4.3 CAPACIDAD ADMISIBLE

Se ha determinado la capacidad portante del terreno según las características subyacentes y solicitaciones de carga. Para lo cual se utilizarán los parámetros de corte de suelo, presentado en el **Cuadro N° 03**.

Luego se calcula la capacidad portante con la siguiente ecuación:

$$Q_{ult} = \frac{S_1 C N_1 + S_2 \gamma_1 B N_1 + S_3 \gamma_2 D_1 N_2}{2}$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_c}{F_s}$$

**Dónde:**

- $Q_{ult}$  = Capacidad última de carga
- $Q_{adm}$  = Capacidad admisible de carga
- $F_s$  = Factor de Seguridad = 3
- $\gamma_1$  = Peso unitario del suelo ( $kg/m^3$ )
- $\gamma_2$  = Peso unitario del suelo superficial ( $kg/m^3$ )
- $D_1$  = Profundidad de cimentación



SILVER GEO SAC  
Ingeniería Geotécnica  
Lima - Perú  
Ingeniero Civil  
Ing. César Augusto BARRONDO OLIVERA  
C.I.T. N° 204352

$B$  ⇒ Ancho o diámetro de la cimentación  
 $N_c N_q N_\gamma$  ⇒ Parámetros de capacidad portante en función de  $\theta$

A continuación, se presentan los factores de capacidad de carga para la teoría Terzagui y Peck en función de  $\theta$  en los Cuadro N° 06.

CUADRO N° 06

Item	Ubicación	N° Calicata	Cohesión $kN/m^2$	Angulo $\theta$ Fricción	Tipo de Cimentación	Ancho de Cimentación B (m)	Largo de Cimentación L (m)	Desplante Df (m)	Quil (t/m <sup>2</sup> )	Quil (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Jr. Huánuco N° 350	C-01	0.026	32.2°	Cimentación Cuadrada	2.00	2.00	5.40	130.11	4.34
						3.00	3.00	5.40	134.52	4.48
						4.00	4.00	5.40	138.94	4.63
						6.00	6.00	5.40	147.78	4.93

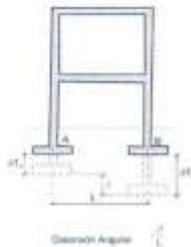
#### 4.4 ASENTAMIENTO ADMISIBLE

Se busca estimar el asentamiento Total Inicial ( $\delta_T$ ), el asentamiento diferencial ( $\delta = 75\% \delta_T$ ) y compararlo con el asentamiento admisible ( $\delta_{adm}$ ) calculado mediante la ecuación de Harr (1966).

$$S_e = \frac{B \cdot q_0}{E_s} \cdot (1 - \mu_s) \cdot \alpha$$

Dónde:

- $S_e$  ⇒ Asentamiento Inicial Total (cm)
- $q_0$  ⇒ Esfuerzo Neto Transmitido (kg/cm<sup>2</sup>)
- $B$  ⇒ Ancho o diámetro de Cimentación
- $E_s$  ⇒ Módulo de Elasticidad del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)
- $\mu_s$  ⇒ Relación de Poisson
- $\alpha$  ⇒ Factor de Influencia que depende la forma y la rigidez de la cimentación (Bowles, 1977)



- Distorsión Angular  $\alpha = \delta/L$
- $\delta_{TA}$  ⇒ Asentamiento Total de A
- $\delta_{TB}$  ⇒ Asentamiento Total de B
- $\delta$  ⇒ Asentamiento Diferencial

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando la distorsión máxima angular ( $\alpha = \delta/L$ ) según el artículo 19, TABLA 8 del reglamento nacional de edificaciones Norma Técnica E.050.

$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puertas giras.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, pilas y esbeltas.
1/550	Límite para edificios rígidos de concretos cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

El asentamiento admisible se calcula por la fórmula ( $L \cdot \alpha$ )

Reemplazando:

PARA $L_x = 500\text{cm}$		
$L_x$	= Longitud más larga	= 500 cm
$\alpha = \delta/L$	= $1/500 \delta_{adm}$	= 1.00 cm

PARA $L_x = 300\text{cm}$		
$L_x$	= Longitud más corta	= 300 cm
$\alpha = \delta/L$	= $1/500 \delta_{adm}$	= 0.60 cm

A continuación, se presentan los resultados de asentamiento en el Cuadro N° 8, para ver los ensayos al detalle revisar el Anexo IV (Ensayos Especiales)

Item	Ubicación	Calicata	Cohesión $\text{kg/cm}^2$	Angulo de Fricción	Tipo de Cimentación	Desplante $D_f$ (m)	$L_x = 500\text{cm}$ $\delta_{adm}$	$L_x = 300\text{cm}$ $\delta_{adm}$	Asentamiento (cm)	Aceptación Asentamiento
1	Jr. Húsico N° 350	C-01	0.026	27.2°	Cimentación Cuadrada	5.40	1.00 cm	0.60 cm	0.43 cm	Cumple
						5.40	1.00 cm	0.60 cm	0.45 cm	Cumple
						5.40	1.00 cm	0.60 cm	0.46 cm	Cumple
						5.40	1.00 cm	0.60 cm	0.49 cm	Cumple

## 5 CONCLUSIONES

De acuerdo a la exploración realizada, pruebas de campo, ensayos de laboratorio y el análisis efectuado, se concluye con lo siguiente:

- Con el propósito de identificar las características físicas y químicas del suelo de fundación se ubicaron 01 calicata y/o excavación a cielo abierto manual hasta una profundidad de 0.00 m a 6.90 m.
- Parámetros Sísmicos**, para la aplicación de las normas de diseño sísmo resistentes se debe considerar, los siguientes valores:

Factor de Zona (Z)	: Z = 3 (0.35)
Factor de Suelo (S)	: $S_p = 1.15$ (Suelos Intermedios)
Periodo del Suelo $T_s(S)$	: $T_p = 0.60\text{s}$
Factor de Uso (U)	: U = 1.5 (Edificaciones comunes. Vivienda, categoría C)
Periodo del Suelo $T_s(S)$	: C = 2.00
Coefficiente de Reducción	: R = 8 (Concreto Armado, pórticos)



- 3) **Identificación Geológica**, la zona geológica identificada en el área del proyecto se clasifica como un suelo con estratigrafía de **Depósitos Aluviales (Qh-c)** Están constituidos por los materiales arrastrados por los ríos y depositados a lo largo de su trayecto formando lechos, terrazas y llanuras de inundación.

#### 4) Perfil Estratigráfico

**Terreno Normal):** S2: Suelos Intermedios

Zonas correspondientes a las calicatas.

**SUELOS GRANULARES - GRAVAS** (Más del 50 % de fracción gruesa retenida en el Tamiz No. 4)

Jr. Huánuco N° 350 : Prof. 6.90 m.: C-01

En este terreno, se constituye de Suelos **GRANULARES** con un mayor porcentaje de **GRAVAS**, se identifica la siguiente descripción granulométrica: GW-GC - Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena).

## 6 RECOMENDACIONES

- 1) Del análisis químico realizado a las muestras de suelo donde irán desplantadas los elementos de concreto y refuerzo de acero y de acuerdo al **Cuadro N° 05** y con mayor detalle en el **ANEXO IV (Ensayos Químicos)**, en general se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo I.
- 2) Del resumen de cálculo de capacidad admisible del terreno resumido en los **Cuadros N° 06**, y con mayor detalle en el **ANEXO III (Ensayos Especiales)** se concluye que el terreno de fundación donde irán desplantada la cimentación del proyecto tiene una capacidad admisible superior a 4.34 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual se recomienda realizar la cimentación con un **mínimo de desplante de 5.40 metros** sobre superficie del terreno, la profundidad recomendada se explica a razón de la suma de 3.00 m profundidad de "sótano" según norma G.040 (definiciones del reglamento nacional de edificaciones) + 2.40 m de profundidad de cimentación.
- 3) Los resultados del presente estudio se recomiendan solo para la zona investigada y no para ningún otro lugar, ni tipo de obra diferente a la estudiada.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Reglamento Nacional de Edificaciones / Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Reglamento Nacional de Edificaciones / Norma E.030 Diseño Sismo resistente del Concreto
- Alva Hurtado Jorge / Dinámica de Suelos. Primera edición, Perú 2002
- Braja M. Das / Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. Séptima edición 2012
- Braja M. Das / Fundamentos de Ingeniería de Geotécnica. Cuarta edición 2015
- Roy Whitlow / Fundamentos de Mecánica de Suelos. Primera edición 2000



**SILVER GEO SAC.**  
Sociedad Anónima  
Ingeniería de Suelos y Cimentaciones

Ing. Civil Jeffrey R. OLIVERA  
C.T.P. N° 204192

**Anexo N°06: Confiabilidad y validez del instrumento**

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**DATOS GENERALES:**

**APELLIDOS Y NOMBRES:** Porras Olarte Rando

**GRADO ACADÉMICO:** Ingeniero Civil

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020

**AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN:** BACH. TORPOCO PALOMINO ONAN ROSENDO

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
Criterios cuantitativos	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Este expresado de acuerdo a conductas observables	Esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización lógica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teóricos - científicos y de tema de estudio	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al propósito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Buena 41%-60%	P		+				P				
Muy buena 61-80%		+				P		X	X		
Excelente 81-100%				X	P			X		P	

Validación: 87 %

Experto:



### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**DATOS GENERALES:**

APELLIDOS Y NOMBRES: Ordoñez Camposano Vladimir

GRADO ACADÉMICO: Ingeniero Civil

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020

AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN: BACH. TORPOCO PALOMINO ONAN ROSENDO

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
Criterios cuantitativos	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización lógica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos técnicos - científicos y de tema de estudio	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al propósito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%											
Muy bueno 61-80%	X			X	X				X		
Excelente 81-100%		X	X			X	X	X		X	

Validación: 93 %

Experto:

  
  
**Vladimir Ordoñez Camposano**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 168384**

## FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**DATOS GENERALES:**

**APELLIDOS Y NOMBRES:** Villeneuve Rosales Miguel

**GRADO ACADÉMICO:** Contador

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020

**AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN:** BACH. TORPOCO PALOMINO ONAN ROSENDO

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Conveniencia	Sub total
Criterios cuantitativos	Este formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización lógica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teóricos - científicos y de tema de estudio	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al propósito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Buena 41%-60%	+	+			+						
Muy buena 61-80%			+	+				+			
Excelente 81-100%						+	+	+	+	+	

Validación: 90 %

Experto:

  
 M.P. Miguel E. Villeneuve Rosales  
 MAT. 06-2059

## FICHA DE VALIDACIÓN

**TÍTULO:** ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN EDIFICACIONES CON MUROS DESACOPLADOS AL IMPLEMENTAR DISIPADORES SLB, HUANCAYO 2020

**AUTOR:** BACH.TORPOCO PALOMINO, ONAN ROSENDO

Deficiente	1
Aceptable	2
Excelente	3

**Apellidos y Nombres:** Ordoñez Camposano Vladimir

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALORACION			TOTAL
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Tipo de disipador SLB		X		2
2	Desplazamiento		X		2
3	Derivas			X	3
4	Fuerza cortante		X		2

**Apellidos y Nombres:** Villanueva Rosales Miguel

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALORACION			TOTAL
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Tipo de disipador SLB			X	3
2	Desplazamiento		X		2
3	Derivas		X		2
4	Fuerza cortante			X	3

**Apellidos y Nombres:** Rando Torres Ochoa

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALORACION			TOTAL
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Tipo de disipador SLB	X			1
2	Desplazamiento		X	X	3
3	Derivas			X	3
4	Fuerza cortante		X		2

**Anexo N°07: La data de procesamiento de datos**

### Cargas aplicadas por piso

Nivel	Altura (m)	Acabados (kg/m <sup>2</sup> )	Tabique (kg/m <sup>2</sup> )	SC piso típico (Live) (kg/m <sup>2</sup> )	SC azotea (kg/m <sup>2</sup> )
Sótano	3.00	100	150	250	0
Piso 1	3.84	150	100	500	0
Piso 2	3.84	150	100	500	0
Piso 3	3.15	150	150	200	0
Piso 4	3.15	150	150	200	0
Piso 5	3.15	150	150	200	0
Piso 6	3.15	150	150	200	0
Piso 7	3.15	150	150	200	0
Piso 8	3.15	150	150	200	0
Piso 9	3.15	150	150	200	0
Piso 10	3.15	150	150	200	0

### Resultados de los ensayos

Descripción de resultados		
N° de calicata	C-01	
Prof (m)	6.90	
Análisis granulométrico	Grava (%)	60.44
	Arena (%)	33.21
	Finos (%)	6.36
Humedad natural	W (%)	3.27
Límite líquido	LL (%)	28.90
Índice de plasticidad	I.P	10.10
Clasificación de suelos (SUCS)	Símbolo	GW - GC
	Nombre de grupo	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
Cohesión kg/cm <sup>2</sup>	0.026 kg/cm <sup>2</sup>	
Angulo de fricción (ø)	32.2°	
Sales soluble en suelos	ppm	11903
Cloruros solubles	ppm	2814
Sulfatos solubles (SO <sub>4</sub> )	ppm	116

**Valores de desplazamiento sin la implementación de los disipadores SLB**

Desplazamiento		
	Dz X-X (cm)	DZ Y-Y (cm)
Piso 10	13.40	27.23
Piso 9	12.43	27.35
Piso 8	11.32	26.66
Piso 7	10.07	25.28
Piso 6	8.70	23.13
Piso 5	7.22	20.28
Piso 4	5.68	16.82
Piso 3	4.13	12.88
Piso 2	2.66	11.44
Piso 1	1.06	5.55
Sótano	0.08	0.27

**Valores de desplazamiento con la implementación de los disipadores SLB**

Deplazamiento		
	Dz X-X (cm)	DZ Y-Y (cm)
Piso 10	3.20	14.00
Piso 9	3.03	14.27
Piso 8	2.82	14.16
Piso 7	2.56	13.60
Piso 6	2.25	12.60
Piso 5	1.90	11.14
Piso 4	1.52	9.40
Piso 3	1.13	7.38
Piso 2	0.74	6.65
Piso 1	0.28	3.89
Sótano	0.01	0.07

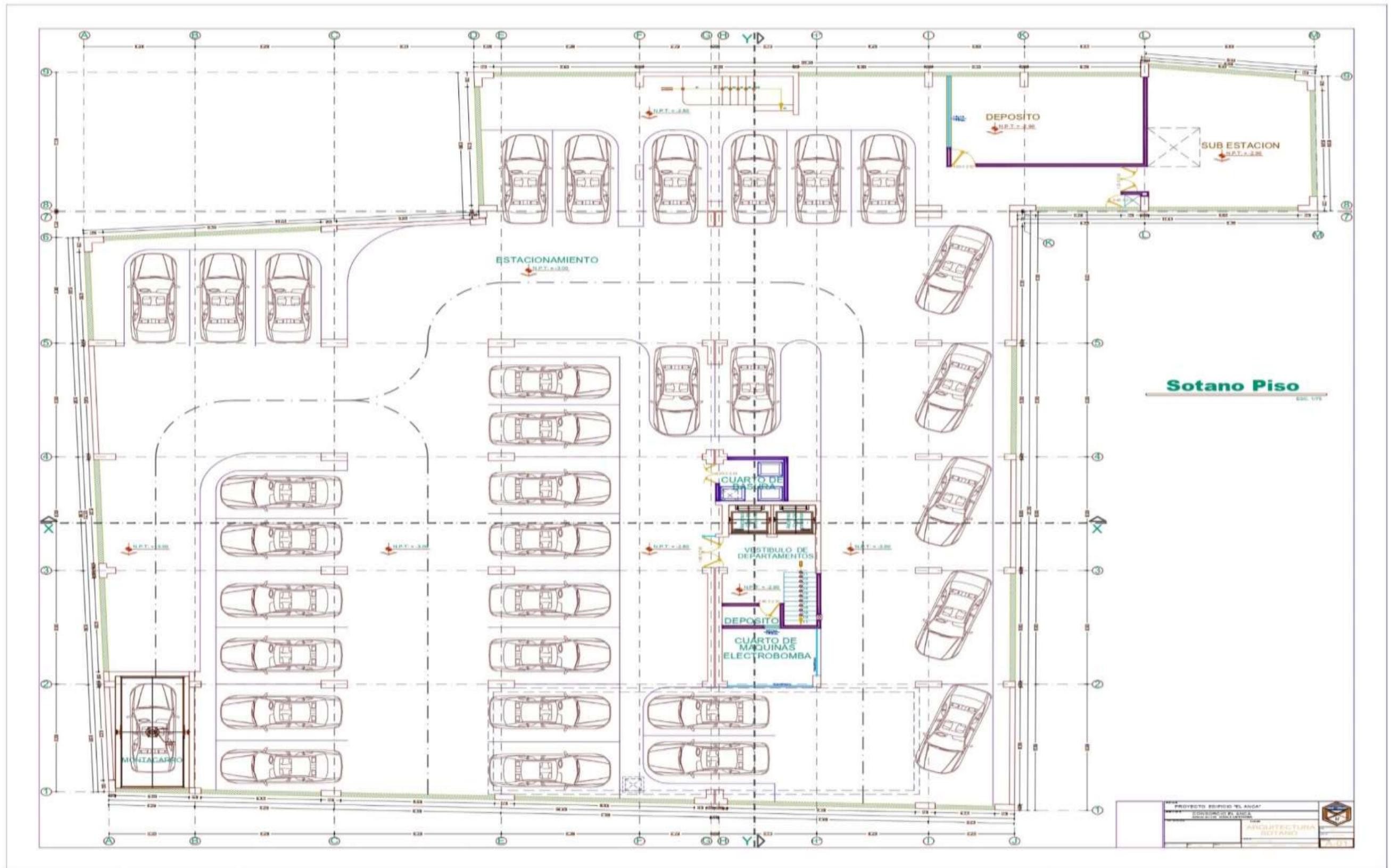
**Cortante eje X-X y Y-Y sin SLB**

	Fuerza Cortante	
	X-X (kgf)	Y-Y (kgf)
Piso 10	-107347.09	-107353.48
Piso 9	-224613.40	-224625.33
Piso 8	-329454.93	-329470.26
Piso 7	-421871.68	-421890.74
Piso 6	-501976.67	-501995.84
Piso 5	-569543.84	-569565.42
Piso 4	-624686.23	-624710.18
Piso 3	-667403.83	-667428.73
Piso 2	-702204.34	-281147.31
Piso 1	-722431.40	-222997.34
Sótano	-722431.40	-222997.34

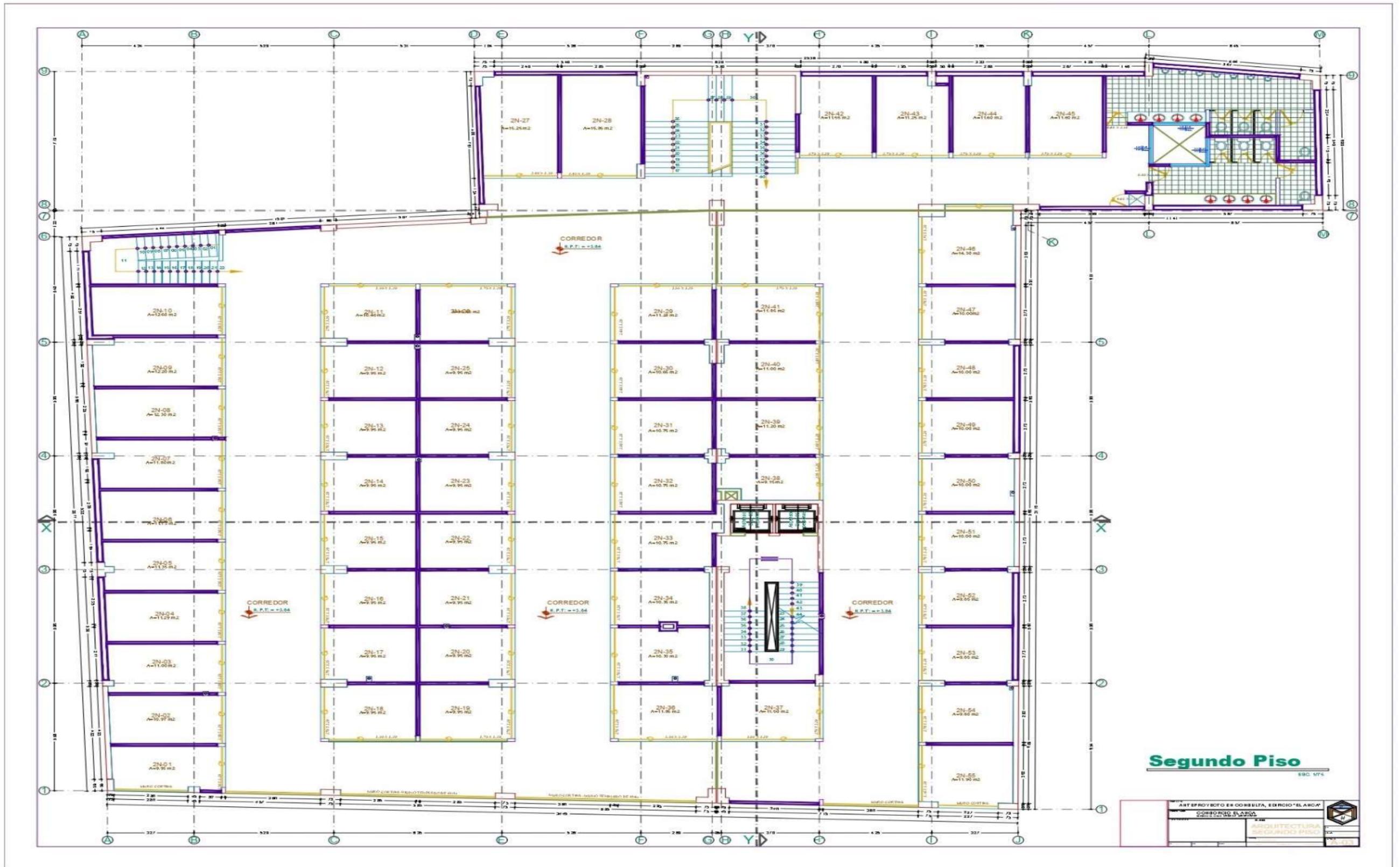
**Resultados de las cortantes de la edificación con implementación de dispositivo SLB**

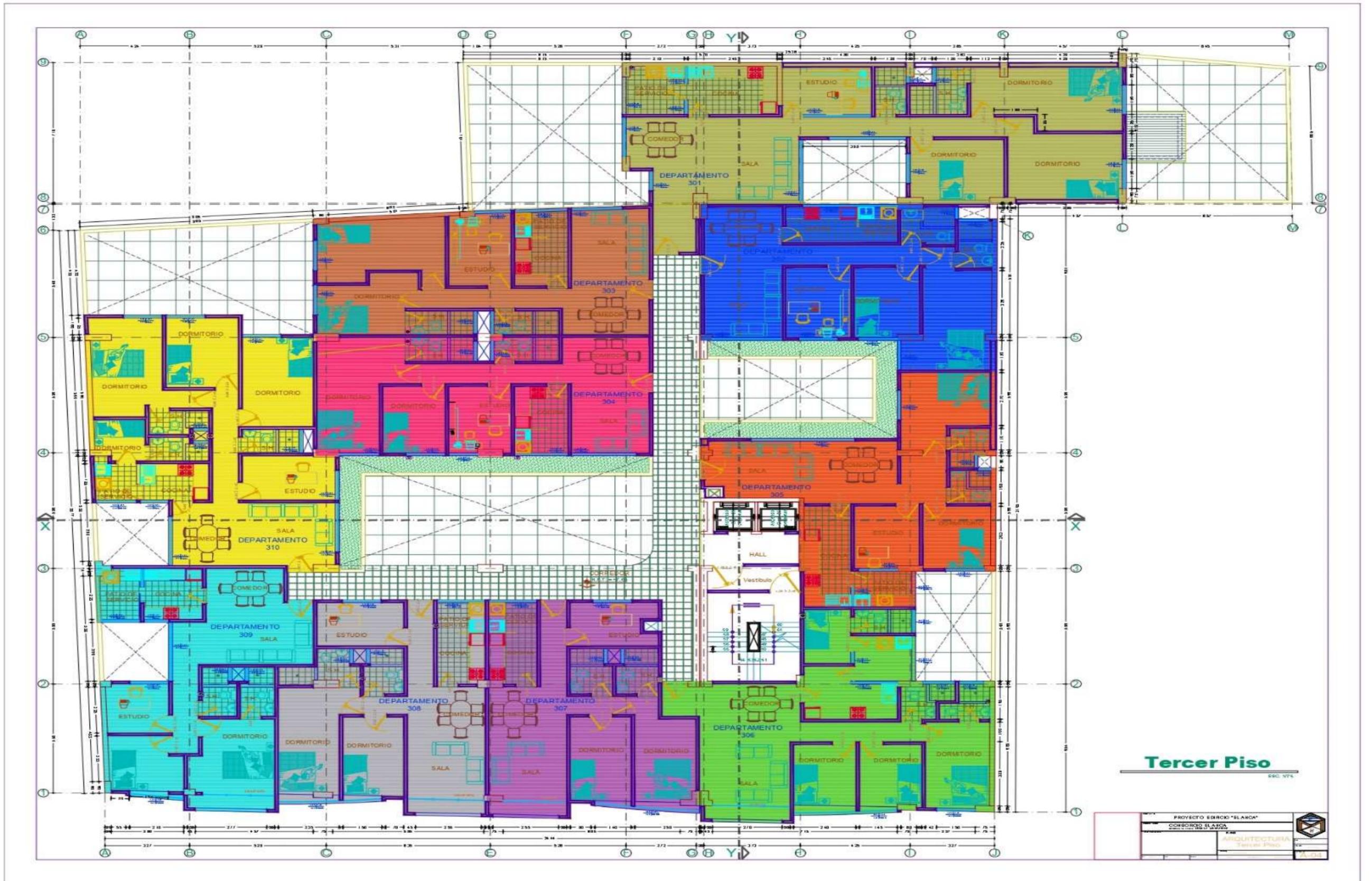
	Fuerzas Cortantes	
	X-X (kgf)	Y-Y (kgf)
Piso 10	-107381.47	-107384.94
Piso 9	-224681.84	-224688.81
Piso 8	-329553.82	-329563.42
Piso 7	-421997.41	-422009.25
Piso 6	-502125.63	-502138.22
Piso 5	-569698.31	-569712.87
Piso 4	-624843.88	-624860.14
Piso 3	-667563.95	-667581.38
Piso 2	-702347.78	-569227.48
Piso 1	-722553.58	-562513.24
Sótano	-722553.58	-562513.24

**Anexo N°08: Planos arquitectónicos, estructurales y de cimentación**











**4° al 10° Piso**  
**Típico** ESC. 1/75

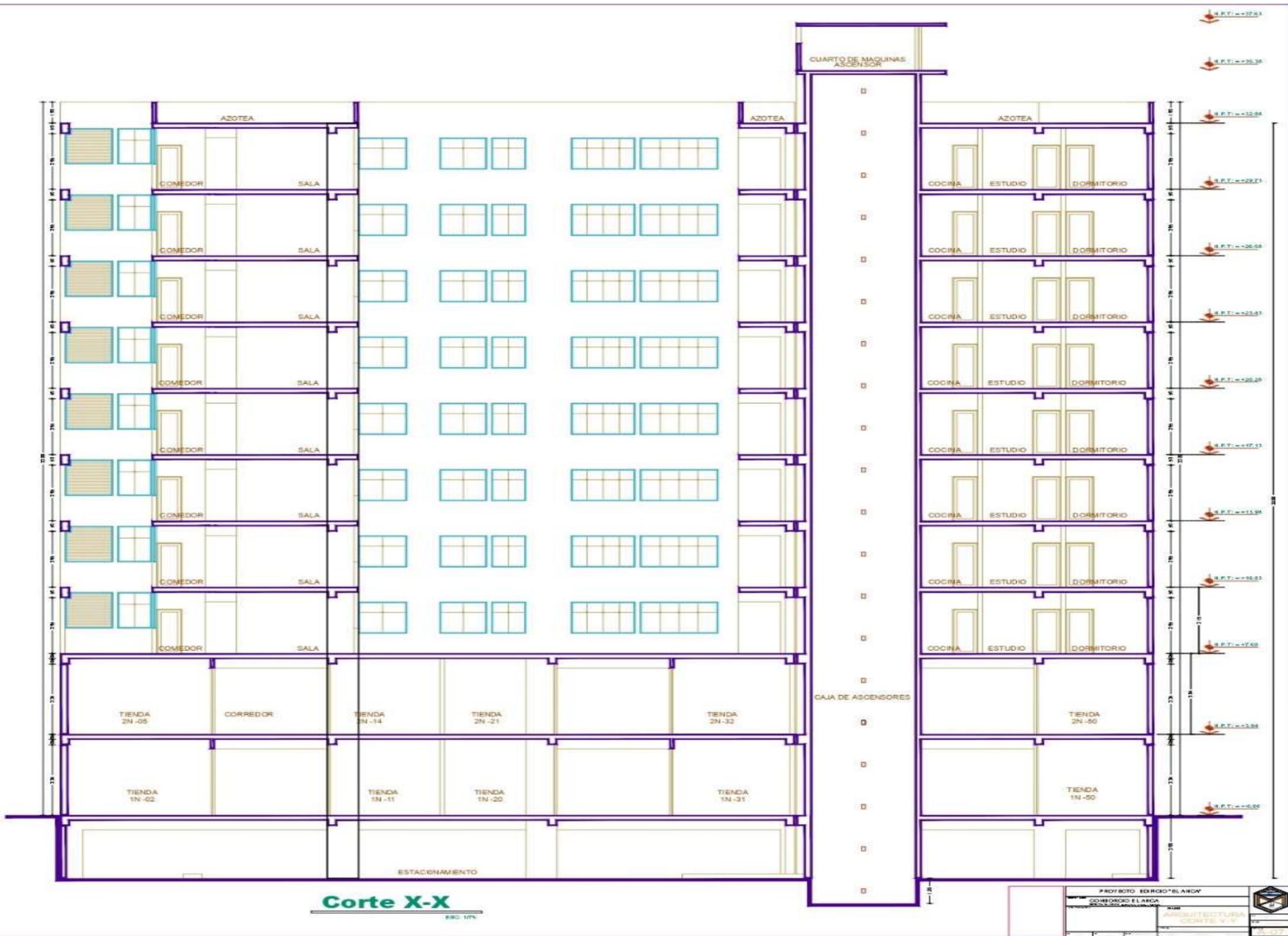
PROYECTO EDIFICIO "EL ARCO"		
CONSEJO BLANCA	ARQUITECTURA	
CONSEJO BLANCA	CONSEJO BLANCA	



**Elevacion**

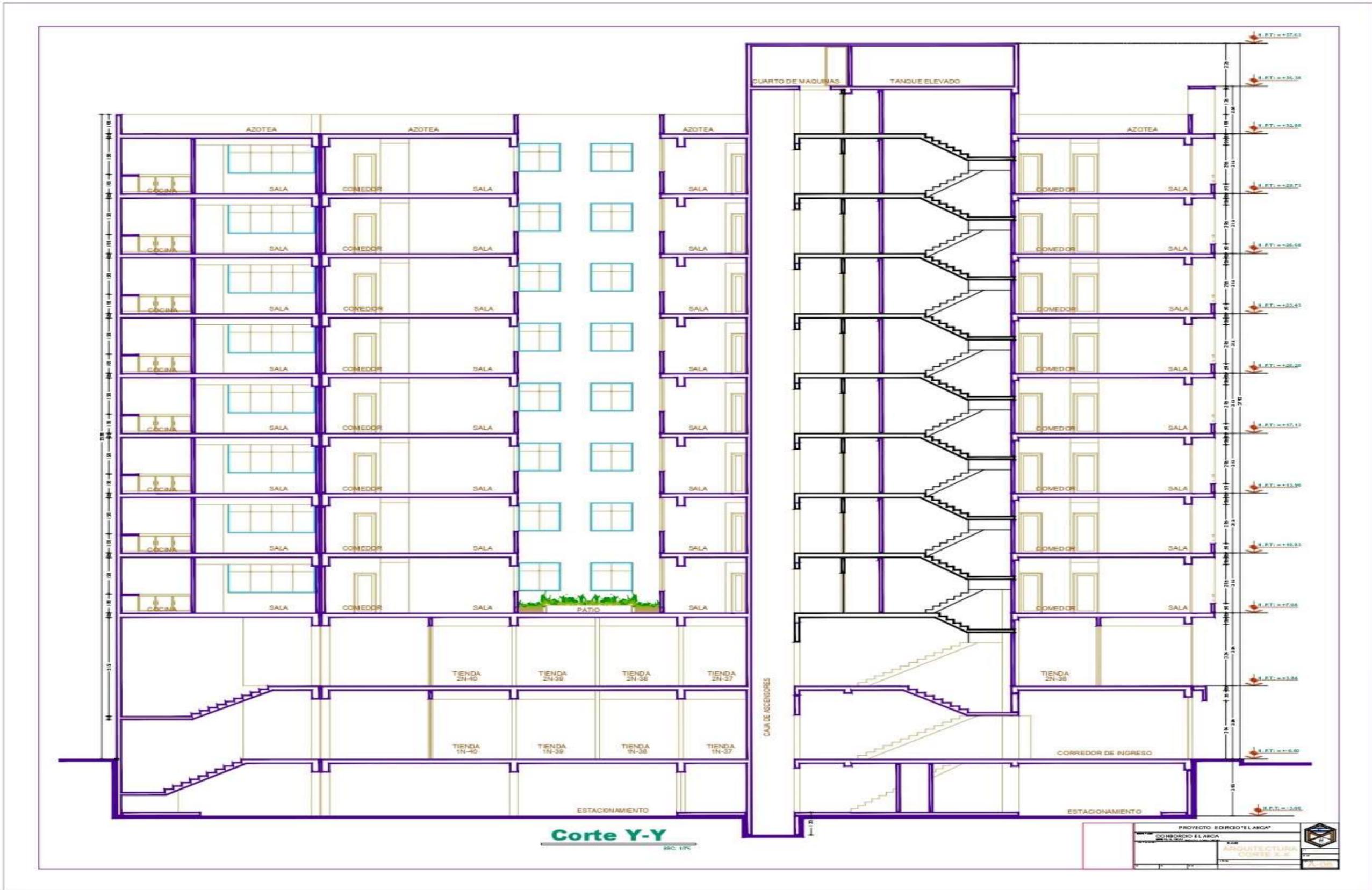
ERC 175

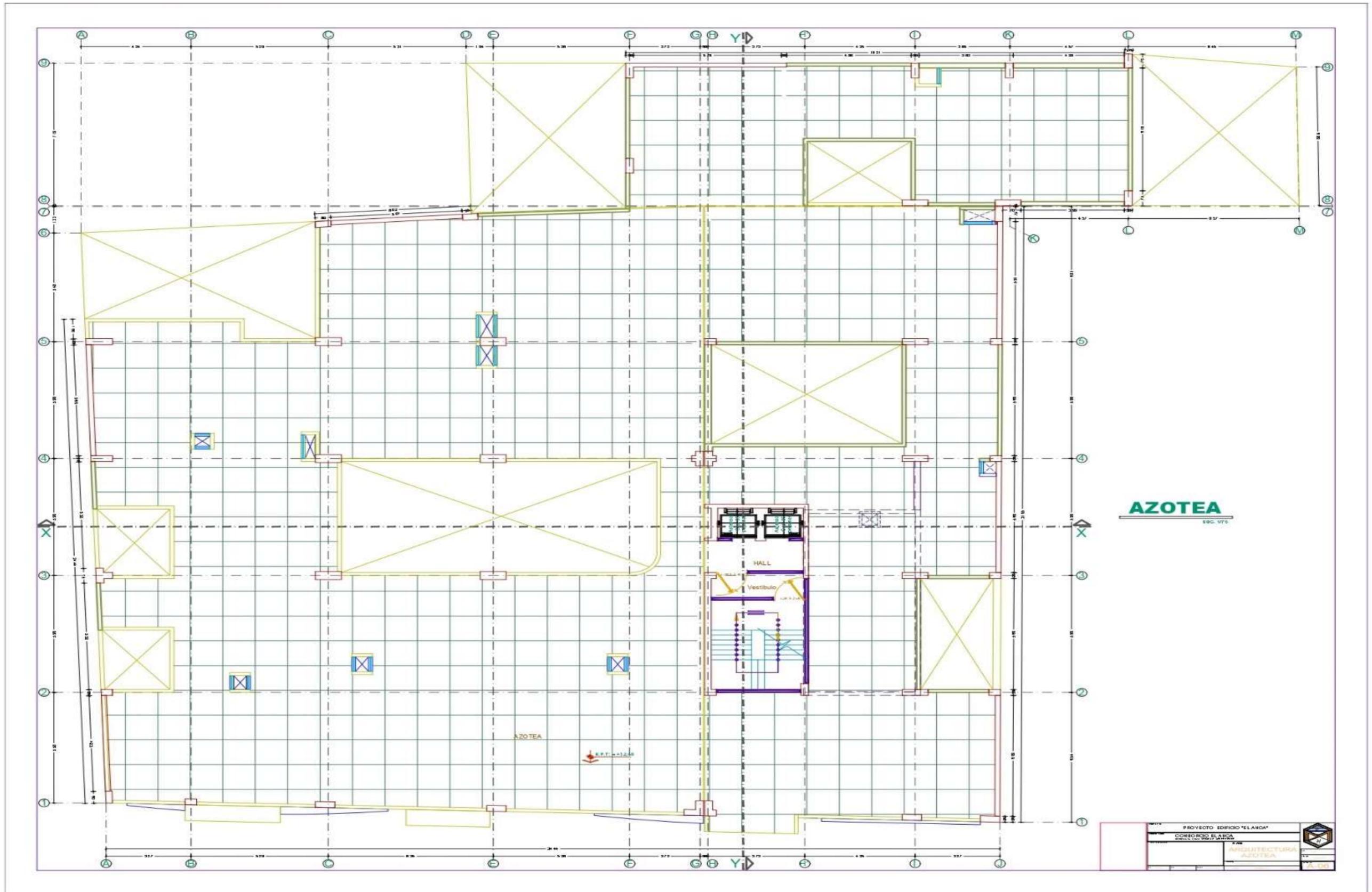
ANTE PROYECTO EN CONSULTA, EDIFICIO "EL ARCA"	
CO. RODRIGO EL ARCA	
ING. ARQUITECTURA	
RODRIGO EL ARCA	

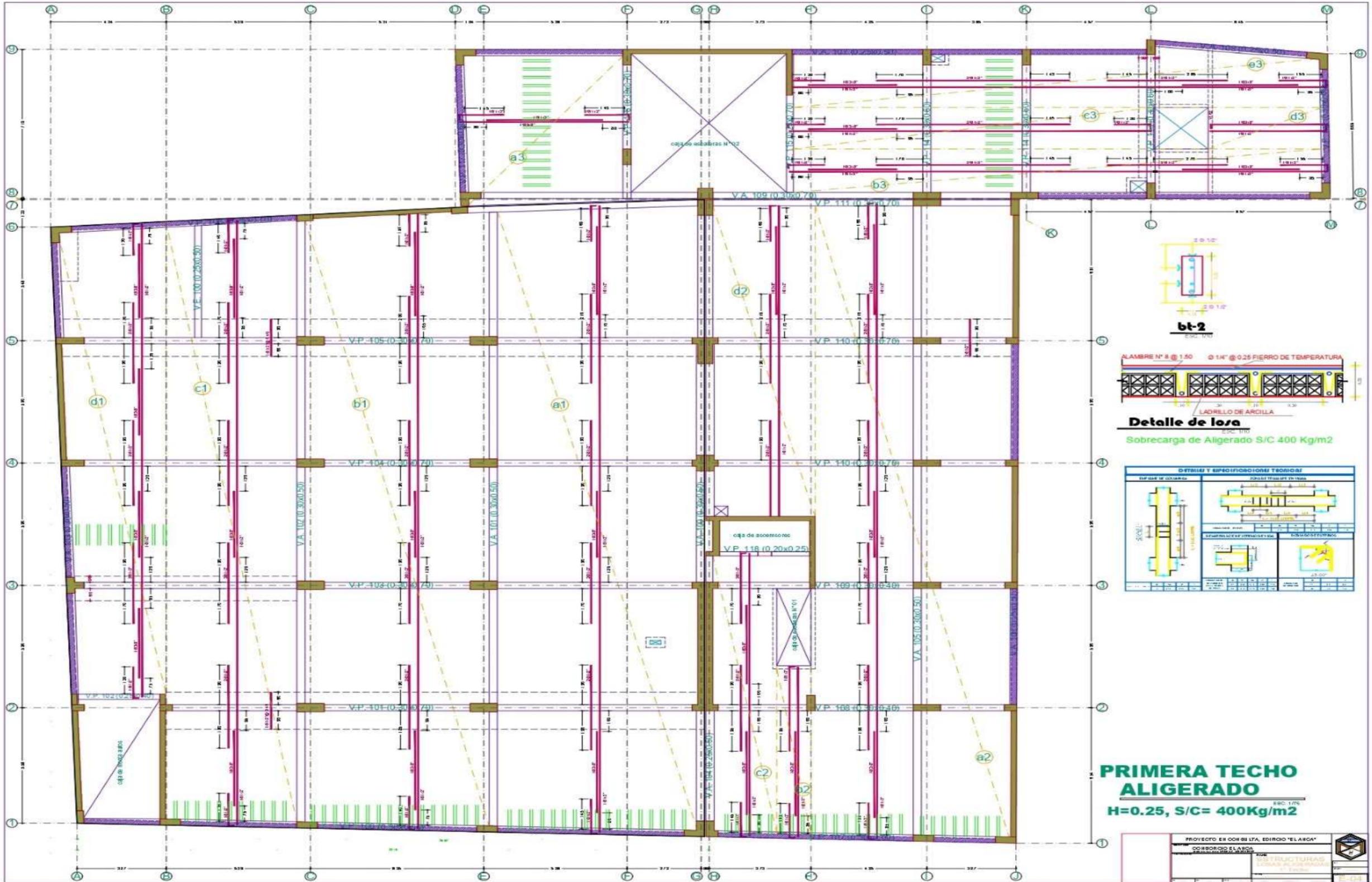


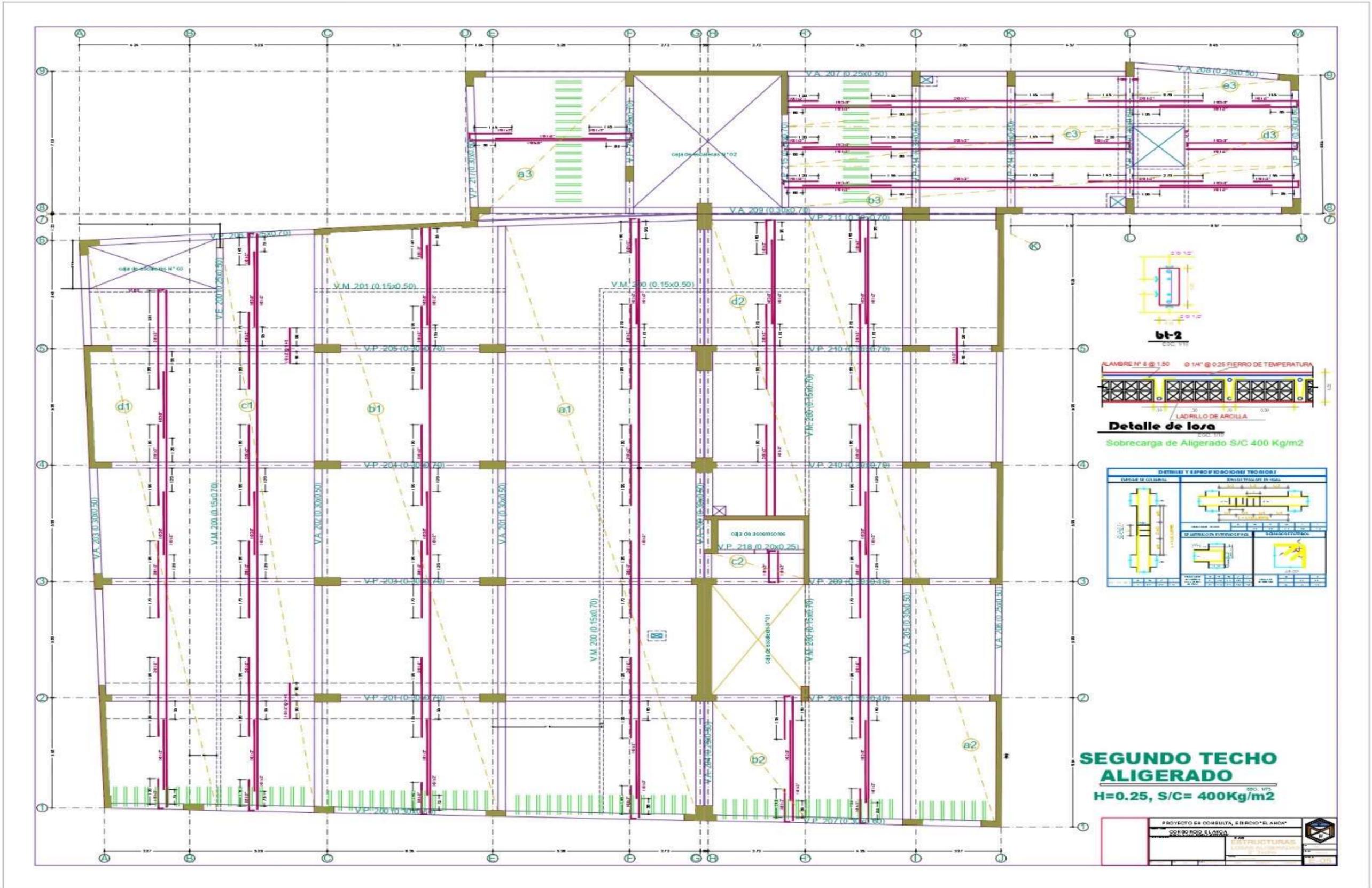
**Corte X-X**

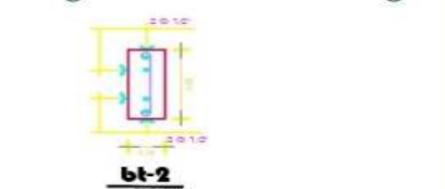
KNO 1/15









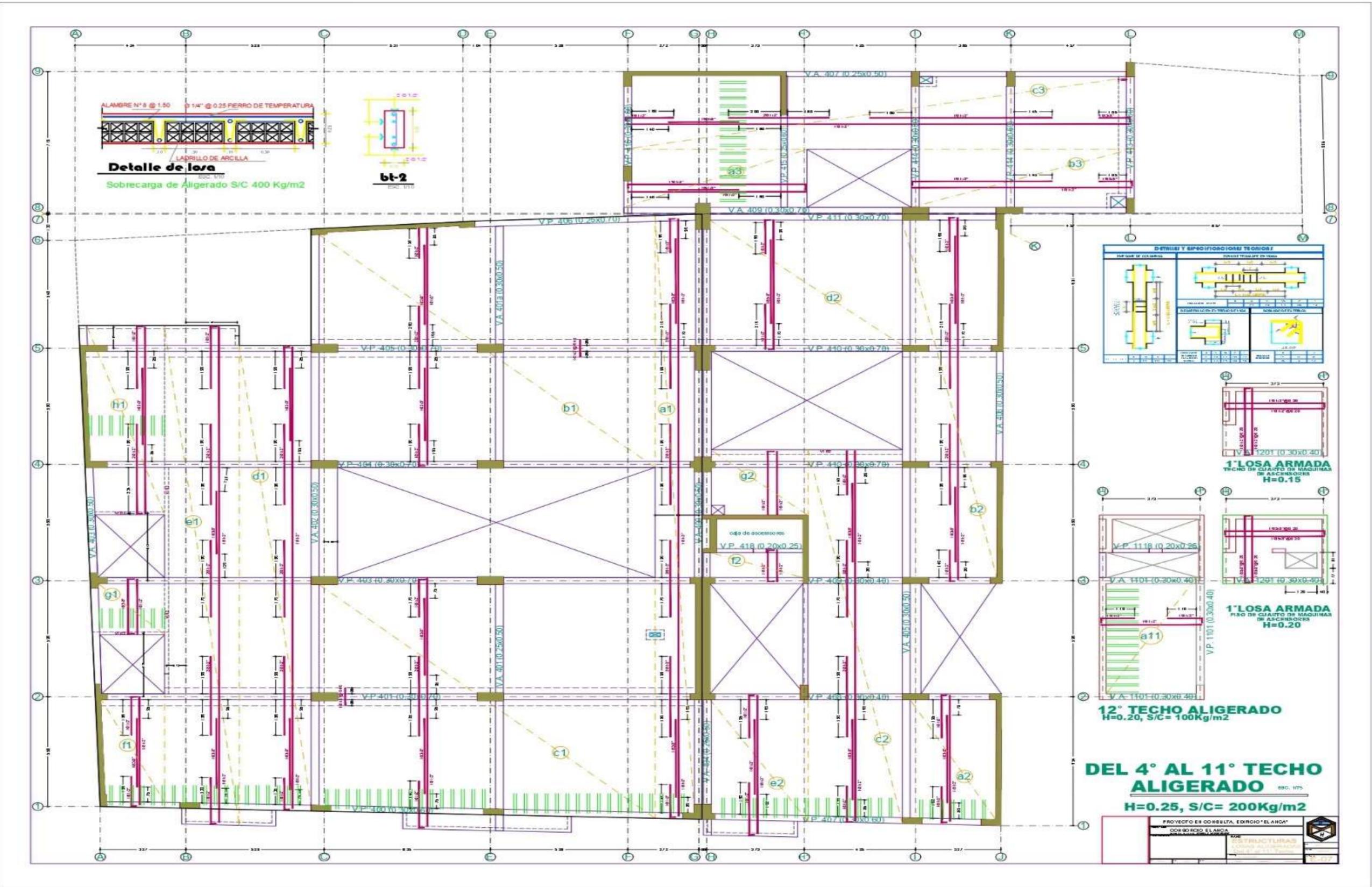


**DETALLES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

DETALLE DE COLUMNAS		TIPO DE TRAZO DE ALIGERADO	
<p><b>ESPECIFICACIONES</b></p> <p>ALAMBRE Nº 8 @ 1.50</p> <p>Ø 14" @ 0.25 FIERRO DE TEMPERATURA</p> <p>LADRILLO DE ALIGERADO</p>		<p><b>ESPECIFICACIONES</b></p> <p>TIPO DE TRAZO DE ALIGERADO</p> <p>TIPO DE TRAZO DE ALIGERADO</p> <p>TIPO DE TRAZO DE ALIGERADO</p>	

**TERCER TECHO ALIGERADO**  
H=0.25, S/C= 200Kg/m<sup>2</sup>

PROYECTO EN CONSULTA, EDIFICIO "EL ANCA"	
CON SEÑOR EL ANCA	
PROYECTO EJECUTIVO	
ELABORADO POR: EL ANCA	



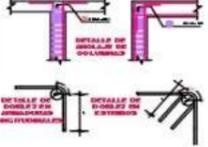


#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

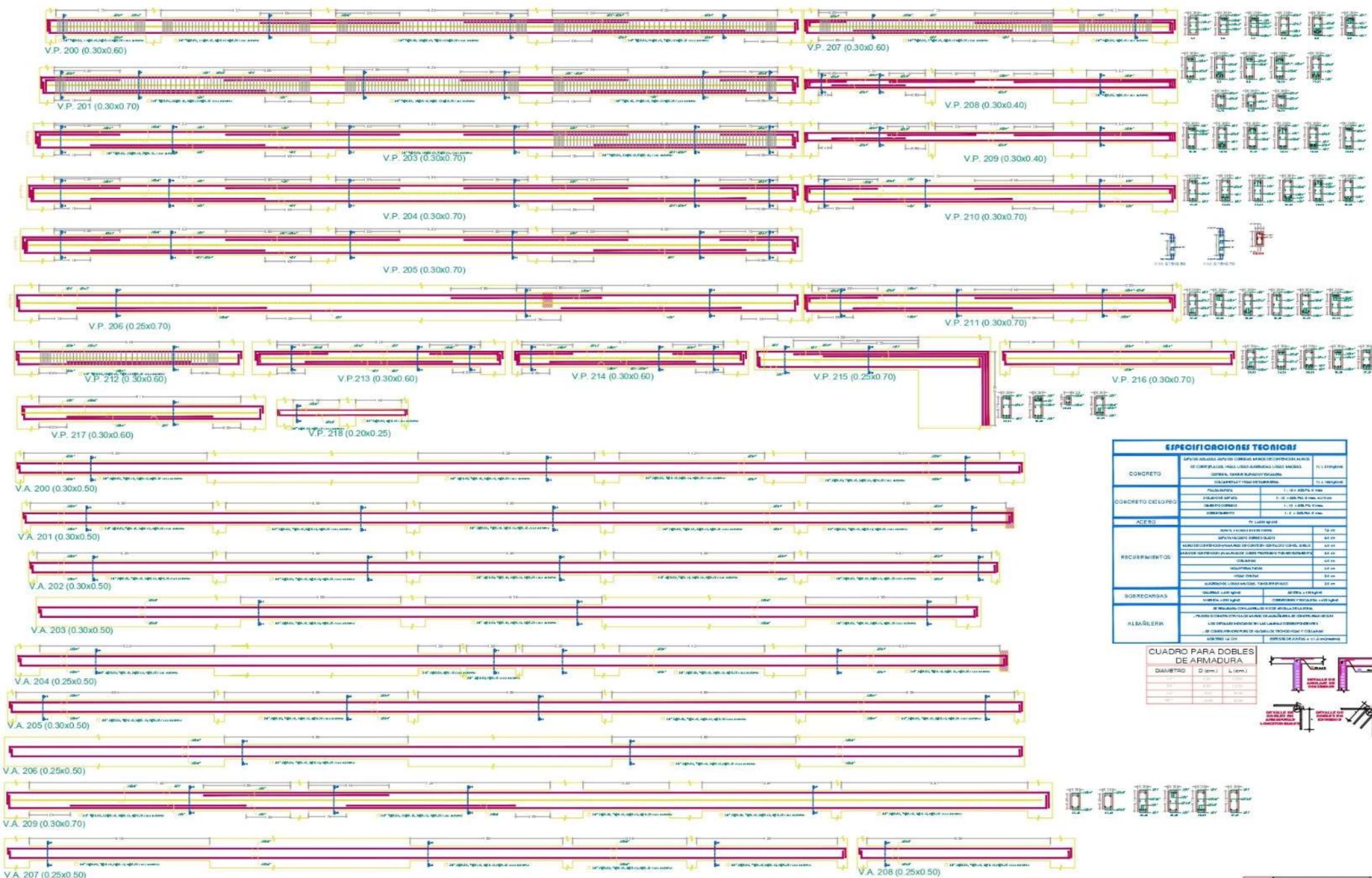
CONCRETO	SUPERADICION DEPTO CERRAJOS MUROS DE CONCRETO VIGAS	1:1 = 20cm/m
	DECONFORMACIONES VIGAS, LUMBRES, ALBERGUES, LINEAS VARIAS.	1:1 = 20cm/m
CONCRETO CICLOPEO	CONTROL TAMPÓN SUPERADICIONES	1:1 = 20cm/m
	CONTROL TAMPÓN PUNTA DE TUBERÍAS	1:1 = 20cm/m
	CONTROL TAMPÓN PUNTA DE TUBERÍAS	1:1 = 20cm/m
ACERO	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
RECORRIDOS	MURO DE CONCRETO EN MARCO DE CONCRETO CON EL SUBLO	1:1 = 20cm/m
	MURO DE CONCRETO EN MARCO DE CONCRETO CON EL SUBLO	1:1 = 20cm/m
SOBRECARGAS	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
ALBAÑILERÍA	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m
	RECORRIDOS	1:1 = 20cm/m

#### CUADRO PARA DOBLES DE ARMADURA

DIÁMETRO	Ø (cm.)	L (cm.)
Ø12	12	130
Ø16	16	170
Ø20	20	210
Ø24	24	250
Ø28	28	290

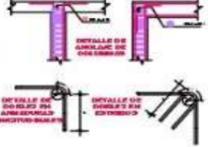


PROYECTO CONSULTA, EMPRESA INGENIERIA...



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
<b>CONCRETO</b>	APUNTO: BARRAS DE ACERO CON VIDA Y CEMENTO DE CALIDAD ADECUADA, VALORES DE COMPRESIÓN NOMINALES DE CONCRETOS Y BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA, VALORES DE COMPRESIÓN NOMINALES DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA.	f <sub>c</sub> = 20 MPa f <sub>y</sub> = 420 MPa
<b>CONCRETO CICLO PICO</b>		RESISTENCIA DE COMPRESIÓN: 1.50 MPa RESISTENCIA DE TRACCIÓN: 1.50 MPa
<b>ACERO</b>	ACERO PARA BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA, VALORES DE COMPRESIÓN NOMINALES DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA.	f <sub>y</sub> = 420 MPa
<b>RECUBRIMIENTOS</b>	RECUBRIMIENTO DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA, VALORES DE COMPRESIÓN NOMINALES DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA.	RECUBRIMIENTO: 20 mm
<b>SOBRECARGAS</b>	SOBRECARGAS DE ACCIÓN: ACCIÓN DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA, VALORES DE COMPRESIÓN NOMINALES DE BARRAS DE ACERO DE CALIDAD ADECUADA.	SOBRECARGAS: 20 MPa
<b>ALBAÑILERÍA</b>		

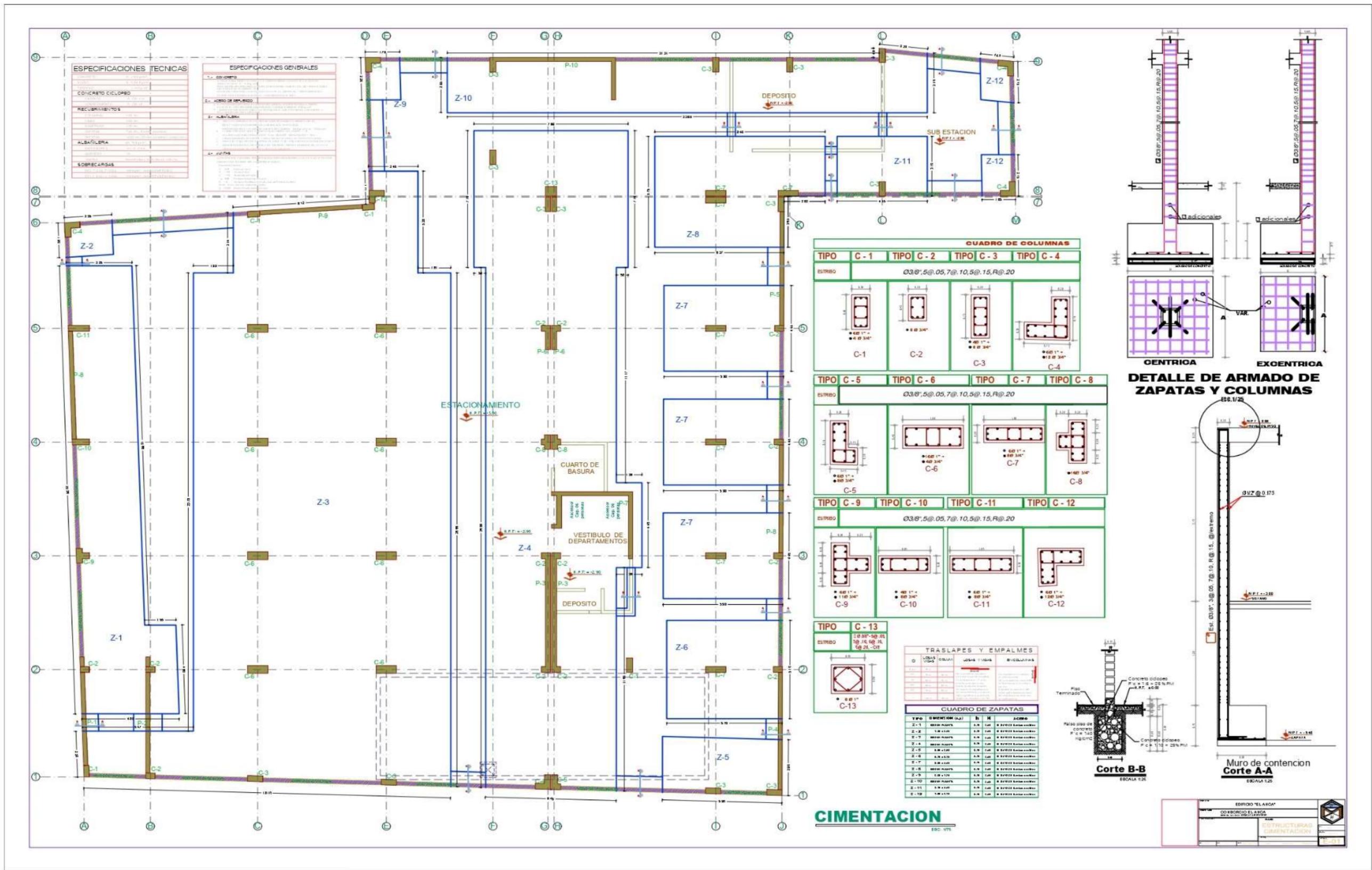
CUADRO PARA DOBLES DE ARMADURA		
DIÁMETRO	D (cm.)	L (cm.)
Ø 12	2.50	1.00
Ø 14	3.00	1.20
Ø 16	3.50	1.40
Ø 18	4.00	1.60
Ø 20	4.50	1.80

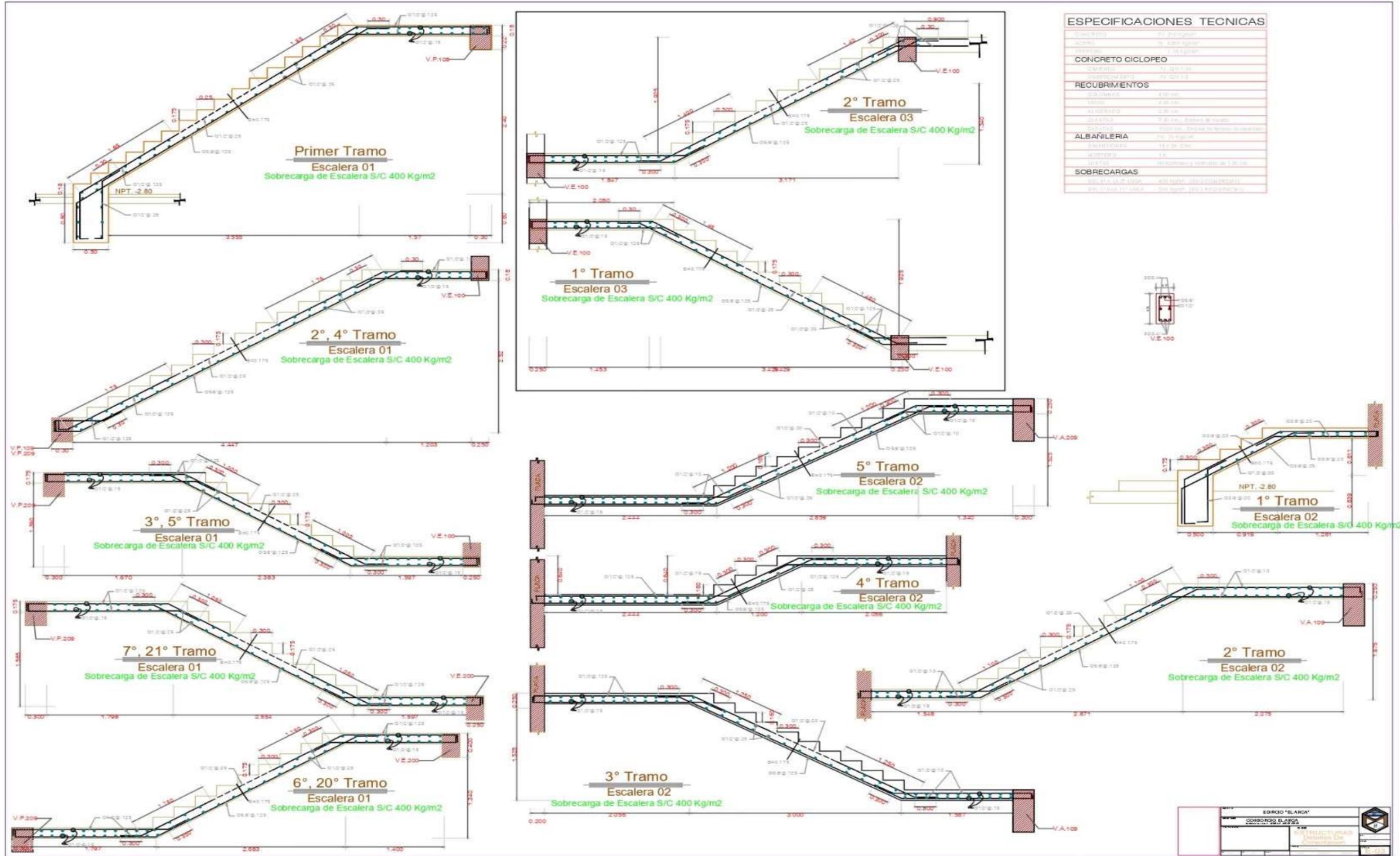


PROJECT OF CONSULTA REPERTE 'EL SALADO'

PROYECTO DE REPERTE 'EL SALADO'

CONSTRUCCIÓN CIVIL

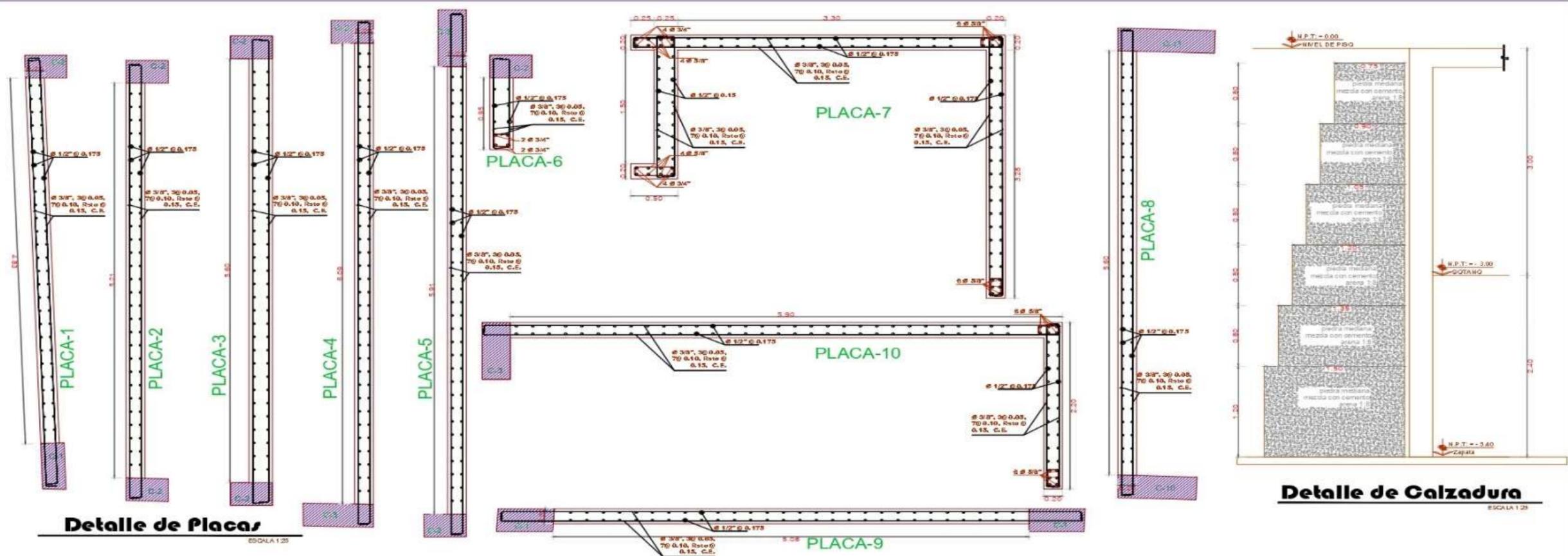




**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

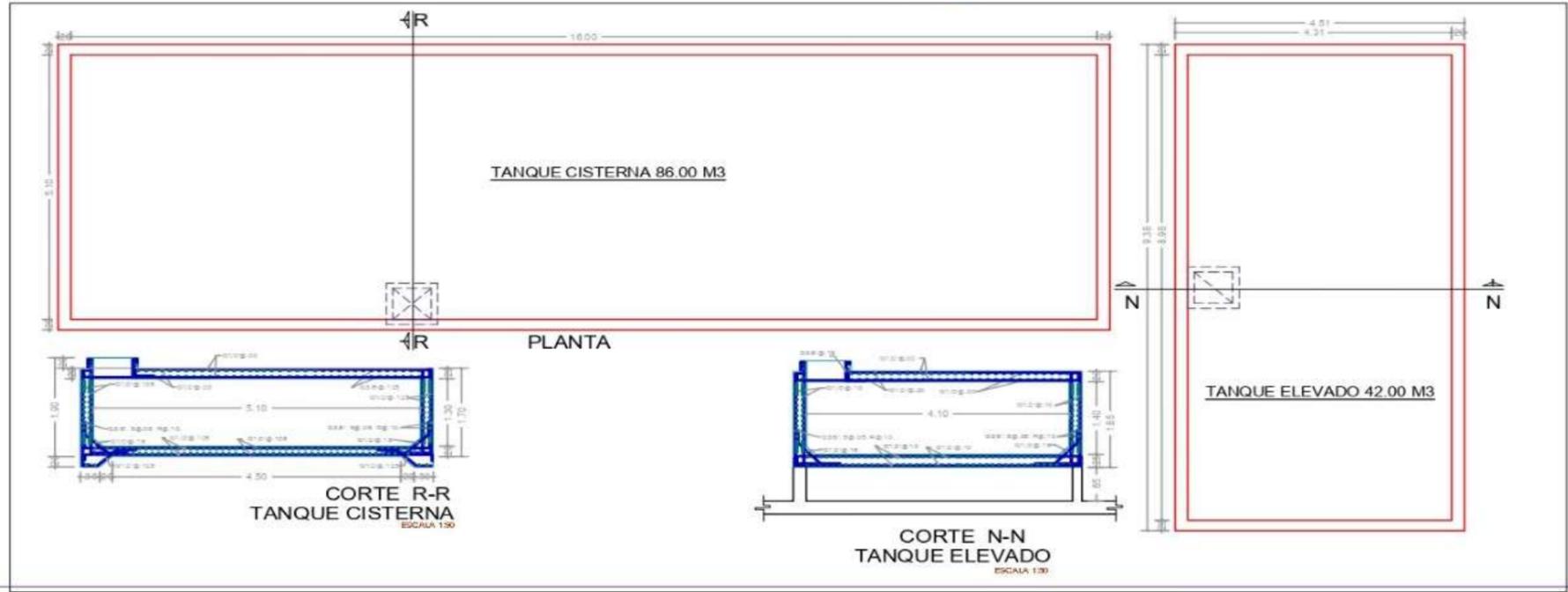
CONCRETO	F30
ACERO	E420
REVESTIMIENTOS	
CONCRETO CICLOPEO	
RECORRIDOS	4.50 cm
VIGAS	4.50 cm
ALICEROS	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm
REVESTIMIENTOS	2.50 cm
ALBANILERIA	2.50 cm

EDIFICIO "BLANCA"  
CONDOMINIO "BLANCA"  
Estructuras Detalladas  
C.A. ESTRUCTURAS



Detalle de Placas

Detalle de Calzadura



TANQUE CISTERNA 86.00 M3

TANQUE ELEVADO 42.00 M3

PLANTA

CORTE R-R  
TANQUE CISTERNA

CORTE N-N  
TANQUE ELEVADO

EDIFICIO "EL ANCA"		
CONDOMINIO EL ANCA		
ESTRUCTURAS		
DISEÑO DE		
AUTOR		
FECHA		

**Anexo N°09: Fotografía de la aplicación del instrumento**



*Fotografía N° 1.* Vista lateral de la edificación

Nota: Propia



*Fotografía N° 2.* Vista frontal de la edificación

Nota: Propia



*Fotografía N° 3.* Vista lateral de la edificación

Nota: Propia



*Fotografía N° 4. Vista frontal de la edificación*

Nota: Propia