



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del comportamiento sísmico de un edificio con
reforzamiento convencional y reforzamiento con disipadores Shear
Link Bozzo, Juliaca, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tapia Quispe, Brayhan Lorenz (ORCID: 0000-0002-6608-3457)

ASESOR:

Mg. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres Lorenzo y Holga por caminar en cada paso de mi vida y por su incondicional apoyo en cuanto a mi formación académica profesional, así como a mis Hermanas Marycielo y Xiomara por lo consejos para seguir adelante, ser una mejor persona y por su confianza en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme en mi día a día, darme fortalezas y guiar mi camino en cada paso de mi vida.

A mis padres y Hermanas por brindarme su incondicional apoyo en la etapa de mi carrera universitaria.

A mi asesor Mg. Luis Alfonso Juan Barrantes Mann que, con sus valiosos aportes, experiencias, conocimientos, ideas creativas y las exigencias brindadas a mi persona han sabido guiarme por el camino correcto para terminar de la mejor forma mi tesis.

A mis profesores de la Universidad en el campo de la Ingeniería Civil por impartirme conocimientos que me ayudan en el desempeño de mi carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA	61
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	61
3.2. Variables y operacionalización	62
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	65
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.5. Procedimientos	66
3.6. Método de análisis de datos	68
3.7. Aspectos éticos.....	68
IV. RESULTADOS.....	69
V. DISCUSION	164
VI. CONCLUSIONES.....	168
VII. RECOMENDACIONES	169
REFERENCIAS	170
ANEXOS	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sismos destructivos ocurridos en el Perú.....	3
Tabla 2. Parámetros de zona	15
Tabla 3. Factor de suelo “S”	16
Tabla 4. Periodo “Tp” y “TL”	16
Tabla 5. Amplificación sísmica factor “C”.....	17
Tabla 6. Categoría de Las Edificaciones y Factor “U”	18
Tabla 7. Sistemas estructurales	19
Tabla 8. Irregularidad en altura.....	20
Tabla 9. Irregularidad en planta.....	22
Tabla 10. Regularidad de los edificios y categoría.	24
Tabla 11. Estimación de peso	25
Tabla 12. Distorsión máxima de entrepiso.....	33
Tabla 13. Comparación entre dispositivos pasivos de disipación de energía.	39
Tabla 14. Ubicación política del estudio de investigación.....	70
Tabla 15. Distribución por nivel del edificio comercial-hotel.	72
Tabla 16. Cuadro de áreas edificio comercial-hotel.....	73
Tabla 17. Especificaciones del concreto.....	76
Tabla 18. Especificaciones del acero	76
Tabla 19. Normatividad peruana-norteamericana	77
Tabla 20. Carga muerta considerada para edificio comercial-hotel.....	79
Tabla 21. Carga viva según la norma E.020 para el edificio comercial-hotel.	79
Tabla 22. Participación modal de la estructura.....	88
Tabla 23. Irregularidad de Rigidez- Piso blando en la dirección X-X	89
Tabla 24. Irregularidad extrema de Rigidez en la dirección X-X	90
Tabla 25. Irregularidad de Rigidez- Piso blando en la dirección Y-Y	90
Tabla 26. Irregularidad extrema de Rigidez en la dirección Y-Y	91
Tabla 27. Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia dirección X-X	91
Tabla 28. Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia dirección Y-Y	92
Tabla 29. Irregularidad de Masa o Peso.....	92
Tabla 30. Irregularidad Torsional y Torsional extrema dirección X	94
Tabla 31. Irregularidad Torsional y Torsional extrema dirección Y	94
Tabla 32. Resumen de parámetros sismorresistentes NTP E.030.	97

Tabla 33. Control de derivas en la dirección X.	98
Tabla 34. Control de derivas en la dirección Y.	98
Tabla 35. TH LIMA1966 CASO I dirección X.	107
Tabla 36. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y.	108
Tabla 37. TH LIMA 1966 CASO II dirección X.	108
Tabla 38. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y.	109
Tabla 39. TH ICA 2007 CASO I dirección X.	109
Tabla 40. TH ICA 2007 CASO I dirección Y.	110
Tabla 41. TH ICA 2007 CASO II dirección X.	110
Tabla 42. TH ICA 2007 CASO II dirección Y.	111
Tabla 43. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección X.	111
Tabla 44. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección Y.	112
Tabla 45. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección X.	112
Tabla 46. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección Y.	113
Tabla 47. TH LIMA 1966 CASO I dirección X. Ref. muros de corte.	116
Tabla 48. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte.	116
Tabla 49. TH LIMA 1966 CASO II dirección X. Ref. muros de corte.	117
Tabla 50. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte.	117
Tabla 51. TH ICA 2007 CASO I dirección X. Ref. muros de corte.	118
Tabla 52. TH ICA 2007 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte.	118
Tabla 53. TH ICA 2007 CASO II dirección X. Ref. muros de corte.	119
Tabla 54. TH ICA 2007 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte.	119
Tabla 55. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección X. Ref. muros de corte ...	120
Tabla 56. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte ...	120
Tabla 57. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección X. Ref. muros de corte ..	121
Tabla 58. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte ..	121
Tabla 59. TH LIMA 1966 CASO I dirección X. Ref. disipador SLB.	137
Tabla 60. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y. Ref. disipador SLB.	137
Tabla 61. TH LIMA 1966 CASO II dirección X. Ref. disipador SLB.	138
Tabla 62. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y. Ref. disipador SLB.	138
Tabla 63. TH ICA 2007 CASO I dirección X. Ref. disipador SLB.	139
Tabla 64. TH ICA 2007 CASO I dirección Y. Ref. disipador SLB.	139
Tabla 65. TH ICA 2007 CASO II dirección X. Ref. disipador SLB.	140

Tabla 66. TH ICA 2007 CASO II dirección Y. Ref. disipador SLB	140
Tabla 67. TH AREQUIPA CASO I dirección X. Ref. disipador SLB.....	141
Tabla 68. TH AREQUIPA CASO I dirección Y. Ref. disipador SLB.....	141
Tabla 69. TH AREQUIPA CASO II dirección X. Ref. disipador SLB.....	142
Tabla 70. TH AREQUIPA CASO II dirección Y. Ref. disipador SLB.....	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Perú peligros sísmicos. Periodo: 1960 – 2011	2
Figura 2. Viviendas dañadas por el sismo ocurrido en Lampa.....	5
Figura 3. Iglesia dañada por el sismo ocurrido en Lampa.....	5
Figura 4. Mapa sísmica de zonificación.....	15
Figura 5. Amplificación sísmica	17
Figura 6. Tipos de irregularidades en altura.....	21
Figura 7. Tipos de irregularidades en planta	23
Figura 8. Modos de vibración	26
Figura 9. Vista 3D análisis sísmico dinámico modal- espectral	27
Figura 10. Forma de obtención del espectro de respuesta	28
Figura 11. Espectros de desplazamiento	28
Figura 12. Espectros de velocidad	29
Figura 13. Espectros de aceleración	29
Figura 14. Acelerograma de un sismo.....	32
Figura 15. Respuesta sísmica de un edificio con y sin aislamiento sísmico....	35
Figura 16. Respuesta sísmica de un edificio con y sin disipación sísmico.....	35
Figura 17. Estructuras con aislamiento en Japón hasta los años 2000	36
Figura 18. Columna y vigas metálicas sobre aislador	36
Figura 19. Reducción de Fuerzas sísmicas de un edificio con aislamiento....	37
Figura 20. Clasificación de disipadores.....	38
Figura 21. Disipador ADAS.	40
Figura 22. Disipador TADAS	41
Figura 23. Disipador tipo friccionante	41
Figura 24. Disipador SLB con conexión almenada	42
Figura 25. Respuestas de máximas aceleraciones y desplazamiento	42
Figura 26. Disipador SLB en un ensayo trabajando a corte.	43
Figura 27. Disipador SLB en un ensayo trabajando a flexión.....	44
Figura 28. Modos de trabajo del dispositivo SLB: corte y etapas de flexión... 44	
Figura 29. Disipador SLB vista en 3D.	45
Figura 30. Disipador SLB utilizado en el Proyecto Fuerzas Armadas ESPE.. 45	
Figura 31. Rigidez de marco y flexión de un disipador SLB.....	46
Figura 32. Diagrama de histéresis bilineal del disipador SLB	46

Figura 33. Modelo de rigideces de elemento diagonal disipador.	47
Figura 34. Diagonales de acero con disipador SLB que tiene rigidez K_{ef}	49
Figura 35. Rigidez axial de diagonal y horizontal de disipador.	49
Figura 36. Modelo plástico de Wen.	50
Figura 37. Parámetros exponenciales de las propiedades de Wen	51
Figura 38. Sistema de un grado de libertad sometido a una excitación.	52
Figura 39. Diagrama de balance energético sin y con disipadores SLB.	52
Figura 40. Comportamiento cíclico de disipadores SLB en ETABS.	53
Figura 41. Posibles lugares de colocación de los dispositivos SLB.	54
Figura 42. <i>Ensayos de los dispositivos SLB, curva histerética.</i>	55
Figura 43. Ensayos de los dispositivos SLB en la UNAM.	56
Figura 44. Torre paradox en México con disipadores SLB.....	56
Figura 45. Edificio Ceibo Dorado (Hotel).....	57
Figura 46. Refuerzo con SLB Edificio Ceibo Dorado (Hotel).....	57
Figura 47. Refuerzo con SLB sismo X-X Edificio Ceibo Dorado (Hotel).	58
Figura 48. Refuerzo con SLB sismo Y-Y Edificio Ceibo Dorado (Hotel).	58
Figura 49. Componentes del disipador tipo amortiguador de fluido viscoso. .	59
Figura 50. Disipador viscoelástico.....	60
Figura 51. Procedimiento de información en la investigación.	67
Figura 52. Edificio comercial-hotel en construcción.	69
Figura 53. Edificio comercial-hotel actual.....	70
Figura 54. Mapa del Perú.....	71
Figura 55. Mapa del Departamento de Puno	71
Figura 56. Lugar de estudio del edificio comercial-hotel	72
Figura 57. Plano en planta sótano, 1er nivel del edificio comercial-hotel.....	73
Figura 58. Plano en planta 2do y 3er nivel del edificio comercial-hotel.....	74
Figura 59. Plano en planta 2do y 3er nivel del edificio comercial-hotel.....	74
Figura 60. Plano en planta 6to al 9no nivel y azotea del edificio.....	75
Figura 61. Columnas rectangulares y circulares del edificio comercial-hotel..	77
Figura 62. Vigas principales y secundarias del edificio comercial-hotel.....	78
Figura 63. Modelo 3D en ETABS v.18	80
Figura 64. Modelo en planta ETABS v.18	81
Figura 65. Factor de zona y anexo II de la NTP E.030.....	82

Figura 66. Tabla del factor de suelo de la NTP E.030.....	82
Figura 67. Tabla de periodos T_p y T_L de la NTP E.030.	83
Figura 68. Tabla del factor de Uso de la NTP E.030.....	83
Figura 69. Periodo para obtener el factor de amplificación sísmica "C".	84
Figura 70. Tabla de coeficiente de reducción R de la NTP E.030.....	84
Figura 71. Asignacion de propiedades del material concreto $F'_c=210\text{kg/cm}^2$	85
Figura 72. Asignación de la resistencia a la compresión del concreto	85
Figura 73. Asignación de propiedades del material acero $F_y=4200\text{kg/cm}^2$...	86
Figura 74. Asignación de secciones de columnas y vigas.	86
Figura 75. Vista en 3D de la estructura.....	87
Figura 76. Espectro de aceleraciones utilizado en el análisis sísmico.	87
Figura 77. Periodos predominantes de la estructura.....	88
Figura 78. Irregularidad Geometrica Vertical.....	93
Figura 79. Irregularidad en planta.	95
Figura 80. Irregularidad de discontinuidad de diafragma.	96
Figura 81. Irregularidad de sistemas no paralelos.	96
Figura 82. Límites de distorsión en la edificación de concreto armado.....	97
Figura 83. Derivas máximas del edificio en estudio.	99
Figura 84. Espectro objetivo $R=1$ en relación a un $R=7$	100
Figura 85. Corrección de linea base LIMA 66 – Seismosignal.....	101
Figura 86. Ajuste al espectro objetivo LIMA 66 – SeismoMatch	102
Figura 87. Corrección de linea base ICA 2007 – Seismosignal	102
Figura 88. Ajuste al espectro objetivo ICA 2007 – SeismoMatch.....	103
Figura 89. Corrección de linea base AREQUIPA 2001 – Seismosignal.....	103
Figura 90. Ajuste al espectro objetivo AREQUIPA 2001 – SeismoMatch	104
Figura 91. Cargar los registros sísmicos - ETABS v.18.	105
Figura 92. Asignación de cargas TH - metodo FNA.....	105
Figura 93. Asignación de vectores RITZ – Etabs v18	106
Figura 94. Derivas máx. del Análisis TH estructura concebida X-X	113
Figura 95. Derivas máx. del Análisis TH estructura concebida Y-Y	114
Figura 96. Estructura en planta reforzada con muros de corte.	115
Figura 97. Vista en 3D estructura reforzada- Etabs v.18.....	115
Figura 98. Derivas máx. del Análisis TH estructura muros de corte X-X.....	122

Figura 99. Derivas máx. del Análisis TH estructura muros de corte Y-Y.....	123
Figura 100. Desplazamiento Sismo Lima 1966 muros de corte.	124
Figura 101. Desplazamiento en Sismo de Ica 2007 muros de corte.	125
Figura 102. Desplazamiento en Sismo de Arequipa 2001muros de corte....	125
Figura 103. Máximos desplazamientos de los 3 sismos analizados.	126
Figura 104. Aceleraciones en Sismo de Lima 1966 muros de corte.	127
Figura 105. Aceleraciones en Sismo de Ica 2007 muros de corte	128
Figura 106. Aceleraciones en Sismo de Arequipa 2001 muros de corte.....	128
Figura 107. Máximas aceleraciones de los 3 sismos analizados.	129
Figura 108. Energía de disipada Sismo Lima 1966 muros de corte	130
Figura 109. Energía de disipada Sismo Ica 2007 muros de corte	130
Figura 110. Energía de disipada Sismo Arequipa 2001 muros de corte	131
Figura 111. Energía Disipada de los 3 sismos analizados.	131
Figura 112. Cortante basal Sismo Lima 1966 muros de corte	132
Figura 113. Cortante basal Sismo Ica 2007 muros de corte	133
Figura 114. Cortante basal Sismo Arequipa 2001 muros de corte	133
Figura 115. Cortante basal máx. de los 3 sismos analizados.	134
Figura 116. Periodo de vibración incorporando Muros de Corte.	134
Figura 117. Diagonales de acero con disipador SLB.	135
Figura 118. Vista en 3D con diagonales tipo chevron y asignacion de SLB.	136
Figura 119. Derivas máx. del Análisis TH estructura con SLB X-X.	143
Figura 120. Derivas máx. del Análisis TH estructura con SLB Y-Y.	144
Figura 121. Desplazamiento con el Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB	145
Figura 122. Desplazamiento con el Sismo Ica 2007 con Disipadores SLB..	146
Figura 123. Desplazamiento con el Sismo Arequipa 2001 Disipadores SLB	146
Figura 124. Máximos desplazamientos SLB de los 3 sismos analizados....	147
Figura 125. Aceleraciones con el Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB ..	148
Figura 126. Aceleraciones con el Sismo Ica 2007 con Disipadores SLB	149
Figura 127. Aceleraciones con el Sismo Arequipa 2001 Disipadores SLB ..	149
Figura 128. Máximas aceleraciones SLB de los 3 sismos analizados.	150
Figura 129. Energía disipada Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB	151
Figura 130. Energía disipada Sismo Ica 2007con Disipadores SLB	151
Figura 131. Energía disipada Sismo Arequipa 2001 con Disipadores SLB..	152

Figura 132. Energía Disipada SLB de los 3 sismos analizados.	152
Figura 133. Cortante basal Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB	153
Figura 134. Cortante basal Sísmica Ica 2007 con Disipadores SLB	154
Figura 135. Cortante basal Sísmica Arequipa 2007 con Disipadores SLB...	154
Figura 136. Cortante basal SLB máx. de los 3 sismos analizados.....	155
Figura 137. Periodo de vibración incorporando disipadores SLB.....	155
Figura 138. Comportamiento cíclico SLB sismo Lima 1966.	156
Figura 139. Comportamiento cíclico SLB sismo Ica 2007.	156
Figura 140. Comportamiento cíclico SLB sismo Arequipa 2007.	157
Figura 141. Deriva máxima X de la Estructura según condición.	158
Figura 142. Deriva máxima Y de la Estructura según condición.	159
Figura 143. Desplazamiento máx. de la Estructura según condición.	160
Figura 144. Aceleración máx. de la Estructura según condición.	161
Figura 145. Energía Disipada de la Estructura según condición.	162
Figura 146. Cortante basal de la Estructura según condición.	163

RESUMEN

La presente tesis de investigación se basa principalmente en comparar la diferencia entre el comportamiento sísmico del edificio de concreto armado en base a un sistema estructural flexible de 10 niveles con reforzamiento con muros de corte y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo en la ciudad de Juliaca, cobrando bastante interés puesto que el edificio se encuentra en la zona céntrica de Juliaca donde se alberga gran cantidad de personas, puesto que también la ciudad de Juliaca está situada en la zona 3 de peligro alto a nivel sísmico según la norma E.030, y considerando que los niveles de desarrollo en la ciudad se han elevado por lo cual la población se ve en la necesidad de construir oficinas, centros comerciales, establecimientos de salud, con criterios sismorresistentes adecuados para un buen comportamiento estructural y así no se pueda ver afectaciones futuras producidas por eventos sísmicos.

Por lo cual la propuesta de solución en la presente tesis se realiza mediante el reforzamiento convencional donde se utiliza los muros de corte comparado con el reforzamiento con disipadores SLB, concluyendo que mediante un análisis dinámico modal espectral analizado tal cual está concebida la estructura se llega a derivas superiores en un 162.86% a la deriva normativa E.030, razón por la cual se propone el reforzamiento con muros de corte que aportan mayor rigidez a la estructura global siendo óptimo y cumpliendo con la deriva normativa E.030, siendo la deriva menor en un 65.72% de la estructura como está concebida, y como alternativa beneficiosa para la estructura se considera el reforzamiento con disipadores SLB la cual aporta tanto de rigidez como de ductilidad, siendo cada una de ellas propiedades fundamentales para un buen comportamiento estructural la respuesta obtenida con los disipadores SLB cumplen con la norma E.030, siendo la deriva menor en un 70.00% de la estructura como está concebida, considerando que es una alternativa más óptima puesto que viendo de varias perspectivas es más adecuado reforzar y mejorar el comportamiento sísmico de la edificación con el reforzamiento de disipadores SLB.

Palabras clave: Disipador Shear Link Bozzo, muros de corte, comportamiento sísmico, deriva, rigidez, ductilidad.

ABSTRACT

This research thesis is mainly based on comparing the difference between the seismic behavior of the reinforced concrete building based on a flexible structural system of 10 levels with reinforcement with shear walls and reinforcement with Shear Link Bozzo dissipators in the city of Juliaca, charging a lot of interest since the building is located in the central area of Juliaca where a large number of people are housed, since the city of Juliaca is also located in zone 3 of high to seismic danger according to the E.030 standard, and considering that the levels of development in the city have risen, which is why the population sees the need to build offices, shopping centers, health establishments, with adequate seismic-resistant criteria for a good structural behavior and thus no future effects can be seen. by seismic events.

Therefore, the solution proposal in the present thesis is carried out by means of conventional reinforcement where shear walls are used compared to reinforcement with SLB dissipators, concluding that by means of a spectral dynamic modal analysis analyzed as the structure is conceived, it is possible to achieve drifts higher by 162.85% than the drift of regulation E.030, which is why it is proposed to reinforce with shear walls that give greater rigidity to the overall structure, being optimal and complying with the derivative regulation E.030, being the drift less in 65.72% of the structure as conceived, and as a beneficial alternative for the structure, reinforcement with SLB dissipators is considered, which provides both rigidity and ductility, each of them being fundamental properties for a good structural behavior, the response obtained with SLB heatsinks comply with the E.030 standard, the drift being 70.00% less than the structure like this conceived, considering that it is a more optimal alternative since seeing from various perspectives it is more appropriate to reinforce and improve the seismic behavior of the building with the reinforcement of SLB dissipators.

Keywords: Shear Link Bozzo heatsink, shear walls, seismic behavior, drift, stiffness, ductility

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la ocurrencia de los sismos es muy fuerte la cual cobro la vida de miles de personas, la mayor ocurrencia de sismos se da en el “cinturón de fuego del pacífico”, los últimos años la mayor catástrofe a nivel mundial se registró en “el sismo de Haití de 2010, magnitud 7.0 Mw, los fallecidos bordeaban las 316 000 personas” (Wikipedia, 2020), con un sismo de magnitud menor a los mayores sismos ocurridos en el mundo, pero con mayor cantidad de muertos. Los sismos ocurridos han dejado grandes lecciones de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones.

En Sudamérica se originó el sismo más intenso del mundo en Chile, “el sismo de Valdivia con magnitud de 9.5 Mw, se produjeron de 5700 a 10 000 muertos” (Wikipedia, 2020), pero no cobrando más vidas que lo ocurrido en el país de Haití debido que Chile ha implementado tecnologías y criterios sismorresistentes en las edificaciones que mejoran la vulnerabilidad sísmica de las estructuras.

En el Perú no estamos ajenos a los sismos debido que pertenecemos al “cinturón de fuego del pacífico” produciéndose el fenómeno conocido como subducción que se desarrolla entre las dos placas tectónicas como son, la placa de Nazca y la sudamericana creando una gran zona de fricción dando origen a los sismos ocurridos, el Perú está en un silencio sísmico debido a que no se producen sismos de gran intensidad durante los últimos años, los sismos han causado muchas muertes en el sismo de Pisco del 2007 muchas viviendas quedaron en estado irreparable y muchas muertes debido a la mala concepción de sistemas estructurales sísmicos, tomando de lado peligros sísmicos en nuestro país, en el mapa de la figura 1, se muestra de color rojo la magnitud del sismo y la energía liberada máxima bajando a color verde de magnitud y energía liberada media y de color azul la magnitud y energía liberada baja (Tavera, 2011).

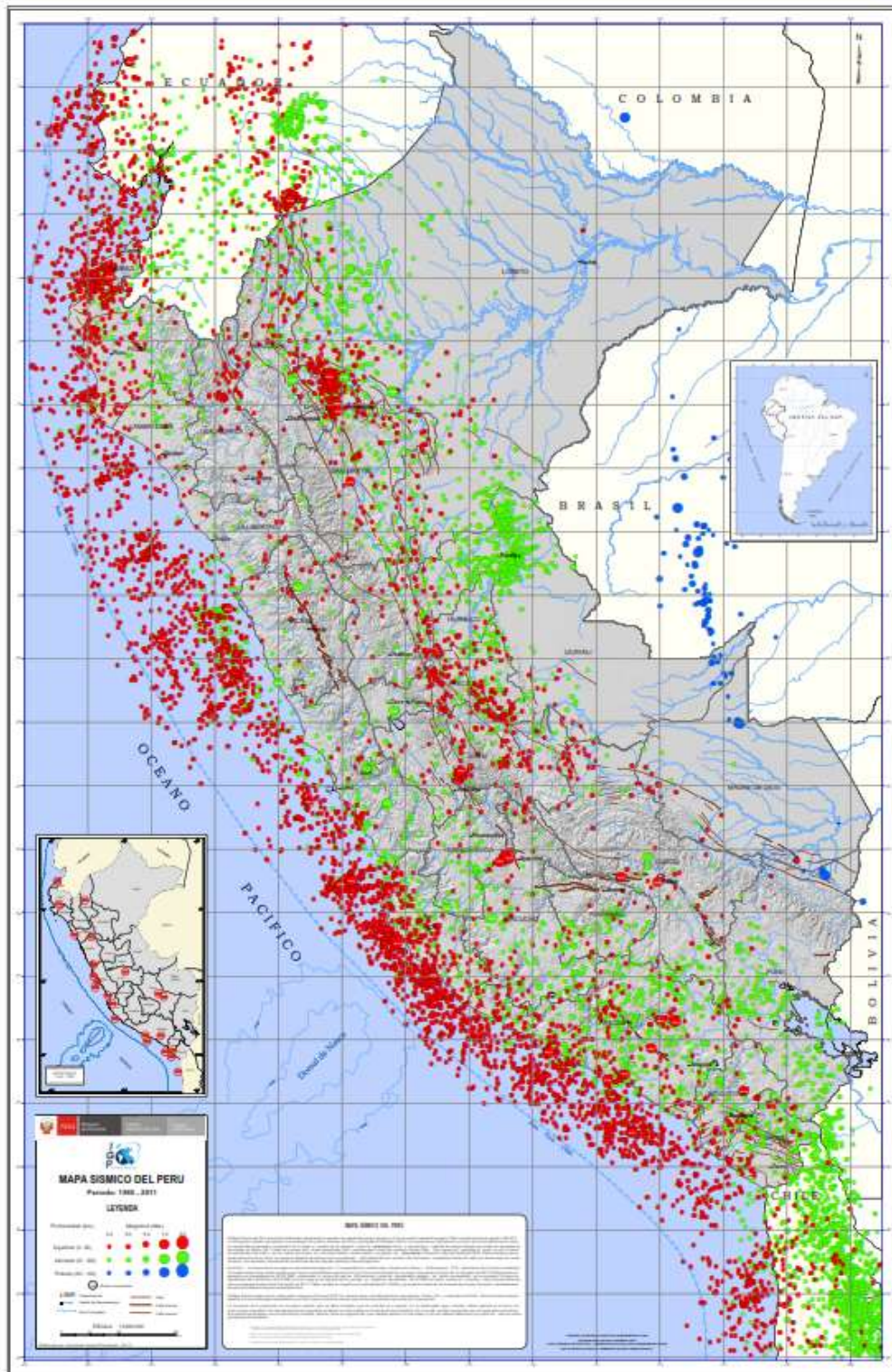


Figura 1. Mapa del Perú peligros sísmicos. Periodo: 1960 – 2011

Fuente: (Tavera, 2011)

Entre los terremotos ocurridos con magnitudes altas en la escala de Richter en el Perú, podemos observar en la tabla 1, los que más daño causaron al Perú.

Tabla 1. Sismos destructivos ocurridos en el Perú

Fecha Hora	Características del evento	Descripción de los efectos
1940, mayo 24 11.35 h	Magnitud: 8,2 Ms (Ritcher) Intensidad: VIII MM Aceleraciones = 0,4 g Epicentro: 11,2°S y 77,79°O (120 km NO de Lima) Hipocentro: 50 Km	Cinco mil casas destruidas en el Callao, 179 muertos y 3500 heridos en Lima, 80% de vivienda colapsada en Chorrillos, el malecón se agredió y hundió en tramos. Las construcciones antiguas en Lima sufrieron grandes daños.
1966, octubre 17 16.41 h	Magnitud: 7,5 (Ritcher) Intensidad: VIII-IX MM Epicentro: 10,7°S y 78,7° O Hipocentro = 38 Km	Los mayores daños ocurrieron en San Nicolás, a 120 Km de Lima, IX MM, Huacho VIII MM y Puente Piedra. En Lima alcanzó VI MM en la parte central. La aceleración registrada fue de 0.4 g y el período predominante 0.1 seg. Los mayores daños se registraron en los edificios de poca altura, en edificios altos hubo grietas en muros de tabiquería.
1970, mayo 31 15.33 h	Magnitud: 7,8 (Ritcher) Intensidad: VIII MM Hipocentro: 35 km Aceleraciones: 0,1g Epicentro: 09,2° S y 78,8° O	Uno de los más destructivos sismos en el siglo en el hemisferio sur. La mayor destrucción ocurrió a 350 Km de Lima. Causó 65 mil muertes, 160 mil heridos y daños estimados en 550 millones de US\$. En Lima registró aceleraciones de 0,1 g a pesar que el epicentro estuvo a 400 Km al NO. Los mayores daños en Lima ocurrieron en La Molina.
1974, octubre 3 09.31 h	Intensidad: IX MM Aceleraciones=0,26g	Con epicentro localizado a 70 Km al S-SW de Lima registró aceleraciones máximas de 0.26 g y

	Epicentro: 12° S y 77,8° O	período dominante de 0.2 seg. Los mayores daños ocurrieron en La Molina, VIIIIX, donde 2 edificios de concreto armado colapsaron y otros resultaron muy dañados. En el Callao y Chorrillos, VII –VIII algunas construcciones de concreto armado sufrieron daños y las de adobe colapsaron.
2001, junio 23 15.33 h	Intensidad: VIII	El sismo causó la afectación a miles de personas, siendo las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de tambo, Caraveli, Chuquibamba, Ilo los mas afectados.
2007, agosto 15 18.41 h	Magnitud: Local: 7,0 (Ritcher) Momento: 7,9 Mw Intensidad: Pisco: VII-VIII MM Lima: VI MM Huancavelica: V MM Epicentro: 60 km Pisco Hipocentro: 40 km	El sismo causó la muerte a 593 personas, heridas a 1291, se censaron damnificados. Destruyó 48 208 viviendas, 45 500 otras quedaron inhabitables y 45 813 fueron afectadas; 14 establecimientos de salud fueron destruidos y 112 afectados.

Fuente: (Morales Soto y Zavala, 2008)

En la región de Puno, en la ciudad de Juliaca no estamos ajenos a los sismos debido a que se viene aconteciendo varios sismos de magnitudes considerables y considerando que en el mapa sísmico de la normativa E.030, Juliaca está situada en la zona 3 de peligro alto a nivel sísmico según la norma E.030, y considerando que los niveles de desarrollo en la ciudad se han elevado por lo cual la población se ve en la necesidad de construir viviendas, oficinas, centros comerciales, establecimientos de salud, con criterios sismorresistentes adecuados para un buen comportamiento estructural y así no se pueda ver afectaciones futuras producidas por eventos sísmicos.

Siendo así la problemática que existe en la actualidad en nuestra región de Puno a la ocurrencia de sismos está aumentando cada vez más ya que en diferentes ciudades de la región están ocurriendo sismos, como lo ocurrido en la ciudad de Lampa "las localidades más afectadas Ocuvi, Santa Lucía, Lampa, Paratía, Vilavila produciéndose gran daño en muchas viviendas con los colapsos de muros de adobe y rotura de ventanas" (Tavera, Fernández, y Cuya, 2016), como se puede apreciar en la figura 2, daños en colegios e iglesias que se observa en la figura 3, la intensidad evaluada en la cual se presentó el terremoto llegó a VI tomando la escala de Mercalli, puesto que en esas localidades el sistema estructural que predomina son estructuras de tierra siendo vulnerables ante eventos sísmico.



Figura 2. Viviendas dañadas por el sismo ocurrido en Lampa

Fuente: (Diario el Comercio, 2016)



Figura 3. Iglesia dañada por el sismo ocurrido en Lampa

Fuente: (Diario el Comercio, 2016)

El edificio que se estudia en la presente tesis de investigación es uno de los más importantes en la ciudad de Juliaca debido a que se localiza en la parte céntrica de Juliaca y es uno de los edificios más altos, la concepción estructural del edificio es un sistema estructural aporticado, teniendo en cuenta la norma E.030 el sistema aporticado es un sistema muy flexible que no garantiza el buen comportamiento estructural durante un sismo y peor aún en edificaciones de gran altura, pudiendo ocurrir fallas estructurales, como la ocurrencia de daños perjudiciales al contenido del edificio, afectación a edificaciones vecinas y hasta podría ocasionar muerte de las personas es por ello que sería necesario plantear sistemas estructurales que contrarresten la vulnerabilidad sísmica del edificio como el reforzamiento con muros de corte o sistemas de disipación de energía.

Por lo expuesto anteriormente se formula el siguiente problema general: ¿En qué medida se diferencia el comportamiento sísmico del edificio de 10 niveles con reforzamiento con muros de corte y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo de la Ciudad de Juliaca?

Asimismo, se formulan los siguientes problemas específicos: ¿Cuál será la respuesta del edificio evaluado mediante un análisis dinámico en cuanto a la distorsión máxima de la norma técnica peruana E.030?; ¿En cuánto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento con muros de corte mediante un análisis tiempo historia?; ¿En cuánto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento de disipadores Shear link bozzo mediante un análisis tiempo historia?

Es por ello que surge la necesidad de mejorar la concepción del sistema estructural para tener un buen comportamiento sismorresistente de las edificaciones flexibles, mejorando con sistemas convencionales como son los muros de corte o sistemas de protección sísmica que se vienen utilizando en diferentes partes del mundo como EE.UU., Japón, Ecuador, México y Perú, como son los aisladores sísmicos o disipadores sísmicos que mejoran las respuestas sísmicas de las edificaciones por ende el comportamiento sísmico.

Razones por la cual llevo a cabo la presente investigación poniendo en práctica la filosofía y las buenas prácticas Sismorresistentes de la normativa técnica peruana E.030, la cual indica, proteger y evitar la pérdida de vidas, tener el más mínimo daño a la propiedad, asegurar los servicios básicos las cuales deben estar operativas después de un evento sísmico; planteando sistemas estructurales que controlen la vulnerabilidad sísmica como el sistema convencional con muros de corte y sistemas de disipación como son los disipadores Shear Link Bozzo, evitando gastos mayores en la reparación de edificación concebida por un sistema estructural flexible que no garantiza un buen comportamiento estructural, evitando pérdidas humanas debido a que la edificación que se está evaluando se encuentra en la parte céntrica de Juliaca y pudiendo evitar la generación de impactos ambientales adicionales.

El proyecto de investigación será en beneficio de la población de Juliaca dando una clara visión que se puede mitigar catástrofes que podrían suceder cuando se presenten sismos de gran intensidad y que además los sistemas estructurales propuestos de protección sísmica están al alcance de la población.

Siendo así nos planteamos el siguiente objetivo general: Comparar la diferencia entre el comportamiento sísmico del edificio de 10 niveles con reforzamiento con muros de corte y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo de la Ciudad de Juliaca.

Asimismo, objetivos específicos planteados las cuales son: Calcular la respuesta del edificio evaluado mediante un análisis dinámico en cuanto a la distorsión máxima de la normativa técnica peruana E.030. Evaluar en cuanto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento con muros de corte mediante un análisis tiempo historia. Evaluar en cuanto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento de disipadores Shear link bozzo mediante un análisis tiempo historia.

Teniendo como respuestas anticipadas a los objetivos generales, presento la Hipótesis general: El reforzamiento con disipadores Shear link bozzo presentara un mejor comportamiento sísmico en cuanto al reforzamiento con muros de corte en la edificación de 10 niveles de la ciudad de Juliaca.

Asimismo, como hipótesis específicas se tendría que: La respuesta que presentará el edificio en cuanto a la distorsión máxima de la norma técnica peruana E.030, será mayor por ende no cumplirá la NTP E.030. El comportamiento sísmico del edificio mejora con el reforzamiento con muros de corte. El comportamiento sísmico del edificio mejora con el reforzamiento de disipadores Shear link bozzo.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales considerados: Samillan (2019), en su proyecto: “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”, indicando que la extensa practica de autoconstrucciones en las edificaciones es de esperar que contemplen un comportamiento malo frente a un terremoto, proponiendo la utilizacion de dispositivos sismicos SLB, concluyendo que con la utilizacion de dispositivos SLB se reduce los desplazamiento logrando reducir de 16 cm a 5 cm representando el 70% de reduccion asi como reduccion en las distorsiones hasta en un 65% siendo notables las reducciones; asi como la dismunucion de fuerzas internas en elementos estructurales.

Quispe y Garcia (2019), en el tema desarrollado en su investigacion “Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores histeréticos tipo shear link bozzo en un edificio de 14 niveles en la Ciudad de Lima”, fundamentando el reforzamiento del edificio a nivel sismico con dispositivos SLB, concluyendo en cuanto a derivas en x de 0.0134 sin disipador y 0.0066 con disipador reduciendo en un 50.66% mientras en la direccion y de 0.00131 sin disipador y 0.0064 reduciendo en 48.30% cumpliendo la NTP E.030 (2018); la energia absorbida del sismo en una 40 % reduciendo de un 100% a 59.70% para registro de ICA 2007 cumpliendo la proteccion de la edificacion; el perido se redujo de 2.41 seg. A 1.542 seg. Tomando el criterio empirico de 0.1 por nivel siendo adecuado para el edificio de 14 niveles.

Enciso (2018), en el trabajo de investigación denominado “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo”, siendo su objetivo la determinación de la variación del diseño sismorresistente de un edificio con la aplicación de muros continuos en relación a la incorporación de disipadores SLB, teniendo como resultados, la estructura con muros continuos

en relación a la estructura con disipadores SLB presenta menores derivas siendo una diferencia del 28.39% y 24.69% y desplazamientos de 26.52% y 23.02% considerando las dos direcciones; la estructura con muro continuo toma mayor fuerza cortante en relación a la estructura con disipadores SLB siendo una diferencia del 28.45% y 24.14% contemplando las dos direcciones X y Y; la cantidad de acero con el uso de ambos sistemas son casi iguales siendo la variación de 3.20%, en columnas la edificación que tienen muros desacoplados lleva más acero en relación a la edificación con muros continuos variación de 50.01%, en muros continuos tienen mayor cantidad de acero en cuanto a los que poseen muros desacoplados mayor en un 39.78%; con lo cual la edificación que cuenta con los muros continuos poseen más rigidez que con la incorporación de disipadores SLB con muros desacoplados, pero teniendo en cuenta que con la incorporación de disipadores SLB se puede tener un mejor desempeño en el rango no lineal en la ocurrencia de un sismo severo.

Paredes (2018), en su proyecto de tesis desarrollado “Diseño estructural de un edificio de 8 niveles con disipadores de energía, Trujillo-La Libertad, 2018”, teniendo como objetivo diseñar la edificación incorporando un sistema de protección como los disipadores SLB, realizando trabajos topográficos, EMS, diseño arquitectónico y un análisis estructural con disipadores SLB, obteniendo resultados de desplazamiento en el eje X y Y están en el rango según la NTP E.030.

Antecedentes internacionales considerados: Mena (2019), en su investigación “Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB”, en su proyecto que desarrollo basado en el comportamiento de una estructura de cinco plantas utilizando disipadores sísmicos SLB, donde llegan a la conclusión que se tiene ciertas ventajas en la edificación con la incorporación de disipadores SLB como el aumento de la resistencia de elementos estructurales, permitiendo la reducción de peso eliminando los muros de corte, disminución de vigas, columnas sin afectar una de las características fundamentales en una estructura como es la ductilidad; se aprecia en la estructura desplazamientos menores en el modelo con disipadores

SLB se obtuvo 0.77% con relación al modelo tradicional que se obtuvo 1.94% límite cercano a la normatividad NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico en cual contempla el valor de 2%; los periodos también reducen el modelo con disipadores SLB son de 0.42 seg. en relación al modelo tradicional de 0.761 seg., el movimiento rotacional es crítico en la estructura sin disipadores con la incorporación de SLB se tienen un mejor control de rotación; al ocurrir un terremoto de magnitud alta la edificación tradicional puede tener daños perjudiciales en los elementos estructurales al contrario con la utilización de disipadores SLB estos reciben la energía disipando y por ende la estructura no recibirá daños severos así como permitiendo el cambio del dispositivo una vez terminado el sismo; y son fáciles de adaptarse en el desarrollo de la construcción de un edificio así como en el desarrollo del modelado, siendo una mejor solución la utilización de disipadores sísmicos frente a la estructura tradicional.

Ramírez (2018), en su proyecto de investigación realizado del: “Uso de disipadores de energía para controlar torsión en planta y mejorar a redundancia estructural, ejemplo de aplicación bloques 4 y 5 del centro de investigaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe”, realizó una propuesta donde se realizó el diseño estructural basada en la disipación de energía con el objetivo que la edificación cuando se presente un evento sísmico no colapse; con el buen uso de disipadores TADAS y SLB mejoran el comportamiento sismorresistente de la estructura en análisis, mejorando la rigidez de la estructura, influyendo en la reducción de desplazamientos, derivas; los disipadores de energía TADAS y SLB absorben un porcentaje de la energía la cual reduce la energía sísmica en los elementos estructurales; los periodos de la edificación sin disipadores es de 0.703seg., los disipadores SLB aportan 9.84% de rigidez adicional y TADAS 9.50% de rigidez a la estructura; las derivas se reducen con el uso de disipadores en un 15% para los disipadores SLB y 14% para disipadores TADAS; con el uso de disipadores se reducen también fuerzas axiales en 39%, cortantes en 68% y momentos 21%.

Torres y Matango (2017), en su tesis denominada “Evaluación y Comparación del Reforzamiento de la Puce sede bahía, mediante la utilización de disipadores

de energía tipo Shear-Link respecto a un reforzamiento con muros de corte”, los autores formularon técnicas para el refuerzo de un edificio afectada por el sismo del 2016, mediante los dispositivos Shear Link Bozzo comparando con un refuerzo de muros de corte; se concluye que la curva de capacidad del edificio original presenta la formación de rotulas, al no hallar el punto del desempeño podemos inducir que el edificio estaría colapsado si se presenta un sismo al cual fue diseñado; con la realización de varias iteraciones se llegó a comprobar que con el refuerzo de disipadores SLB, los diagonales no solo pueden contribuir con el soporte del disipador sino que también sirven para rigidizar la estructura ayudando a reducir desplazamiento y derivas teniendo desplazamiento de 84.08 mm para los SLB y 77.56 mm para muros de corte, viendo que estos desplazamientos son casi iguales pero muy diferentes en cuanto a deriva 1.35% para los SLB y 0.77% para los muros de corte la cual indica que existe menor daño la estructura con refuerzo con muros de corte; realizado la comparación de costos se llega a la conclusión que el refuerzo con placas resulta menor en cuanto a costo teniendo un presupuesto de 92,528.53 dólares y refuerzo con los SLB se obtuvo un presupuesto de 127,415.86 dólares siendo el 38% mayor que el refuerzo con muros de corte, pero teniendo la posibilidad de desarrollarse un fallo frágil creando rotulas de manera repentina, algo que no ocurre con los SLB.

Definición de términos básicos

Comportamiento sísmico: El comportamiento sísmico siendo así una característica importante de la estructura, los movimientos horizontales son los que más causan daño en un terremoto, las edificaciones en la parte estructural deben ser diseñados para soportar la máxima aceleración horizontal y mejorar las respuestas sísmicas de la estructura. Considerando que:

En los últimos periodos de tiempo en la mayoría de estudios de investigación que se han realizado en relación al comportamiento estructural de estructuras en zonas de alta sismicidad. Como posibles soluciones a las expectativas sismorresistente basado en los criterios de redundancia estructural y ductilidad, pudiendo minimizar de manera significativa todas las fuerzas producidas por un terremoto severo Bozzo y Barbat (1999).

Deriva: “Desplazamientos de la diferencia relativa en relación a un piso superior y un nivel inferior de piso, dividido entre la altura” (ACI 318, 2014).

Disipadores Shear Link Bozzo: “Los dispositivos SLB son fabricados de un material que funciona de la mejor manera al corte el acero, teniendo la forma de perfil metálico con rigidizadores en la parte horizontal” (Aguiar, Bozzo, Coyago, & Andino, 2016)

Ductilidad: Características de materiales al aplicar una fuerza tienden a deformarse sin llegar a fallar, aquellos materiales las cuales no tienen esta propiedad son elementos frágiles.

Muro de corte: La normativa tecnica del peru 060 (2009) define a los muros de corte como: muros que son diseñados con la capacidad de poder resistir de fuerzas axiales, cortantes y momentos que son producidas por fuerzas horizontales.

Reforzamiento: “El reforzamiento de estructuras es un proceso que implica el aumento de la capacidad de los elementos estructurales” (Proaño, 2014) y por tanto el aumento de la capacidad de la estructura. El requerimiento de incremento de capacidad puede ser debido a alguna deficiencia de la estructura analizada al confrontar su respuesta frente contra las sollicitaciones nuevas de demanda ocasionados por viento o sismo, el “propósito del reforzamiento mejorar el comportamiento de una estructura aumentando la capacidad original con elementos añadidos que reduzcan la demanda sísmica” según el doctor Rafael salinas.

Resistencia: “Acciones de combinaciones intensas que llevan a las edificaciones en un estado límite de falla” (Meli Piralla, 2013, p. 58).

Rigidez: Capacidad de un cuerpo de oponerse a la deformación, de tal manera que los desplazamientos se restringen siendo menor, de tal manera que mejoran las propiedades de un sistema estructural al ser concebidas.

Normativa Peruana

En el Peru la normativa que rige a las estructuras sismorresistentes es la NTP E.030 (2018) en la publicación del MVCS que contempla al RNE, donde se indica las condiciones minimas sismicas de diferentes sistemas estructurales para edificaciones de diferentes tipos de uso como son edificios, centros comerciales, colegios, hospitales, entre otros, apartir del 2018 las edificaciones tienen que cumplir con las exigencias minimas para un adecuado diseño sismorresistente.

Las estructuras aporticadas de varios niveles es dificil controlar la rigidez de la estructura al ser sometidos a cargas laterales y cumplir con la NTP E.030, es por ello que para garantizar la rigidez en un sistema estructural aporticado es necesario la colocacion de muros de corte, arriostramientos, entre otros, pero en la actualidad podemos mejorar a la estructura aporticada de una mejor forma con sistemas de aislacion o disipacion sismica que mejoran las respuestas sismicas de la estructura.

Parametros Sismorresistentes

En la NTP E.030 (2018), los parametros a tener en cuenta para considerar acciones sismicas en nuestro pais son los siguientes:

Factores de zona “Z” (Art. 10)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica que el factor (Z): “Se define como la máxima aceleración en un suelo rígido de forma horizontal con la probabilidad del 10% de ser mayor en unos 50 años” (p. 7). Expresada como la fraccion de aceleracion de la gravedad.

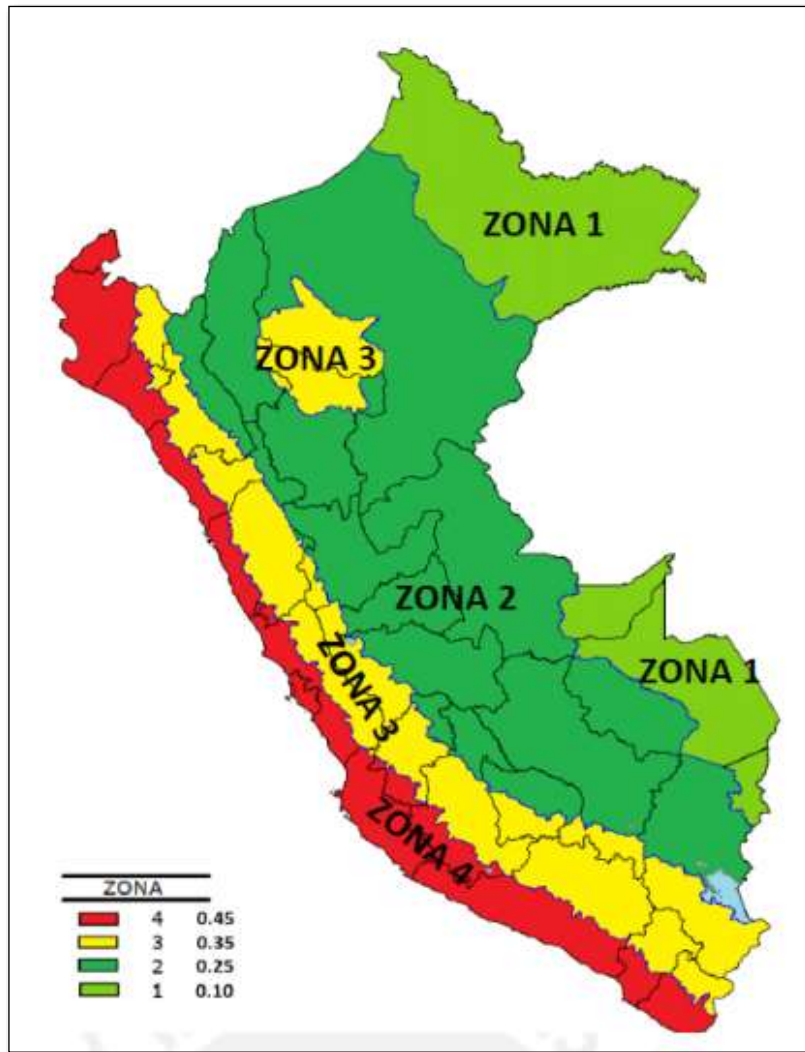


Figura 4. Mapa sísmica de zonificación

Fuente: NTP E.030, (2018)

Tabla 2. Parámetros de zona

FACTOR DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: NTP E.030, (2018)

Criterios geotécnicos (Art. 12)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: "La categorización de suelos en cuanto a perfiles son valores evidentes de velocidad de las ondas de corte

del suelo, siendo tal como un valor que se característico para tener el módulo de corte” (p,9).

Los tipos de perfiles que están mencionados en la norma de diseño sismorresistente, son:

- S₀: Roca madre.
- S₁: Suelos bastante rigidos.
- S₂: Suelos intermedios.
- S₃: Suelos malos las cuales estan considerados como blandos.
- S₄: Condiciones desfavorales.

Parametros de sitio (S, T_p y T_L) (Art. 13)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Se considera los diferentes tipos del perfil del suelo que más se adecue a las condiciones locales, manipulando valores correspondientes al factor de amplificación (S) y tomando en cuenta periodos cortos y largos T_p y T_L” (p.12). Como se puede observar en la siguiente tabla 3,4.

Tabla 3. Factor de suelo “S”

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTP E.030, (2018)

Tabla 4. Periodo “T_p” y “T_L”

PERÍODOS "T _p " Y "T _L "				
	Perfiles de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: NTP E.030, (2018)

Amplificación sísmica “C” (Art. 14)

En concordancia al sitio sus características, se conceptualiza la amplificación sísmica (C) teniendo en cuenta las expresiones siguientes:

Tabla 5. Amplificación sísmica factor “C”

$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 * (T_p/T)$
$T > T_L$	$C = 2.5 * ((T_p * T_L)/T^2)$

Fuente: NTP E.030, (2018)

donde:

T, T_p, T_L: Periodos

C: Amplificación de las aceleraciones del suelo respecto a la aceleración de la estructura..

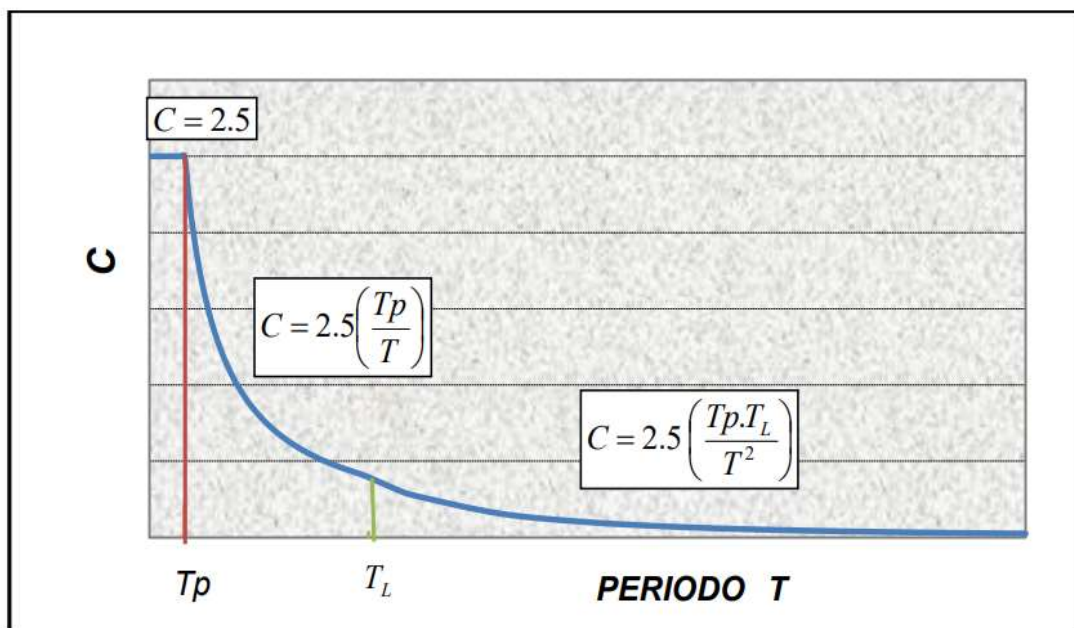


Figura 5. Amplificación sísmica

Fuente: Cutimbo (2016)

Categoría de edificios y el factor de uso “U” (Art. 15)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Las edificaciones se clasifican de acuerdo a las categorías que indican en la tabla 6. En cuanto a la importancia o uso (U), corresponde según la clasificación del tipo de

edificaciones, en cuanto a estructura que consideren el aislamiento sísmico de base el factor uso se puede diseñar con valor de 1” (p.13).

Tabla 6. Categoría de Las Edificaciones y Factor “U”

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimiento del sector salud (Públicos y Privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver Nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transportes, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, Institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajero, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver Nota 2

Fuente: NTP E.030, (2018)

(...) “Nota 1: Estructuras de categorización A1 se considera el aislamiento sísmico de base siempre cuando se hallan en zonas de sismicidad alta como la

zona 3 y 4 y en las zonas 1 y 2, el que esta como responsable en este caso la entidad puede tomar decisiones en el sistema estructural adecuado considerando o no el aislamiento de base, en el caso de no usar aislamiento de base se considera como factor de (U)=1.5 como valor mínimo” (p. 13).

(...) “**Nota 2:** En este tipo de edificios se tiene que tener en cuenta de todas maneras la rigidez y resistencia para cargas laterales, tomando el criterio de los proyectistas” (p. 13).

Sistema estructural y coeficiente “R₀” (Art. 18)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “En cuanto a la clasificación de sistemas estructurales la tabla 7 indica los coeficientes de reducción sísmica en base a la estructuración sismorresistente y materiales tomando en cuenta las dos direcciones de análisis X e Y” (p.14).

(...) “En los edificios que cuentan en una dirección con un sistema estructural y en el otro sentido tienen diferente sistema estructural se escoge el coeficiente que menor R₀ contemple” (p.15).

Tabla 7. Sistemas estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMAS ESTRUCTURALES	Coef. R₀(*)
Acero: Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	8
Acero: Arriostre excéntricos	7
Acero: Arriostre concéntricos	6
Concreto Armado: Pórticos	8
Concreto Armado: dual	7
Concreto Armado: Muros Estructurales	6
Concreto Armado: Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzo preliminares)	7**

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Fuente: NTP E.030, (2018)

Regularidad estructural (Art. 19)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Las edificaciones se pueden clasificar en estructuras irregulares o regulares” (p.16)

(...) “**Estructuras irregulares**, Las estructuras se consideran irregulares cuando contemplen alguna irregularidad de la tabla 8 y 9 respectivamente” (p.16)

(...) “**Estructuras regulares**, Son estructuras que no presentan irregularidad indicadas en la tabla 8 y 9, ya que su configuración resistente a carga es el ideal tomando factores de I_p e I_a igual a 1.” (p.16)

Factores de irregularidad “ I_p , I_a ,” (Art. 20)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Los factores como son: I_p determinado como el valor menor de la tabla 9, las irregularidades estructurales existentes en planta considerando las dos direcciones, I_a determinado como el valor menor de la tabla 8, las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones” (p.16)

Tabla 8. Irregularidad en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	

<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0.50
<p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0.80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0.60

Fuente: NTP E.030, (2018)

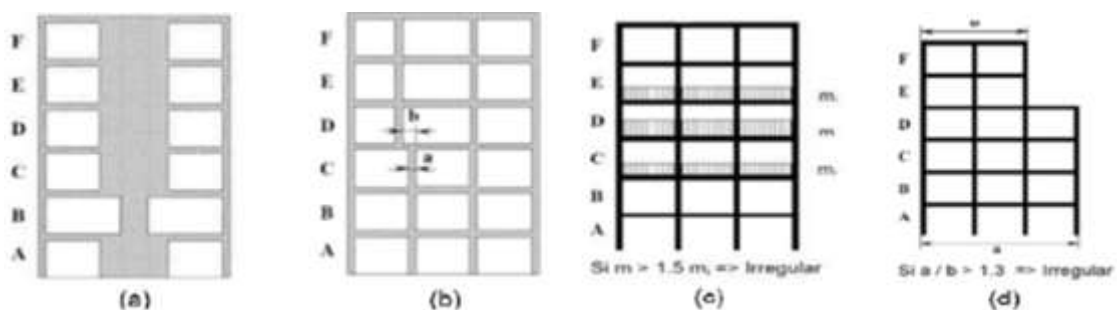


Figura 6. Tipos de irregularidades en altura

Fuente: Padilla (2010)

(a), se puede observar la irregularidad “piso blando”, esta irregularidad se debe a cambios bruscos de rigidez en la estructura.

(b), se puede apreciar la irregularidad de sistemas discontinuos resistentes, esta irregularidad se ve por la interrupción de elementos estructurales verticales debido a la arquitectura.

(c), se puede ver la irregularidad de peso, generalmente este tipo de irregularidad se debe cuando existe un cambio de uso abrupto en los pisos adyacentes.

(d), se observa la irregularidad geométrica vertical, se presenta cuando generalmente se reduce el área en planta resistente a cargas laterales.

Tabla 9. Irregularidad en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado</p>	0.75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla 10) Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado.</p>	0.60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0.90

Discontinuidad del Diafragma

La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

0.85

Sistemas no Paralelos

Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.

0.90

Fuente: NTP E.030, (2018)

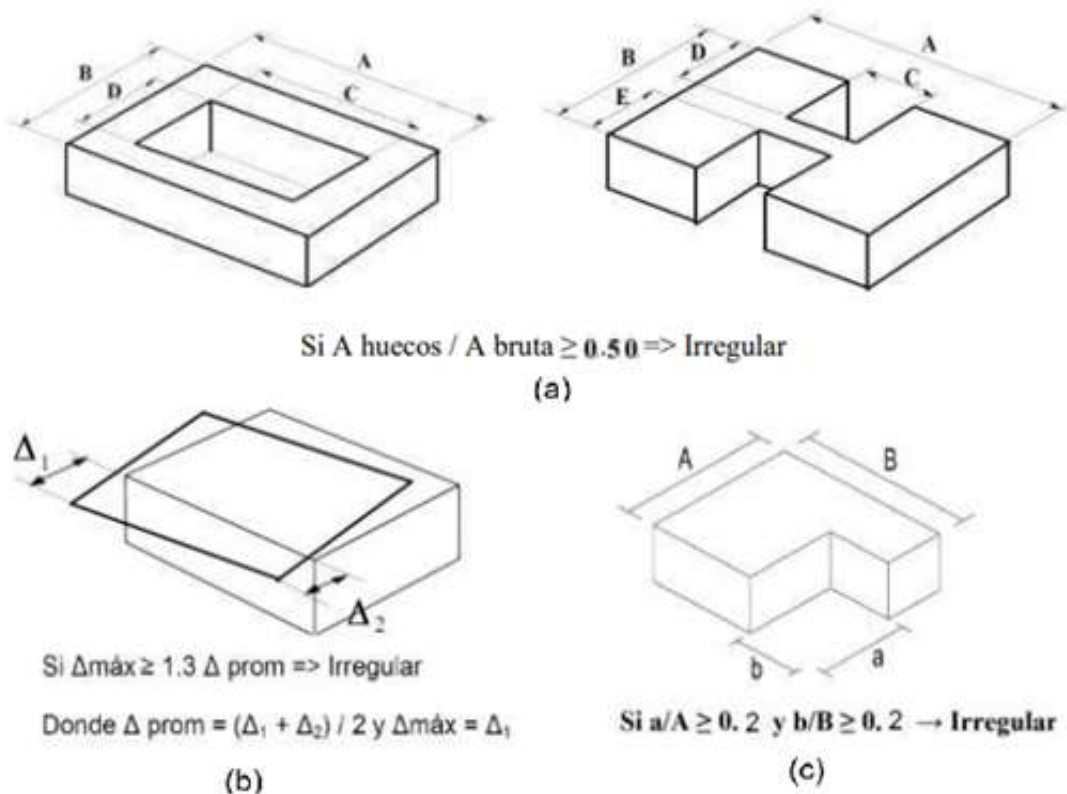


Figura 7. Tipos de irregularidades en planta

Fuente: Padilla (2010); E.030 (2018)

- (a), la irregularidad por diafragma, se debe normalmente a que en los sistemas estructurales existen aberturas grandes mayores al 50% área total del sistema.
- (b), se puede apreciar la irregularidad torsional, una de las irregularidades más comunes se debe al alejamiento del centro de masas en relación a su centro de rigideces del sistema estructural.
- (c), irregularidad de esquinas entrantes, como se observa en la figura 1 se considera cuando existe reducciones en las esquinas en un 20%.

Tabla 10. Regularidad de los edificios y categoría.

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	ZONA	Restricciones
A1 Y A2	4, 3 y 2	No se Permiten Irregularidades
	1	No se Permiten Irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se Permiten Irregularidades extremas
	1	Sin Restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: NTP E.030, (2018)

Coefficientes, “R” (Art. 22)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “La reducción de fuerzas sísmicas se halla con el producto R_0 del coeficiente hallado a partir de la tabla 7 y de factores I_p, I_a , que se obtienen de la tabla 8 y 9 respectivamente, donde pueden observar las irregularidad en planta y altura” (p.19).

$$R=R_0*I_a*I_p$$

Sistemas de aislamiento sísmico y disipación de energía (Art. 23)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “El uso de sistemas de disipación y aislamiento sísmico se permite siempre en cuando contemple el capítulo II de la NTP E.030, y en medida que sea aplicable normas americanas como: ASCE/SEI 7, Structural Engineering Institute of the American Society of

Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, Minimum Design Loads for Building and Other Structures, vigente” (p.19)

Estimación de peso (Art. 26)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “La estimación del peso de una edificación se puede considerar según a la categoría de la estructura donde se considera la carga muerta que se encuentra todo el tiempo en la edificación y la carga viva se considera un % de carga viva como se indica en la siguiente formula:” (p.20).

$$P_{sismico}=100\%*CM+\%*CV$$

Tabla 11. Estimación de peso

CATEGORIA	%
Categoría A y B	50
Categoría C	25
Azoteas y Techos	25
Depositos	80
Tanques, silos y estructuras similares	100

Fuente: NTP E.030, (2018)

Periodo de la estructura

El tiempo que demora realizando un ciclo de movimiento se puede definir en la práctica como:

$$T_0 = 0.1 * N_{NIVELES} \quad (seg)$$

Análisis dinámico modal espectral (Art. 29)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Una estructura debe ser diseñado según este numeral la cual avala el diseño sismorresistente adecuado se puede utilizar otro tipo de análisis como comprobación siendo este método de análisis el cumplimiento cabal de la norma E.030” (p.23)

Modos de vibración (Art. 29.1)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Es fundamental la distribución de masa y rigidez para determinar mediante un procedimiento de análisis los modos de vibración” (p.23)

(...) “Modos de vibración considerados según la norma E.030 corresponde al 90% de la sumatoria de las masas efectivas con respecto a la masa total en cada dirección de análisis, considerando los modos predominantes son los primeros en cada dirección de análisis” (p.23)

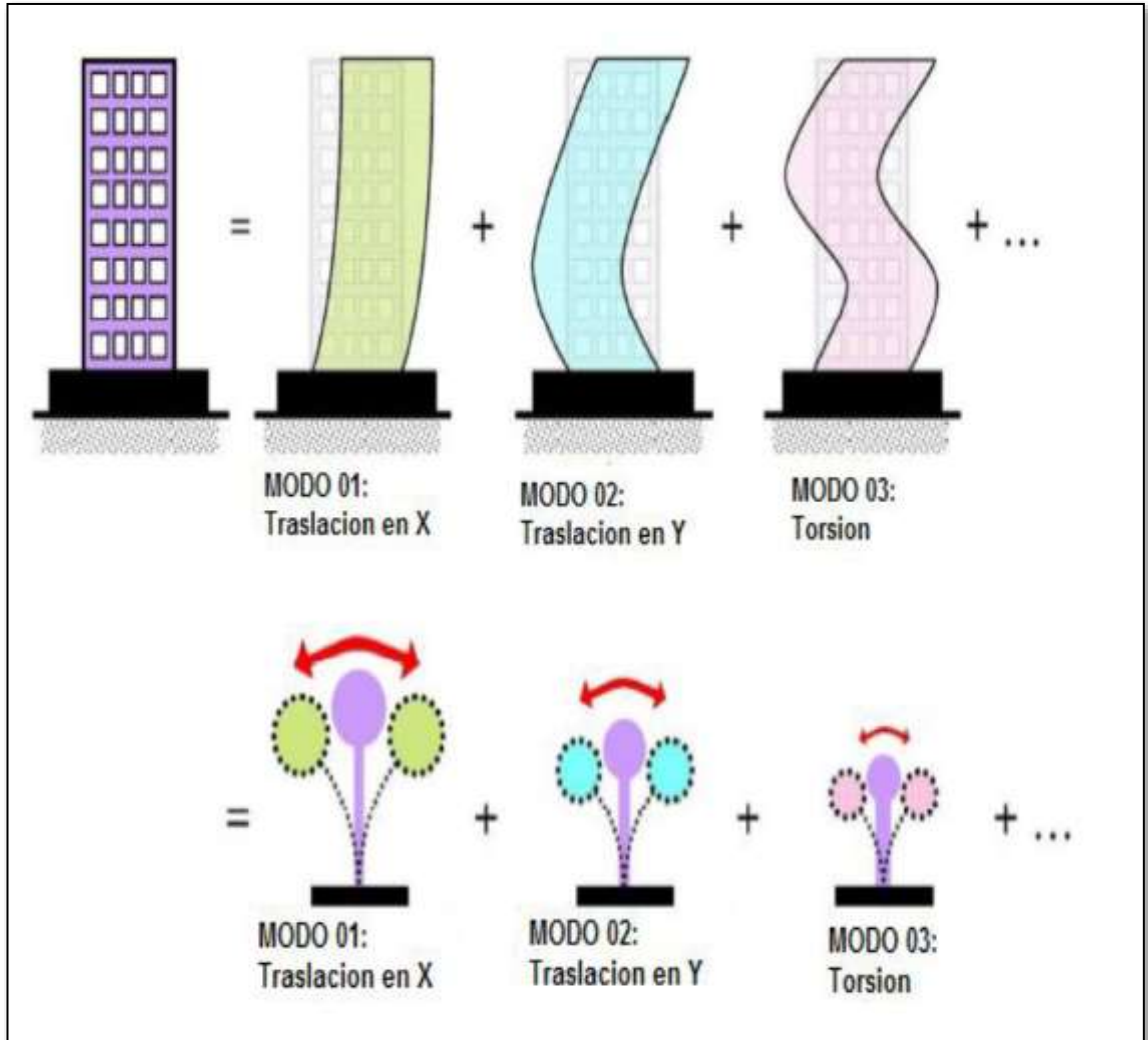


Figura 8. Modos de vibracion

Fuente: Cutimbo (2016)

Aceleración espectral (Art. 29.2)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Para cada uno de las direcciones de análisis horizontales se considera un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones que se definen en la siguiente formula por:” (p.24)

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

(...) “Considera en la dirección vertical los 2/3 del espectro que están considerados en las direcciones horizontales” (p.24)

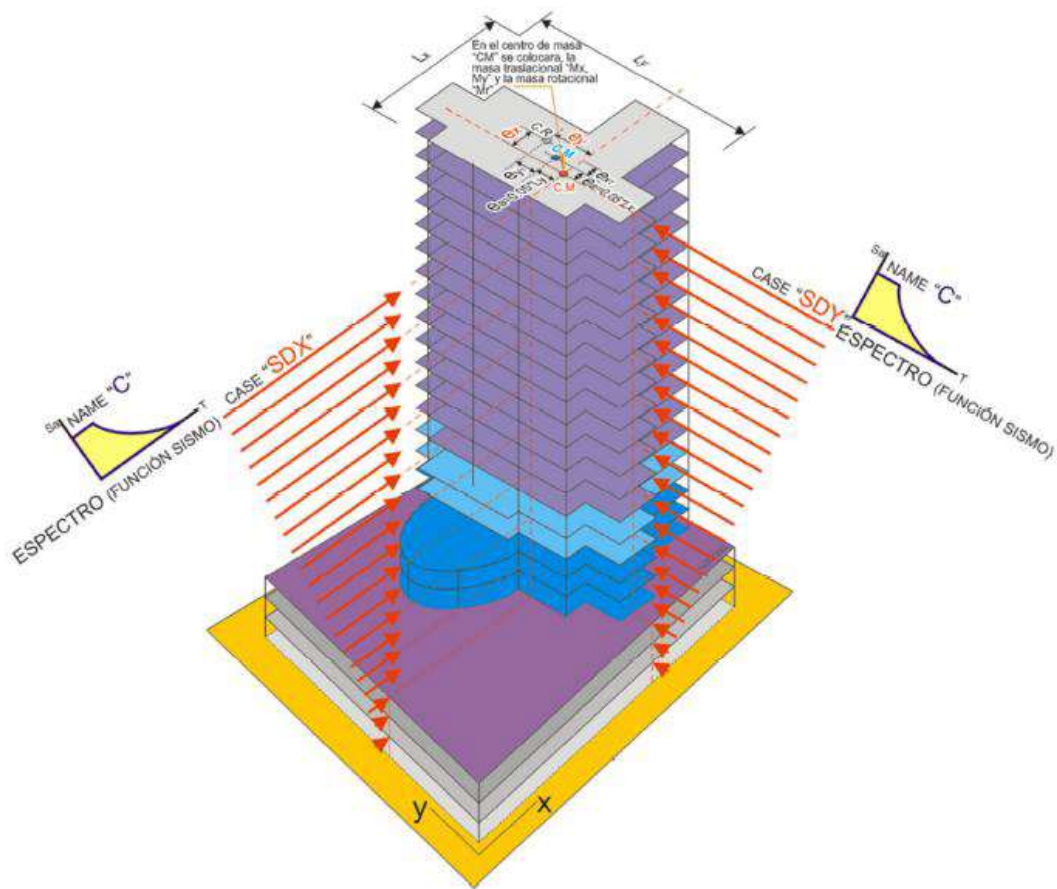


Figura 9. Vista 3D analisis sismico dinamico modal- espectral

Fuente: Cutimbo (2016)

Una respuesta espectral es la representación gráfica de las respuestas máximas de un oscilador con un grado de libertad en función del periodo bajo acción de un registro sísmico específico.

Un espectro de respuesta es una gráfica en donde se ubica el período en las abscisas y la respuesta máxima en las ordenadas, ello es importante para caracterizar los movimientos del terreno y sus efectos sobre las estructuras. Además, establece que cada estructura con su respectivo periodo presenta distintos valores máximos de la respuesta lo cual se ubican en diferentes instantes de tiempo. Asimismo, proporciona la aplicación del conocimiento de dinámica estructural al diseño de estructuras Chopra (2014).

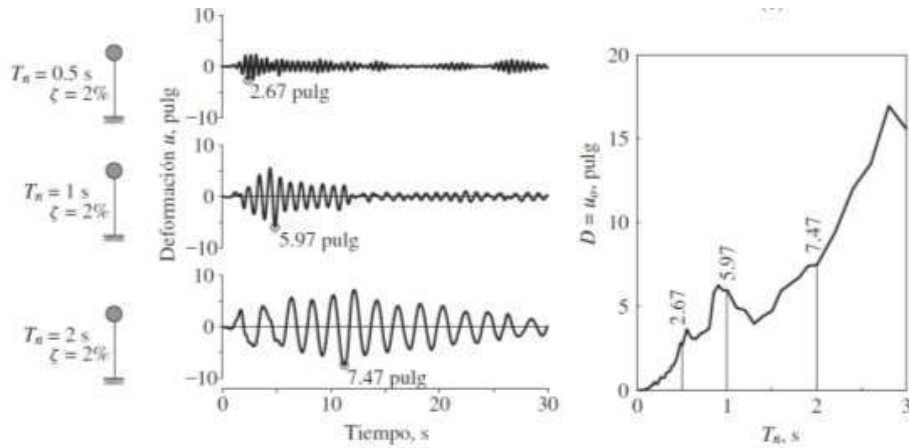


Figura 10. Forma de obtencion del espectro de respuesta

Fuente: Dinamica de estructuras (Chopra, 2014)

En la Figura 10, se observa la forma de obtención de un espectro de respuesta, en el cual presenta la historia de desplazamiento seleccionando el máximo, que es la que se grafica para el periodo de vibración. Por ejemplo, se muestra el periodo de vibración igual a 0.5 segundos con 2% de un amortiguamiento crítico. Calculando la historia de desplazamiento y se selecciona el máximo que es igual a 2.67 pulgadas. Con el 39 periodo de vibración y el espectro de desplazamiento se forman las coordenadas de un punto del espectro de respuesta. Este proceso se repite con diferentes periodos y con el mismo amortiguamiento hasta obtener el espectro de respuesta (Rochel, 2012).

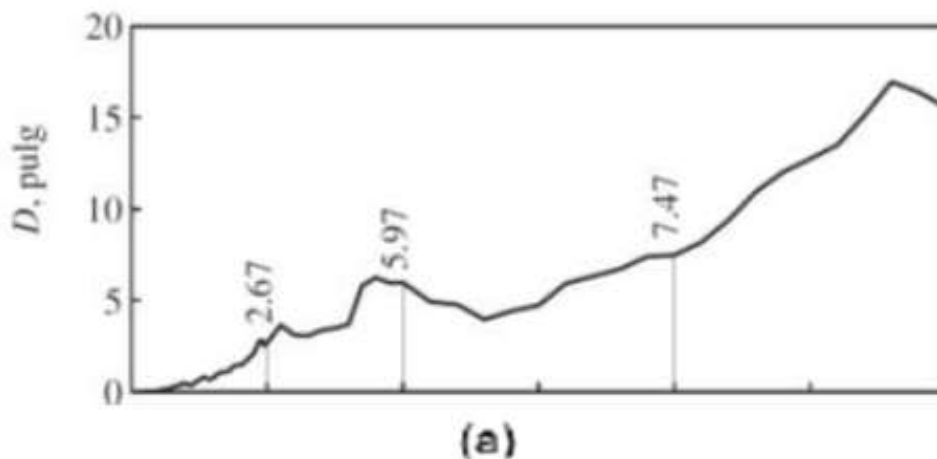


Figura 11. Espectros de desplazamiento

Fuente: Dinamica de Estructuras (Chopra, 2014)

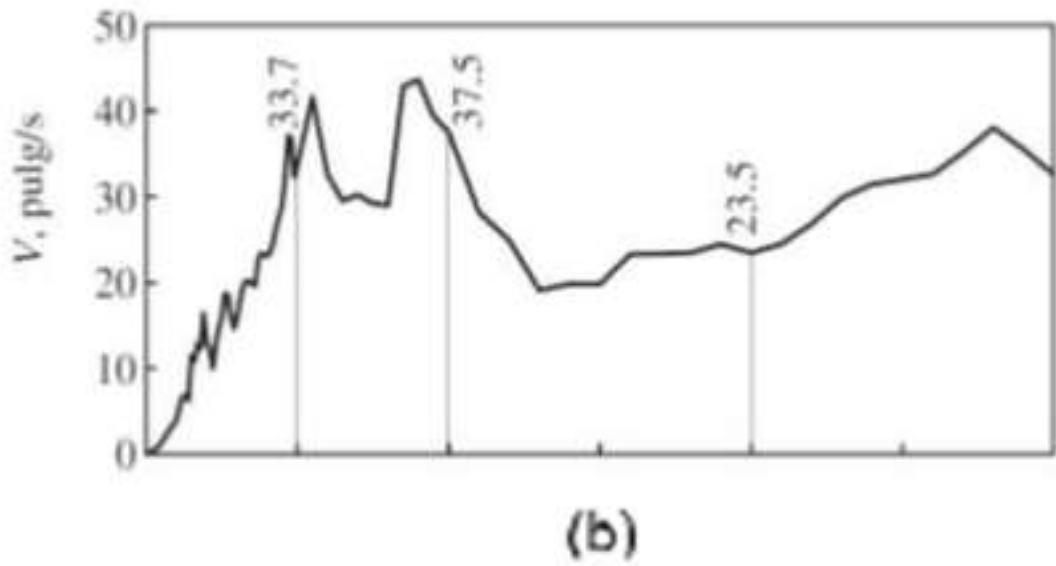


Figura 12. Espectros de velocidad
Fuente: *Dinamica de Estructuras (Chopra, 2014)*

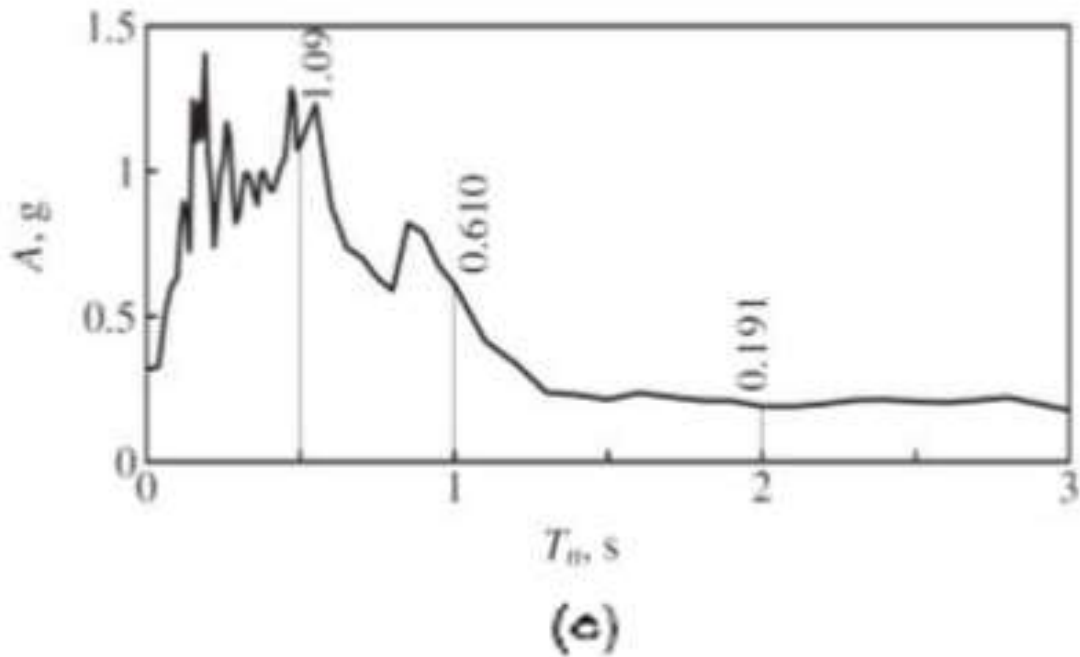


Figura 13. Espectros de aceleracion
Fuente: *Dinamica de Estructuras (Chopra, 2014)*

En numerosas ocasiones es necesaria la obtención de los valores máximos de ciertas funciones de interés, de tal manera que nos permita caracterizar la respuesta de un sistema estructural frente a la acción de un determinado

registro sísmico, tales funciones son en general desplazamientos, velocidades y aceleraciones.

Criterios de combinación (Art. 29.3)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Los criterios de combinación, podemos conseguir respuestas máximas elástica esperadas (r) en cuanto a fuerzas internas en elemento de la estructura, así como los parámetros globales de la estructura las cuales son las fuerzas en la base, momentos de volteo, cortantes de entrepiso, desplazamientos relativos y totales de entrepiso” (p.24)

(...) “se puede determinar las respuestas máximas elásticas usando la combinación CQC de valores para cada modo” (p.24)

$$r = \sqrt{\sum \sum ri * pij * rj}$$

Donde:

r: son las respuestas modales, la correlación están dado por:

$$pij = \frac{8 * \beta^2 * (1 + \lambda) * \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2)^2 + 4 * \beta^2 * \lambda * (1 + \lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega j}{\omega i}$$

β : Fracción del amortiguamiento crítico, constante para los modos es de 0.05.

$\omega i, \omega j$: frecuencias de modos

i,j, , la máxima respuesta puede evaluarse con la expresión:

$$r = 0.25 * \sum_{i=1}^m |ri| + 0.75 * \sqrt{\sum_{i=1}^m ri^2}$$

Fuerza cortante mínima (Art. 29.4)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “La fuerza cortante que una estructura puede tomar es del 90% para edificios irregulares con respecto al análisis estático y el 80% para estructuras regulares en relación al análisis

estático en cada dirección X e Y no pudiendo tomar valores menores de lo mencionado” (p.25).

Análisis dinámico Tiempo – Historia (Art. 30)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Se puede emplear el ADTH como un complementario procedimiento a los análisis estáticos y el análisis dinámico modal espectral. El ADTH se aplica directamente en el comportamiento no lineal de cada elemento estructural que contempla la edificación determinado respuestas a varias aceleraciones en el terreno mediante la integración directa” (p.25).

En la presente investigación, el Análisis Tiempo Historia se realizará para evaluar las respuestas sísmicas como son: distorsiones, máximos desplazamientos, aceleraciones y energía disipada de la edificación reforzada con disipadores Shear Link Bozzo, teniendo en cuenta que se utilizaran las propiedades no lineales de los disipadores y en relación a la comparación de la estructura reforzada con muros de corte se realizara también el mismo análisis TH.

Análisis no lineal rápido “FNA”

“Este método se usa en estructuras que tienen elementos limitados en cuanto al comportamiento no lineal como aisladores y disipadores. El método FNA (Fast Non Linear Analysis) es apropiado cuando se realiza un ADTH debido a que se usan vectores dependientes de carga Ritz ortogonales de masa y rigidez de un sistema estructural elástico con el fin de reducir el tamaño del sistema no lineal” (Wilson, 1995).

Registros de Aceleración (Art. 30.1)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Se usan un mínimo tres registros de aceleraciones en las dos direcciones ortogonales de análisis norte-sur y este-oeste” (p.25)

Las aceleraciones del terreno son conseguidas de eventos cuyas distancias de fallas, magnitudes, y los mecanismos de la obtención son considerados como sismos máximos.

En caso de que no se cuente con registros apropiados, lo más conveniente es tomar en cuenta registros sísmicos sintéticos pudiendo llegar al mínimo recomendado por la normativa.

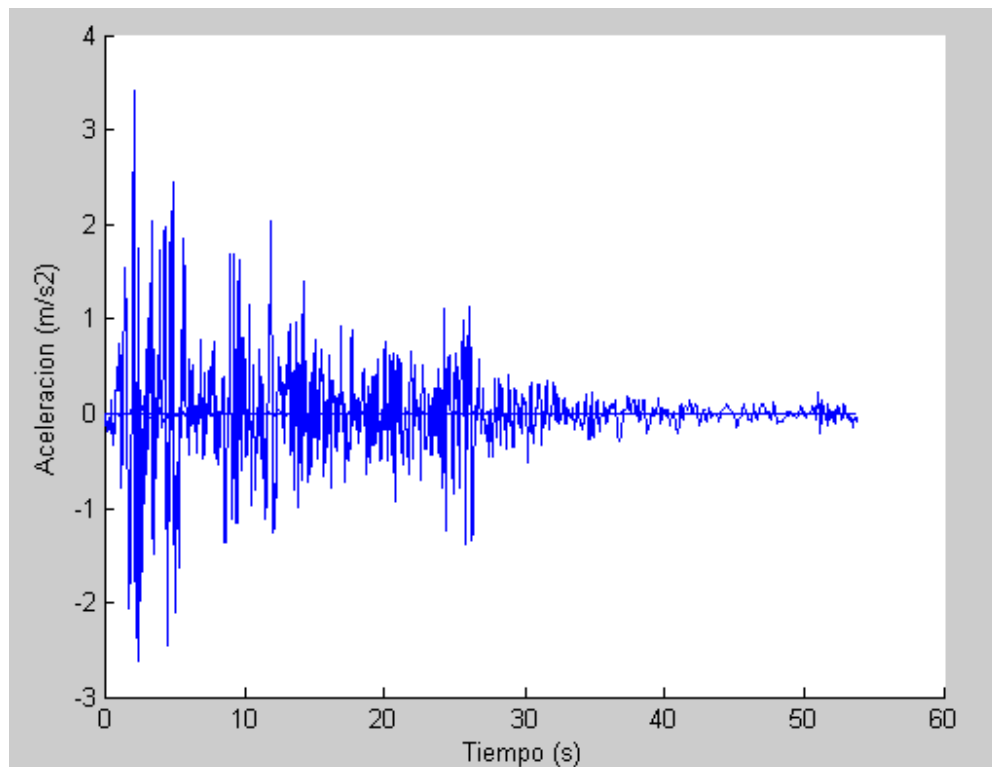


Figura 14. Acelerograma de un sismo

Fuente: Cutimbo (2016)

Tratamiento de Resultados (Art. 30.3)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Si se utilizan al menos 7 registros sísmicos, las deformaciones, fuerzas de diseño, distorsiones de entrepiso de la estructura, se valoran del promedio de resultados máximos en los varios análisis desarrollados. Pero si se consideran menos de 7 registros se evalúan los valores máximos en cuanto a lo mencionado anteriormente” (p.26). (...) “En una ADTH en cuanto a las máximas derivas de entrepiso por ningún motivo deberán ser mayor a 1,25 veces de valores correspondientes en la Tabla N° 11” (p.26).

Derivas

Control de derivas máximas en los diferentes sistemas estructurales:

$$\Delta_{REAL} = 0.75 * R * (\Delta_{ELASTICO}) \dots \dots \dots \text{ESTRUCTURA REGULAR}$$

$$\Delta_{REAL} = 0.85 * R * (\Delta_{ELASTICO}) \dots \dots \dots \text{ESTRUCTURA IRREGULAR}$$

Tabla 12. *Distorsión máxima de entrepiso*

LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTRE PISO	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de C°A° de ductilidad limitada	0.005

Fuente: NTP E.030, (2018)

Separación entre Edificios “s” (Art. 33)

En el RNE del Perú en la NTP E.030, (2018) indica: “Las edificaciones deberán estar necesariamente separado de la edificación vecina desde el terreno natural a una distancia *s* de tal forma que se evita el golpeteo de edificaciones durante un evento sísmico” (p.27).

(...) “Esta distancia no es menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:” (p.27)

$$s=0.006*h \geq 0.03m$$

(...) “*h* se considera la medida considerado del terreno natural hasta la altura que se evalúa para la ecuación anterior” (p.27)

(...) “Cuando la edificación vecina no deja la junta sísmica reglamentaria se debe separar el edificio nuevo a una distancia *s*, ya que si se consideraba la separación de la otra edificación solo se consideraba *s*/2 o lo que corresponda en cuanto a los desplazamientos máximos del edificio” (p.27)

Sistemas de protección sísmica

Los sistemas como los de disipación y aislación sísmica resultan de gran importancia donde se concentra alta sismicidad debido a que las aceleraciones producidas por los sismos son aceleraciones. Considerando que en el Perú se registraron varios sismos catastróficos como se indica en la tabla 1, resulta de gran ayuda los sistemas disipación y aislación, ya que de esta forma podemos prevenir y mantener la integridad de las estructuras debido a sollicitaciones sísmicas.

El sistema usado en la actualidad son los sistemas convencionales de muros de corte que ayudan a la estructura a rigidizar de tal forma podemos cumplir de manera adecuada las exigencias de la NTP E.030., pero debemos tener en cuenta que los sistemas de protección sísmico no solo pueden rigidizar también pueden proveer a la estructura una gran ductilidad la cual es más beneficioso para el sistema estructural.

“Los sistemas modernos de protección sismorresistente son utilizados en el presente debido a que son sistemas automatizados. Estos sistemas se clasifican en cuatro grupos grandes: los sistemas semi-activos, pasivos, híbridos y activos” (López, 2011).

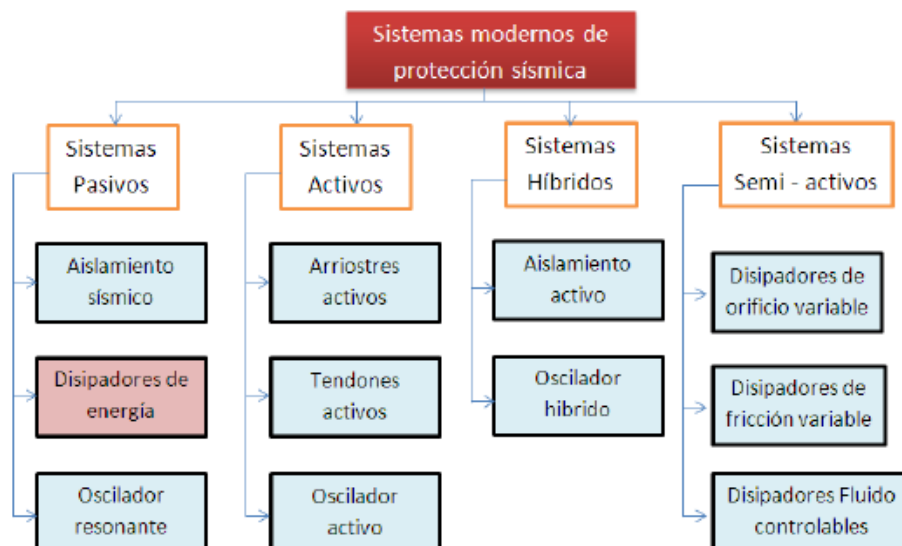


Figura 14: Sistemas modernos de protección sísmica.

Fuente: (Villareal Castro & Diaz la Rosa Sanchez , 2016)

“Lo que se diferencia de un disipador en relación a un aislador, se fundamenta en lo siguiente en que los disipadores pueden funcionar de mejor manera que un aislador en ciertos casos como para suelos blandos o edificaciones esbeltas siendo mejor un disipador en estos casos, en la figura 16 y la figura 17 podemos observar un edificio concebido con otro donde se incorpora la disipación y el aislamiento sísmico” (López y Plasencia, 2017, p.34).

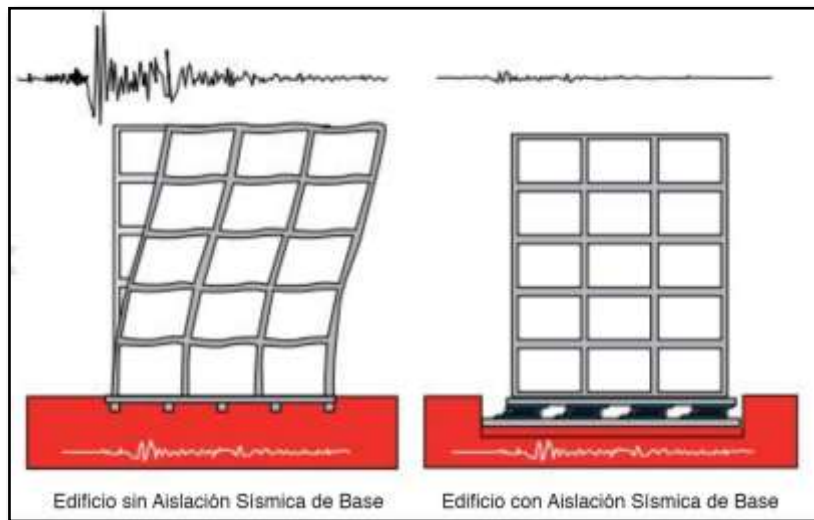


Figura 15. Respuesta sísmica de un edificio con y sin aislamiento sísmico.

Fuente: (López, 2011)

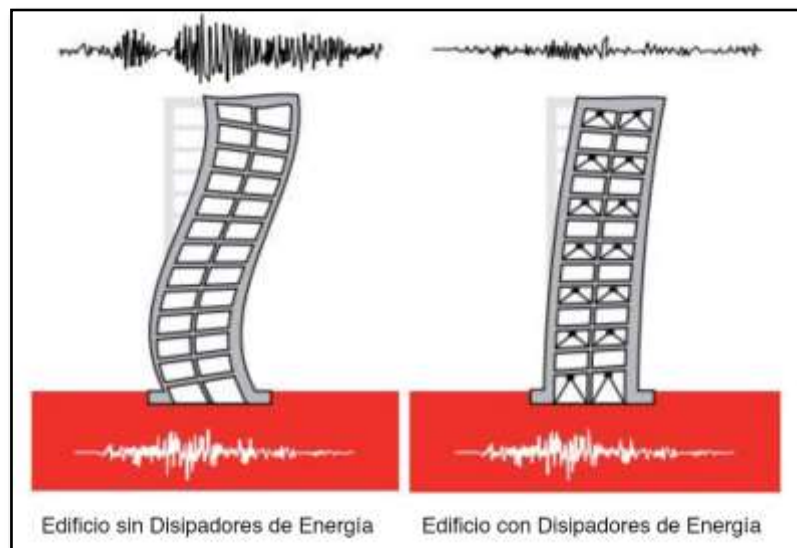


Figura 16. Respuesta sísmica de un edificio con y sin disipación sísmico

Fuente: (López, 2011)

Tendencias del uso de aisladores

“Antes de la ocurrencia del sismo de Kobe (1995) se tenía 85 estructuras en Japón con aislamiento sísmico. El correcto desempeño que se pudo observar y evaluar a 2 estructuras aisladas en Kobe hizo que la utilización de los aisladores de base aumente de forma considerable en la utilización. Para los años 1998 ya existían 600 estructuras con aislamiento. Como se puede observar en la figura 15 ver el crecimiento exponencial en cuanto a edificaciones aisladas en relación a los años 1985 y 2000” Cutimbo, (2016).

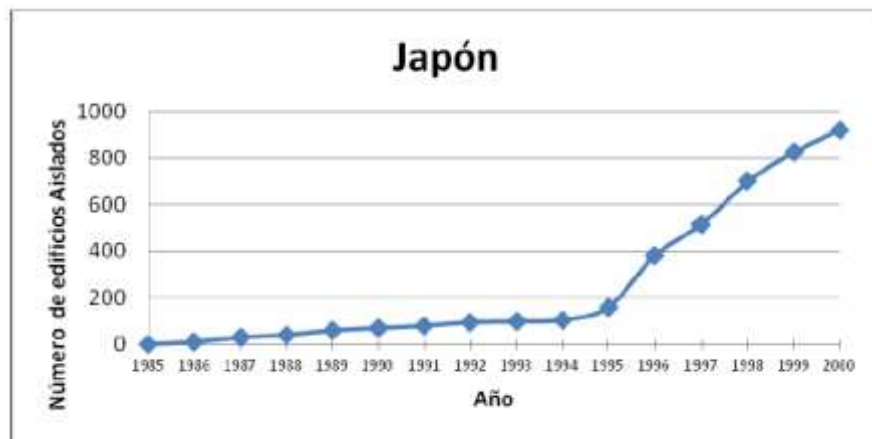


Figura 17. Estructuras con aislamiento en Japon hasta los años 2000

Fuente: Cutimbo (2016)

Sistema con aislación sísmica

“El aislamiento en una estructura se alcanza utilizando una flexible capa entre la cimentación y la estructura” (Muñoz, Tinman, & Quiun, 2001).



Figura 18. Columna y vigas metálicas sobre aislador

Fuente: Muñoz, Tinman y Quiun, (2001).

“Con el sistema de aislación, los periodos de la edificación se hacen mayores que las edificaciones que están empotradas al terreno de fundación. Logrando que las fuerzas sísmicas de ingreso sean menores, pero considerando que los desplazamientos de la estructura con respecto al terreno se incrementan” (Muñoz, Tinman, & Quiun, 2001).

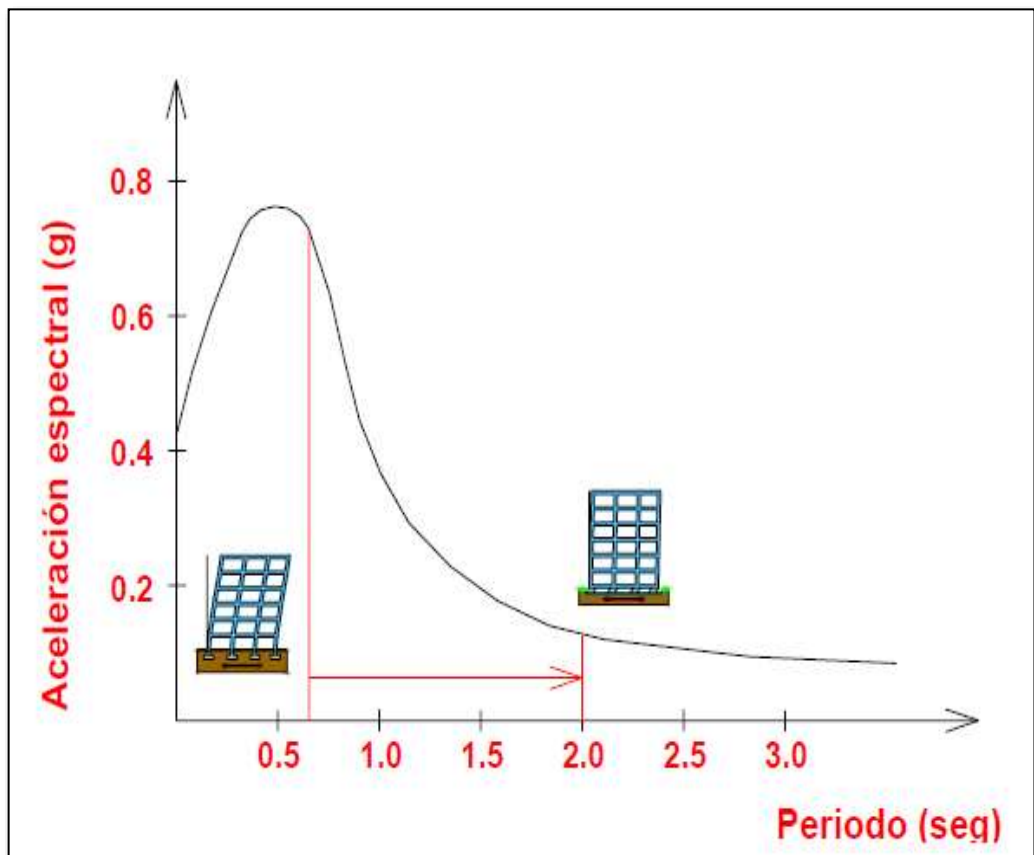


Figura 19. Reducción de Fuerzas sísmicas de un edificio con aislamiento.

Fuente: Muñoz, Tinman y Quiun, (2001).

Filosofía sísmica con disipadores de energía

“Con la incorporación de sistemas de disipación de energía se debe tener claro la distribución de energía en la edificación producida por los sismos” Villareal y Oviedo (2009).

Sistema con disipadores de energía

“Los tipos de dispositivos disipan la energía mediante el comportamiento plástico de metales dúctiles, la fricción entre áreas de contacto, deformaciones

de corte de polímeros, a través del paso de fluido viscoso, y de esta manera evitan que la estructura reciba toda la energía sísmica de entrada, lo que genera una reducción de daños en la estructura” (Villareal y Diaz la Rosa Sanchez , 2016).

La norma americana ASCE 7-10, clasifica a estos dispositivos de acuerdo a su comportamiento en tres diferentes categorías: como se observa en la figura 20.

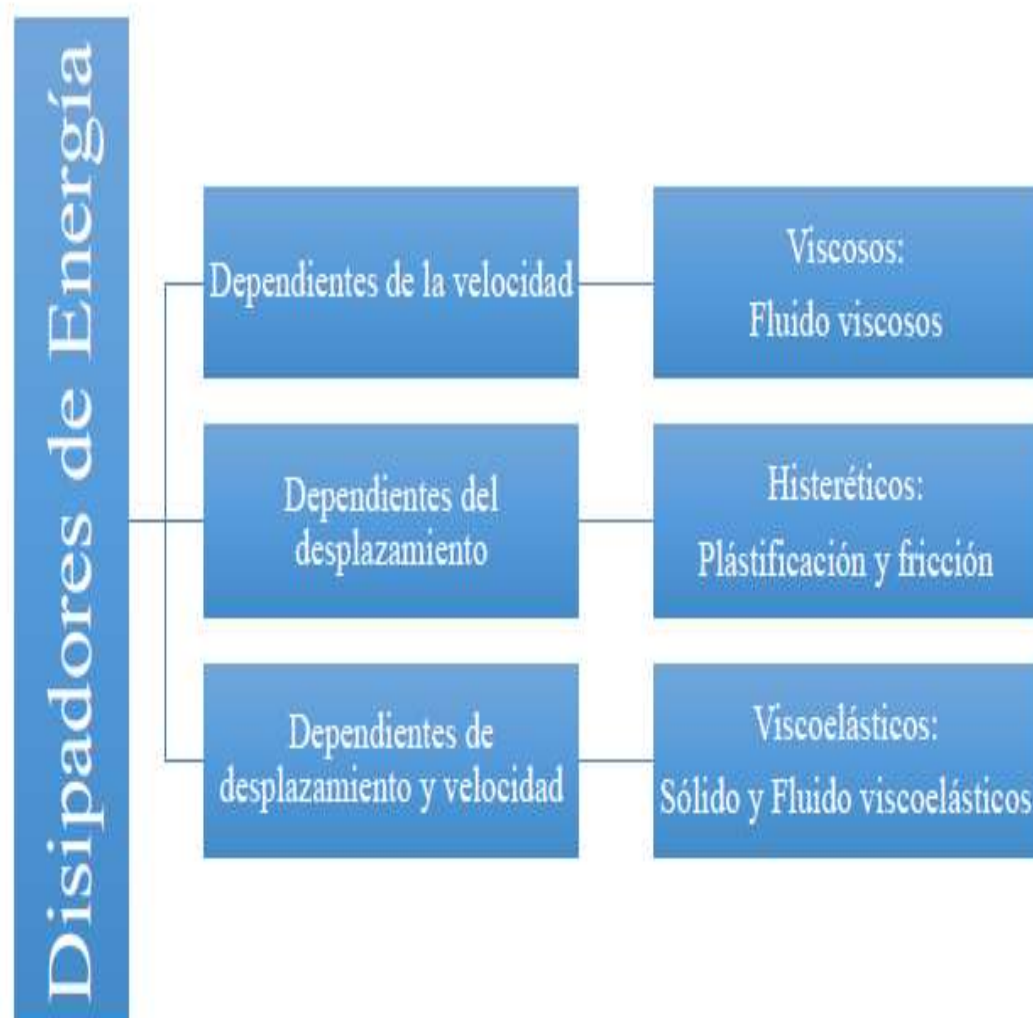
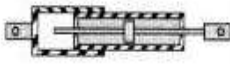

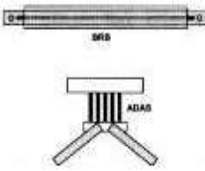
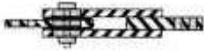
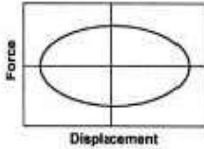
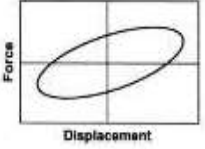
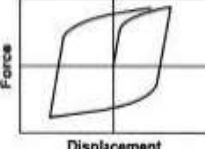
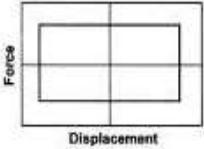
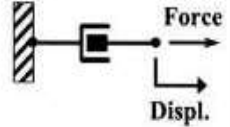
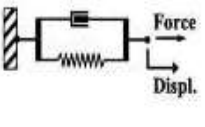
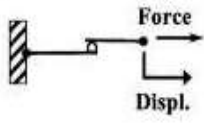


Figura 20. Clasificación de disipadores

Fuente: Propio

Una vez clasificada los disipadores de energía, es muy significativo tomar en cuenta las desventajas y ventajas de cada uno de los tipos de dispositivos de energía para elegir un disipador, como lo indicado en la tabla 13.

Tabla 13. Comparación entre dispositivos pasivos de disipación de energía.

	Disipador Fluido Viscoso	Disipador sólido Viscoelástico	Disipador metálico	Disipador por Fricción
Esquema Básico				
Modelo Histerético Idealizado				
Modelo Físico Idealizado			Idealized Model Not Available	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Se activa frente a pequeños desplazamientos • Mínima fuerza de recuperación. • Para disipadores lineales el modelamiento es simplificado. • Sus propiedades en gran parte son independientes a efectos de frecuencia y temperatura. • Se tiene un historial probado en aplicaciones militares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se activa frente a pequeños desplazamientos. • Provee una fuerza de recuperación. • Comportamiento lineal, por tanto, simple de modelar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento histerético estable. • Confiabilidad a largo plazo. • Insensibilidad a temperatura ambiente. • Comportamiento y materiales familiares en las practicas ingenieriles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran energía de disipación por ciclo. • Insensibilidad a temperatura ambiente.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Posible fuga de fluido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada capacidad de deformación. • Sus propiedades son dependientes de la frecuencia y la temperatura. • Posible pérdida de adherencia y fuga del material viscoelástico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños en el dispositivo después de un sismo. • Comportamiento no lineal, requiere un análisis no lineal 	<ul style="list-style-type: none"> • La condición de la interfaz de deslizamiento puede cambiar con el tiempo. • Comportamiento no lineal, puede excitar modos superiores y requiere un análisis no lineal.

Fuente: (Symans, y otros, 2008)

Disipadores dependientes del desplazamiento

Disipadores por fluencia de metales

“Los disipadores metálicos están en función de las características geométricas y mecánicas de la fabricación” Villareal y Oviedo (2009).

“Las características primordiales en estos disipadores es que cuando plastifican varían las propiedades dinámicas de la estructura como son el amortiguamiento y los periodos de vibración” (Aguiar, Rodriguez, y Mora, 2016).

“En cuanto a disipadores de fluencia de metales tenemos a los TADAS que se muestra en la figura 22 y ADAS que se observa en la figura 21 siendo los más representativos, los dos dispositivos cuentan con placas de acero cuyas secciones tienen la forma de triángulo en los TADAS y X en los ADAS, con espesores constantes en ambos” (Aguiar, Rodriguez, y Mora, 2016).

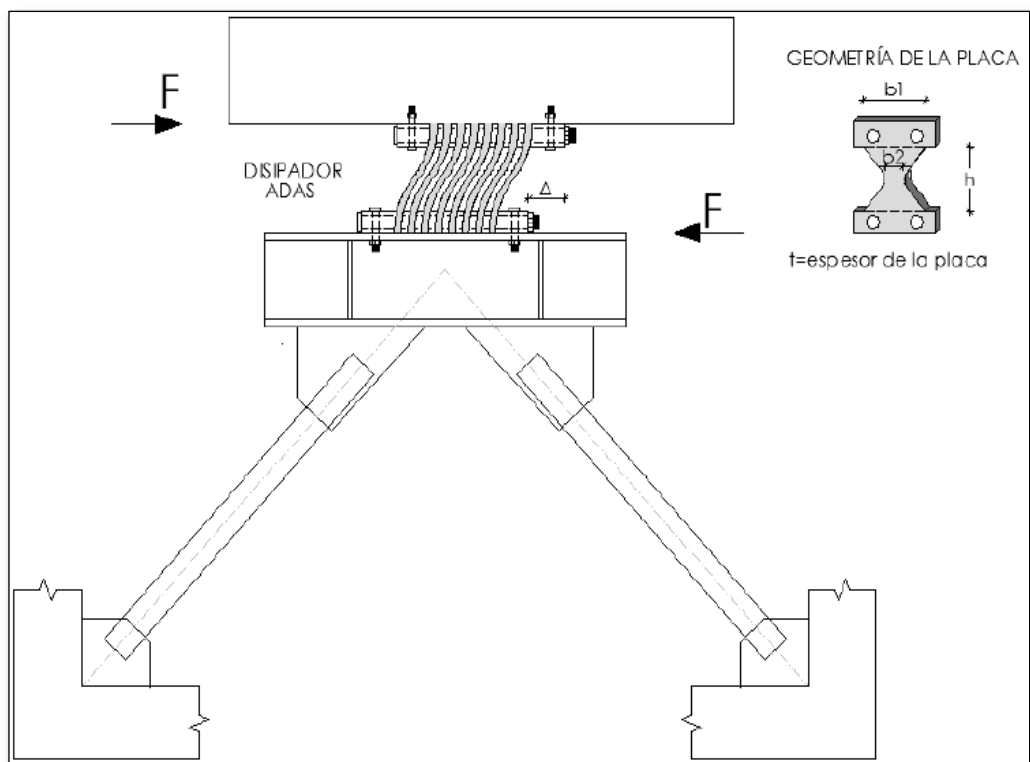


Figura 21. Disipador ADAS.

Fuente: (Aguiar, Rodriguez, y Mora, 2016)..

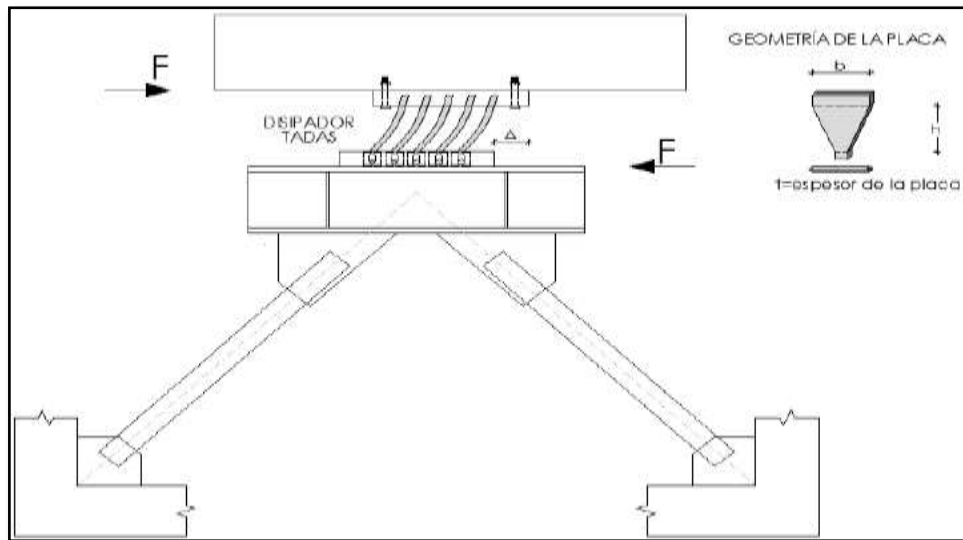


Figura 22. Disipador TADAS

Fuente: (Aguilar, Rodriguez, y Mora, 2016)..

Disipadores por Fricción

“Dispositivos los cuales mediante fuerzas friccionales disipan energía de entrada inducida por las fuerzas horizontales” (Pardo Verdugo, 2007, p. 27). Los inconvenientes que muestran estos dispositivos según (Bozzo & Barbat, 1999) “Es muy difícil garantizar un coeficiente friccional independiente del tiempo y condición del disipador debido a que interviene varios factores como el coeficiente friccional, en el periodo de desplazamiento, dependen de la presión normal, la velocidad y condiciones del área en contacto”.

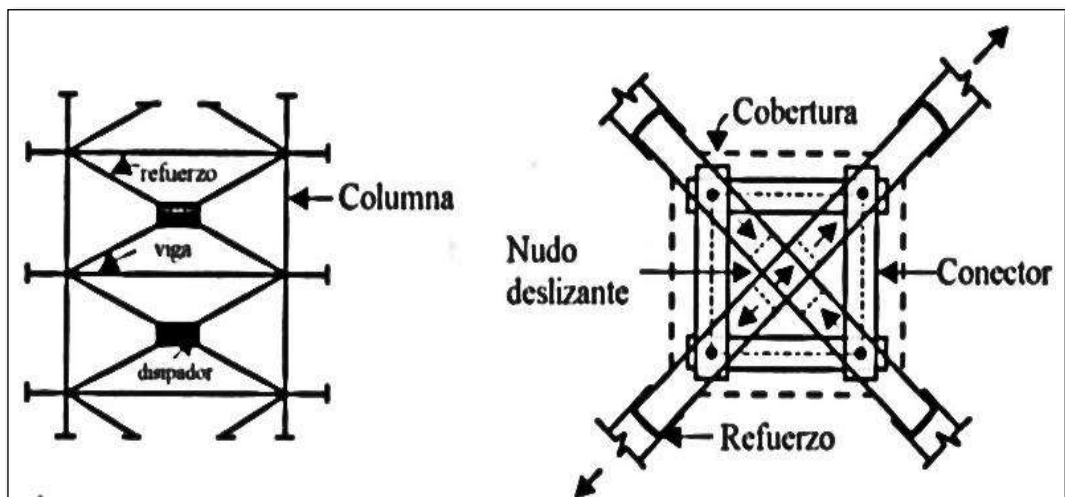


Figura 23. Disipador tipo friccionante

Fuente: (Villareal y Oviedo, 2009)

Disipadores Histereticos Shear Link Bozzo

Estos dispositivos de disipación como son los SLB poseen de: “Características fundamentales en una estructura como es la ductilidad, puesto que los disipadores SLB trabajan como rotulas plásticas, permitiendo sistemas sismorresistentes ideales para una estructura, siendo así que poseen un sistema rígido cumpliendo los desplazamientos permitidos y un sistema flexible con fuerzas sísmicas ideales” (Bozzo & Gaxiola, 2015)

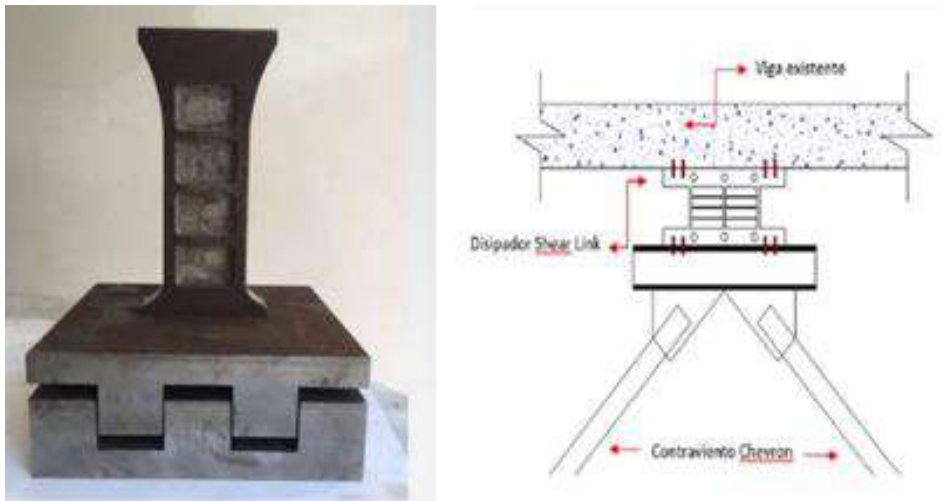


Figura 24. Disipador SLB con conexión almenada

Fuente: (Bozzo L. , Disipadores SLB para diseño sismorresistente, 2018)

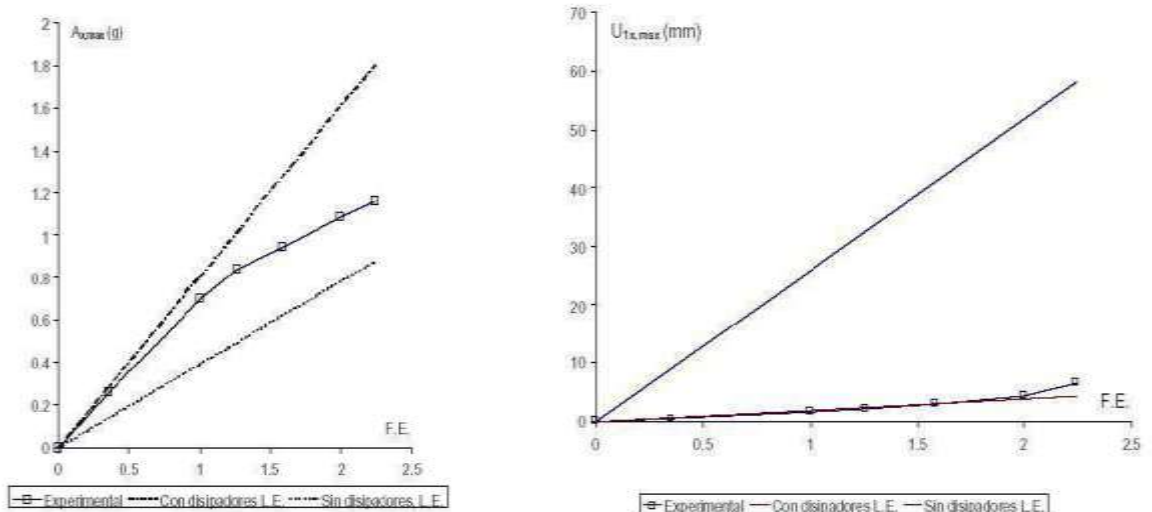


Figura 25. Respuestas de maximas aceleraciones y desplazamiento

Fuente: (Bozzo L. , Disipadores SLB para diseño sismorresistente, 2018)

“Los SLB como alternativa de solución, basándose en el aumento de rigidez de forma estratégica así como ductilidad en una estructura contrarrestando fuerzas horizontales producidas por los sismos de manera tal de reducir las fuerzas y de esa forma mejorando el comportamiento global de la estructura analizada” (Bozzo & Gaxiola, 2015).

Características mecánicas básicas del disipador SLB

Los dispositivos SLB teniendo una de las características mas favorables ya que la disipación de energía empieza con deformaciones pequeñas como los estudiados en los laboratorios viendo que la disipación empieza con 1 mm la cual es muy conveniente en una estructura.

Bozzo (2018) afirma que: Los dispositivos SLB, “son el único sistema de disipación que tienen doble modo de disipar la energía producidas por los sismos por corte y por flexión como se puede observar en la figura 26 y figura 27, garantizando a la estructura mayor capacidad y seguridad estructura” (p. 4).

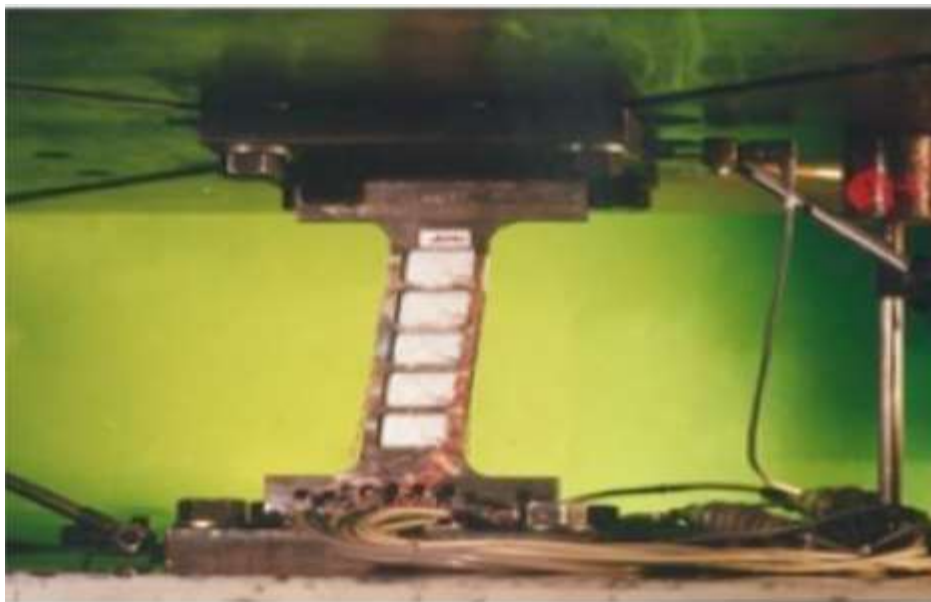


Figura 26. Disipador SLB en un ensayo trabajando a corte.

Fuente: (Bozzo L. , Disipadores SLB para diseño sismorresistente, 2018)

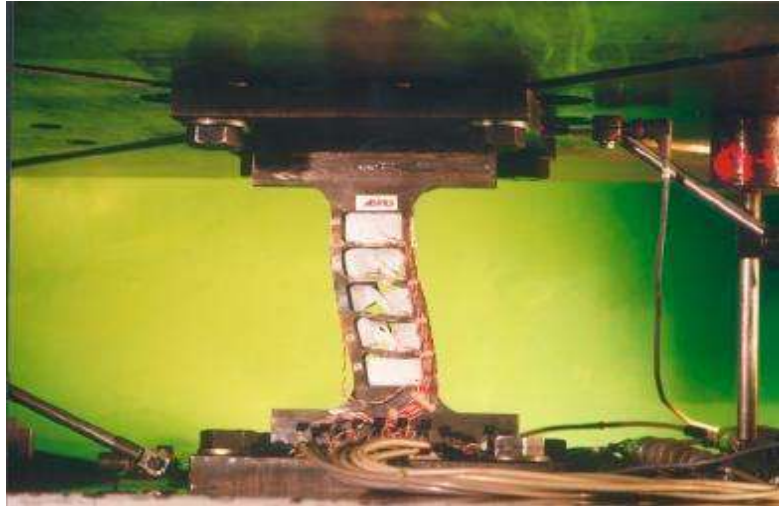


Figura 27. Disipador SLB en un ensayo trabajando a flexión.

Fuente: (Bozzo L. , Disipadores SLB para diseño sismorresistente, 2018)

La disipación de energía presentado un doble modo reside en etapas de funcionamiento las cuales son dos; la etapa primera consiste de que las áreas más delgadas referidas al fresado fallen, trabajando de acuerdo a la modalidad de corte del disipador, caracterizándose por tener un corte uniforme en toda la sección, de tal manera que se plastifican las ventanas (fresado). También considerando que las ventanas cedan degradándose el SLB sigue funcionando, esta segunda etapa se puede ver la modalidad de fallo dúctil deformación típica que son propias de elementos sometidos a flexión de tal forma que el disipador garantiza una doble modalidad de falla considerando de tal forma como un factor de seguridad agregado.

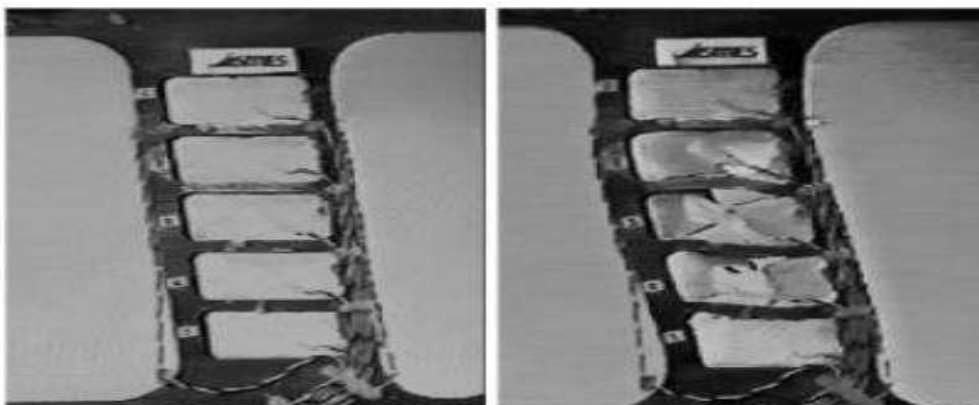


Figura 28. Modos de trabajo del dispositivo SLB: corte y etapas de flexión

Fuente: (Nuzzo, Lossano , Serino, & Bozzo Rotondo, 2015)

“En cuanto al diseño de los disipadores SLB los cálculos se simplifican debido a que por la forma almenada que se presentan no toman carga axial, considerando que también los disipadores SLB están en constante disipación de energía más allá del rango lineal, se puede observar que el material con el que esta realizado el disipador de acero tiene una resistencia apropiada antes de entrar en la plastificación por completo.” (Bozzo , Foti, & López, 1998).

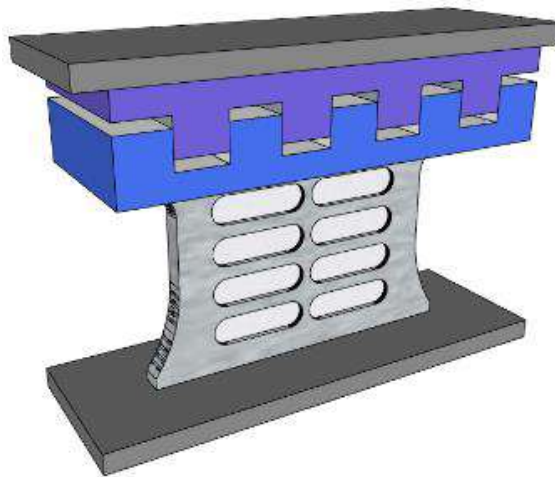


Figura 29. Disipador SLB vista en 3D.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

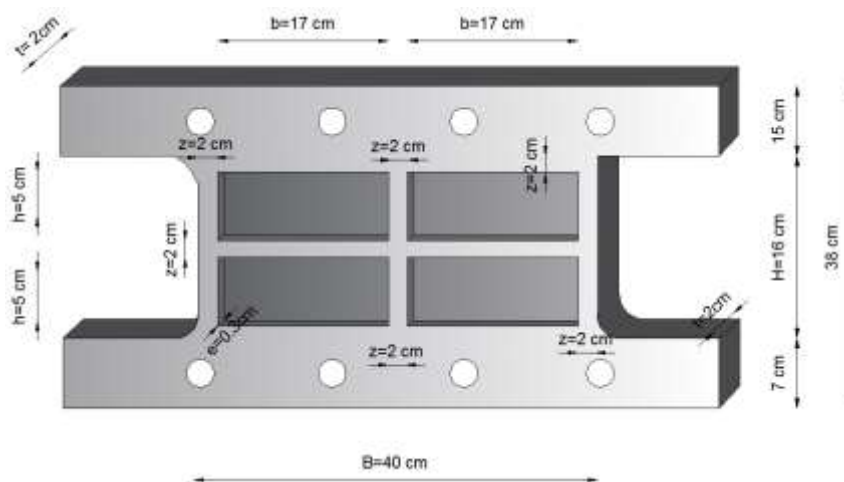


Figura 30. Disipador SLB utilizado en el Proyecto Fuerzas Armadas ESPE

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

La parte central que esta caracterizado por el marco, trabajan igual que una columna empotrada, considerando una rigidez K_r , en cuanto a las ventanas son las que trabajan a flexión, con rigidez K_w como se indica en la figura 31.

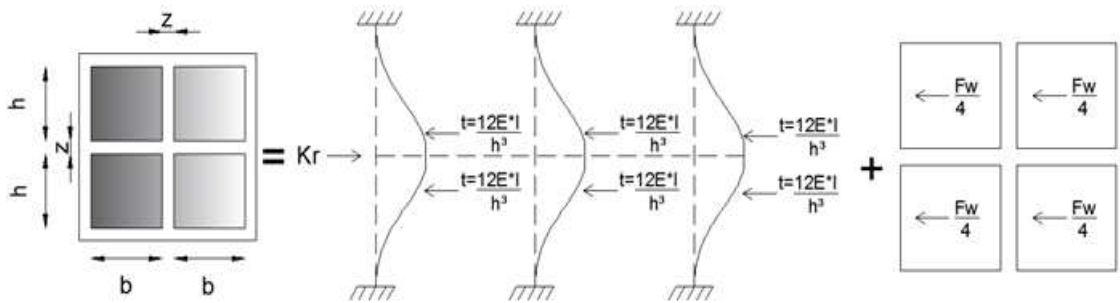


Figura 31. Rigidez de marco y flexión de un dissipador SLB

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

$$k_r = 72 EI / h^3 \dots\dots\dots(1)$$

$$I = tz^3 / 12 \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

t, z : dimensión del marco .

h : altura de ventana.

E : módulo de elasticidad considerado para los SLB (acero).

En cuanto a las ventanas la rigidez, se determina con la siguiente expresión:.

$$k_w = 4 GA_w / h \dots\dots\dots(3)$$

$$A_w = be \dots\dots\dots(4)$$

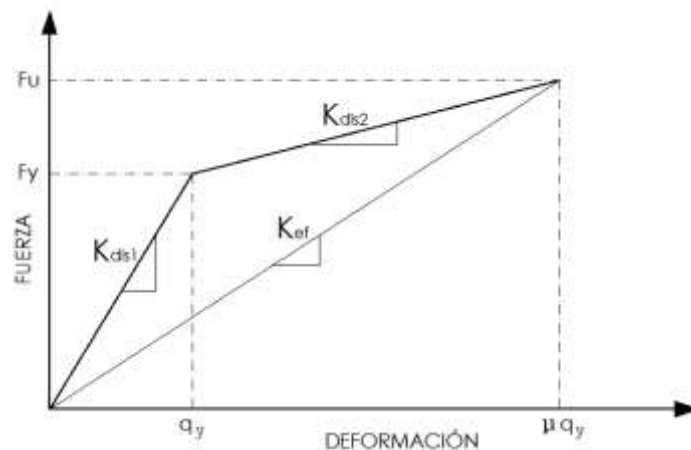


Figura 32. Diagrama de histéresis bilineal del dissipador SLB

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

$$k_{dis1} = k_r + k_v \dots\dots\dots(5)$$

$$k_{dis2} = \alpha k_r \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

α : coeficiente de relaciona la rigidez elástica con la rigidez post fluencia, se considerando 0.03.

La fluencia F_y es igual a la fuerza del marco F_r , más lo considerado de la fuerza de la ventana F_w .

$$F_w = n\tau A_w \dots\dots\dots(7)$$

$$\tau = 1\sqrt{3}f_y \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

n : número total de ventanas

τ : esfuerzo de corte

f_y : fluencia del material.

En cuanto al desplazamiento de fluencia q_y es:

$$q_y = F_r k_r = F_w k_w \rightarrow F_r = k_r k_w F_w$$

Donde:

$$F_y = n\tau A_w + k_r k_w F_w$$

“En la figura 32 hay 2 variables que no se han definido los cuales son la ductilidad del **SLB**, denominada μ , y la rigidez efectiva k_{ef} . Con las rigideces k_{dis1} y k_{dis2} , se pueden realizar análisis no lineales, la segunda desarrollando con la rigidez k_{ef} ” (Nuzzo et al. 2015).

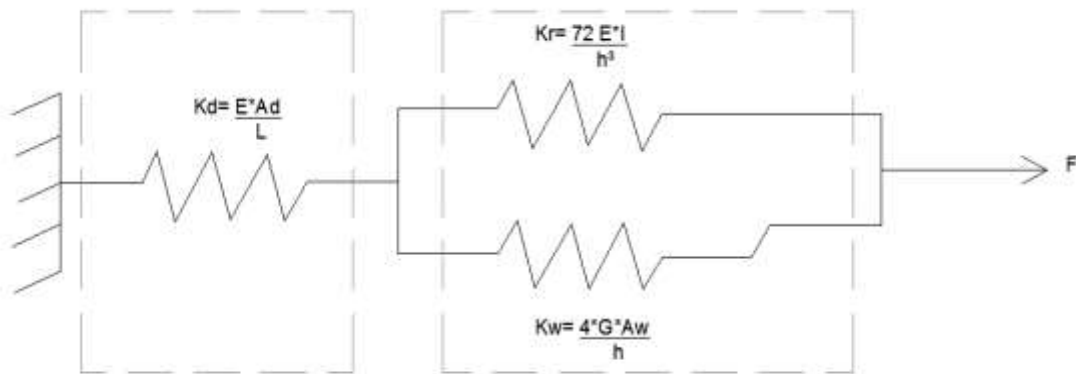


Figura 33. Modelo de rigideces de elemento diagonal disipador.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

Los disipadores **SLB** cuando se colocan sobre diagonales de acero, la rigidez axial k_d es:

$$k_d = EA_d L_d \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

A_d : Área de sección transversal del perfil diagonal

L_d : Longitud del diagonal.

Sea k_{dis} : rigidez del aislador, que puede ser igual a k_{dis1} o k_{dis2} , considerando el nivel de desplazamiento, o se puede considerar k_{ef} si decidimos trabajar con la rigidez secante.

Como se observa en la figura 34 se puede ver cómo trabaja una diagonal con su disipador incorporado. Teniendo en cuenta que lo más importante es la rigidez de la ventana y el marco trabajando en forma paralela y la rigidez del diagonal con la rigidez del disipador trabajen en serie, la cual se tiene:

$$1/k_{eq} = 1/k_d + 1/k_{dis} \dots \dots \dots (12)$$

Siendo:

k_{eq} : la rigidez semejante del conjunto disipador-diagonal.

Ahora bien, se decide trabajar con la rigidez secante, por ese motivo en la figura 35 se presenta las diagonales y el disipador **SLB**, con la rigidez horizontal k_{ef} . Es importante destacar que k_d es una rigidez axial y que k_{ef} es rigidez horizontal, por un lado y por otro que hay dos diagonales. Si se desea encontrar una rigidez equivalente del conjunto: diagonal-disipador, se debe dividir la rigidez k_{ef} para 2 para que cada diagonal comparta la mitad de la rigidez efectiva, cómo se presenta en la figura 35.

Para encontrar la rigidez equivalente, se debe encontrar la rigidez k_{ef} en la misma dirección de la diagonal, para ello se tiene:

$$1/k_{eq} = 1/k_d + 2 \cos^2 \theta k_{ef}$$

Siendo:

θ : el ángulo que forma la diagonal con el eje plano (horizontal).

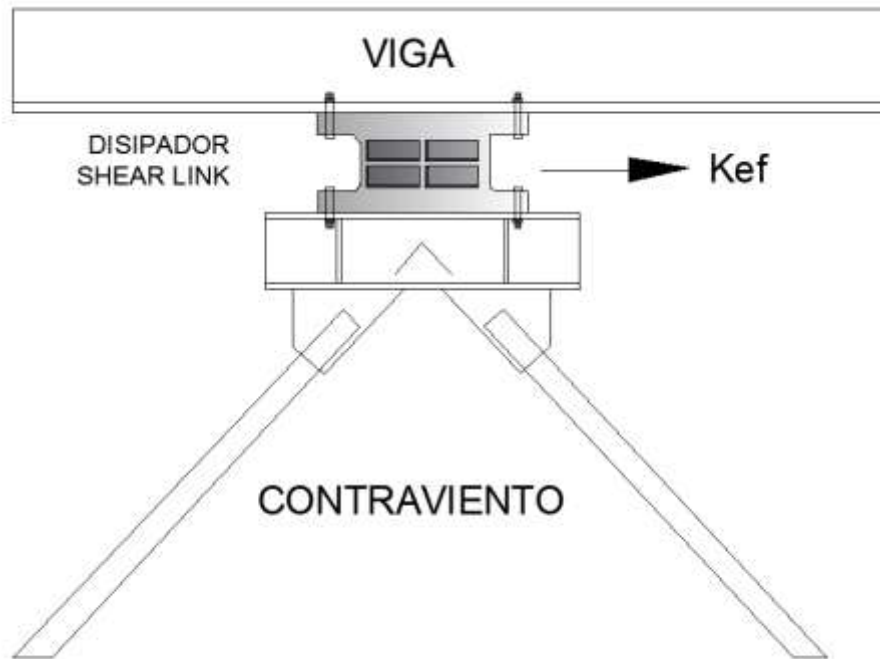


Figura 34. Diagonales de acero con disipador SLB que tiene rigidez K_{ef} .

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

Al despejar de la última ecuación k_{eq} , se tiene:

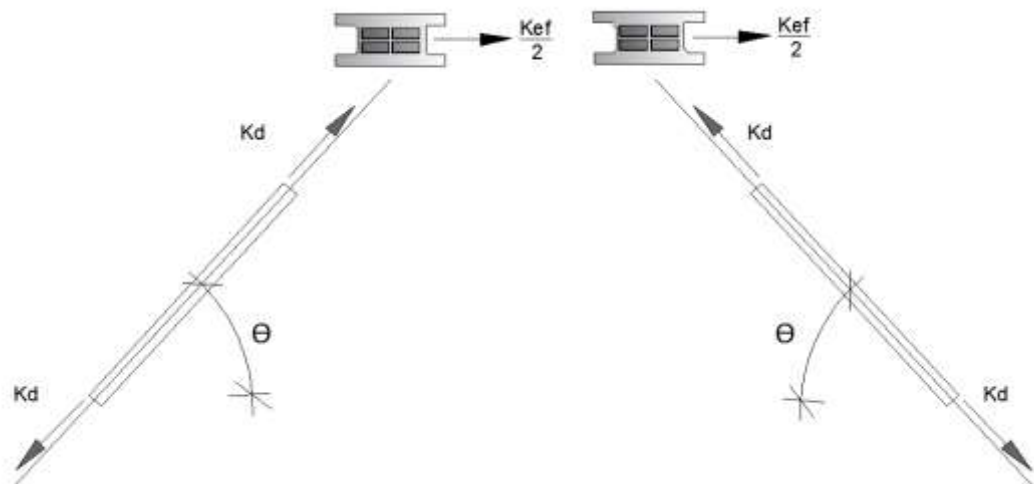


Figura 35. Rigidez axial de diagonal y horizontal de disipador.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

Modelo de Wen Plastic

El modelo de Wen Plastic, referido a la plastificación se fundamenta en el comportamiento histerético que lo propuso Wen en el año (1976) (Ver Figura N° 36). Compuesto por una fuerza restauradora que tiene 2 variables dependientes; la variable z que es adimensional y el desplazamiento en X , como se muestra en la ecuación (10).

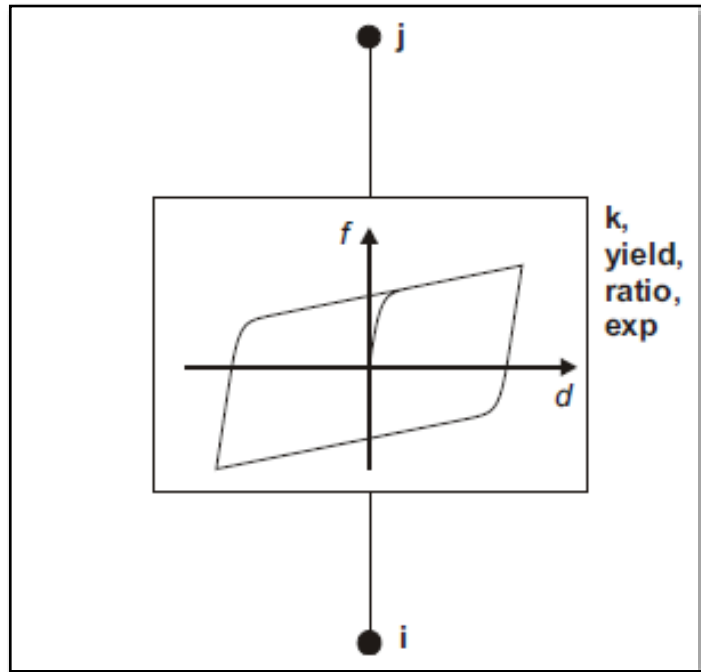


Figura 36. Modelo plástico de Wen.

Fuente: (Computers and Structures, Inc., (CSI), 2017).

La relación del desplazamiento y la fuerza no lineal está dada por:

$$f = \alpha kd + (1 - \alpha) f_y z \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

f: Fuerza no lineal.

d: Desplazamiento.

α : Relación de la rigidez plástica k con la rigidez post-plastificación.

k : Constante elástica.

f_y : Fuerza de plastificación.

z : Variables histeréticos internos.

La constante z posee un rango entre $|z| \leq 1$, con la superficie de plastificación representada por $|z| = 1$. El valor inicial de z tomar un valor de cero y crece según la ecuación diferencial:

$$z = \frac{k}{f_y} \begin{cases} d(1 - |z|^{\text{exp}}) & \text{si } dz > 0 \\ d & \text{en otro caso} \end{cases} \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

k : Constante elástica.

f_y : Fuerza de plastificación.

z : Variable histerética interna.

exp : Exponente igual o mayor a 1.

En el caso específico de los disipadores shear link bozzo, el valor exp igual a 2 es recomendable. (Ver Figura N° 37)

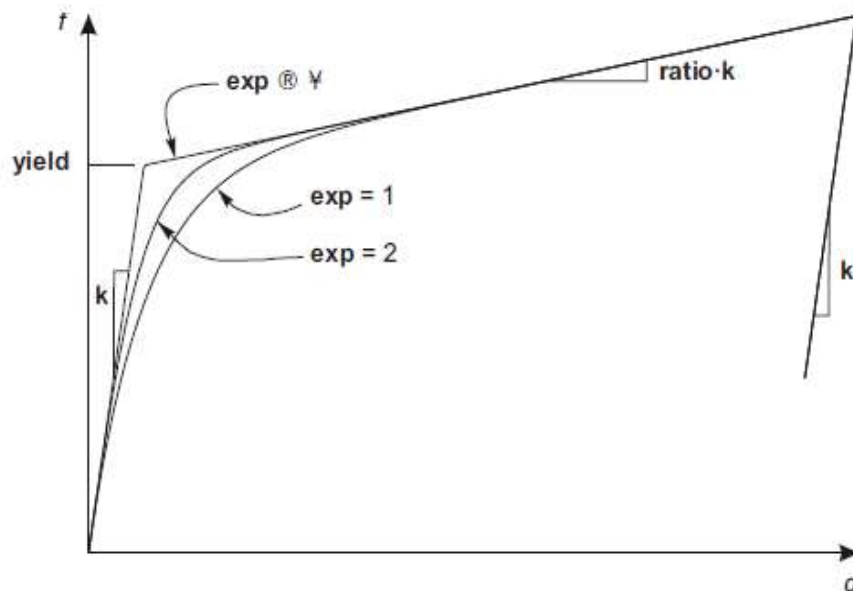


Figura 37. Parámetros exponenciales de las propiedades de Wen

Fuente: (Computers and Structures, Inc., (CSI), 2017).

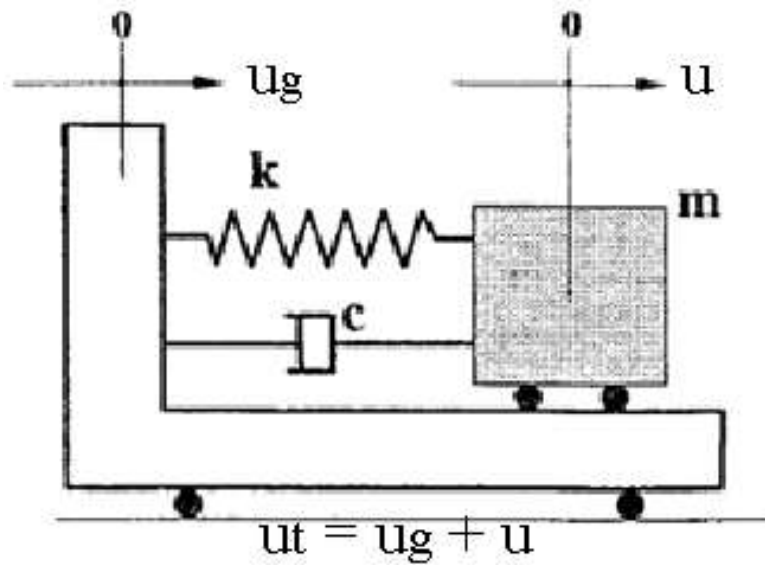


Figura 38. Sistema de un grado de libertad sometido a una excitación.

Fuente: (Garcia Reyes, 1998)

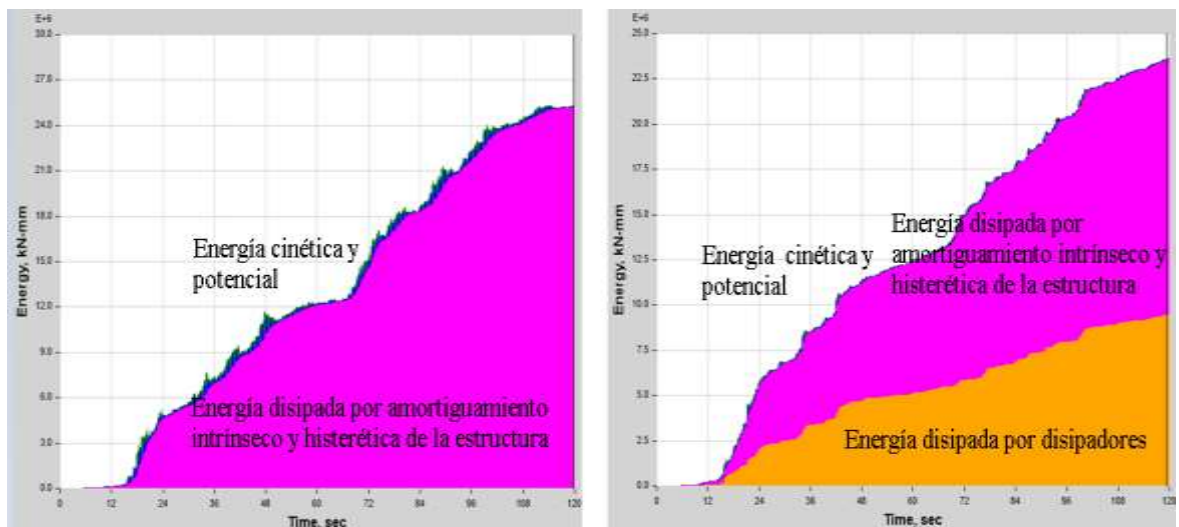


Figura 39. Diagrama de balance energético sin y con disipadores SLB.

Fuente: (Computers and Structures, Inc., (CSI), 2017).

Modelamiento de dispositivos SLB en ETABS

Aunque el comportamiento cíclico de un dispositivo SLB es en general complejo, en la práctica es posible modelar su comportamiento hasta cierto rango como se observa en la Figura 40.

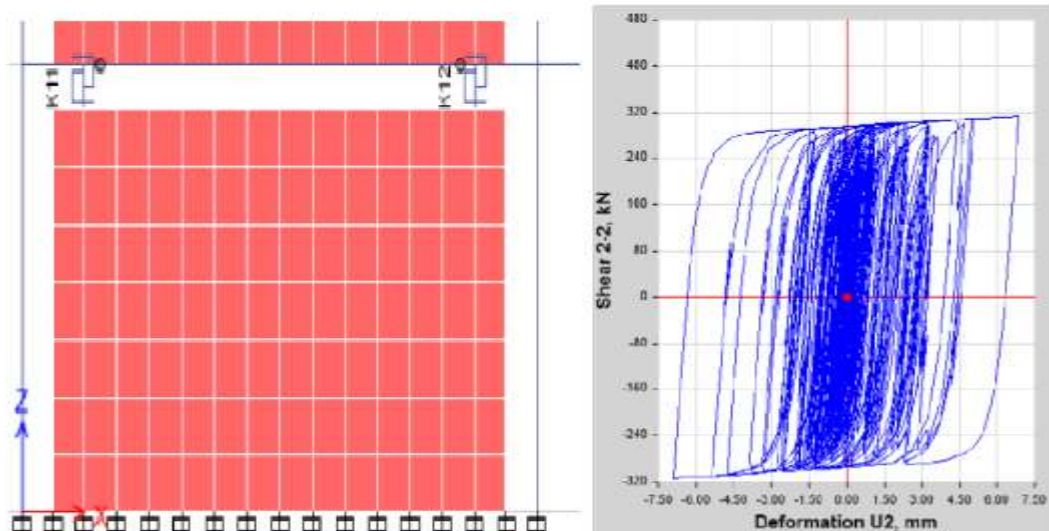


Figura 40. Comportamiento cíclico de disipadores SLB en ETABS.

Fuente: (Gaxiola, Bozzo, & Gonzales, 2016).

Como se puede observar de la figura mencionada, el software de análisis no lineal ETABS es capaz de representar adecuadamente el comportamiento cíclico del disipador SLB. Esto es posible mediante el uso de los elementos Link y gracias a modelos constitutivos como los de Wen (Gaxiola, Bozzo, & Gonzales, 2016)

En este punto resulta interesante comentar las características más importantes del comportamiento cíclico del disipador de energía. Como se puede observar del grafico anterior, el disipador exhibe un comportamiento lineal hasta alcanzar el esfuerzo de fluencia, a partir de este punto existe una perdida notable de la rigidez, hasta alcanzar el punto de máxima demanda de desplazamiento de ese ciclo. Además, como se puede observar, la rigidez de descarga tiene esencialmente la misma pendiente que la etapa inicial, lo que es una característica típica del acero.

Tipos de análisis

Con la finalidad de poder evaluar la respuesta sísmica de una edificación con dispositivos SLB, será necesario efectuar un análisis tiempo historia no lineal, es decir, un análisis paso a paso en el tiempo, que además sea capaz

de considerar el comportamiento no lineal de los disipadores SLB. El software ETABS, nos permite el análisis tiempo historia de estructuras con elementos de plasticidad concentrada, como es el caso de los disipadores SLB, permitiéndonos encontrar soluciones numéricas de manera rápida.

Ubicación de los dispositivos SLB

La ubicación de los dispositivos dentro de una edificación es un asunto muy importante, ya que, dependiendo su posición relativa dentro de la estructura, su efectividad será mayor o menor. De hecho, de acuerdo con una serie de investigaciones previas, se ha observado que las mejores posiciones para los dispositivos SLB son como parte de un sistema arriostrado tipo chevron, como parte de un sistema de diagonales o formando un acople entre muros de concreto y el sistema resistente a cargas de gravedad, como se puede observar en la Figura 41.

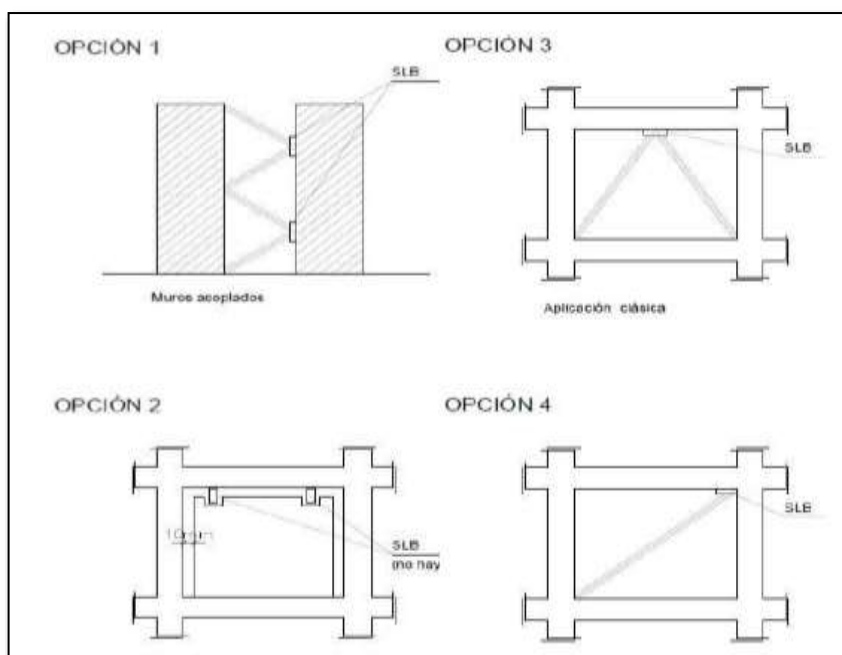


Figura 41. Posibles lugares de colocación de los dispositivos SLB.

Fuente: (Bozzo & Gaxiola, 2015).

Existen una gran cantidad de configuraciones para poder colocar los dispositivos de disipación de energía Shear Link Bozzo, no todas estas son útiles, las configuraciones estructurales son distintos en diferentes formas la cual se puede adecuar de la mejor manera realizando cálculos y de manera

iterativa llegar a escoger de la mejor forma las opciones como se puede observar en la figura 41.

Ensayos experimentales de los SLB

Los dispositivos de energía Shear Link Bozzo ha sido evaluado en varios laboratorios como: El laboratorio de LNEC de Portugal, instituto Sperimentale Modelli e Strutture (ISMES) de Italia y en la PUCP, entre otros; teniendo como resultados muy favorables. Los ensayos del laboratorio demuestran los dispositivos SLB no son necesarios cambiarlos después de un terremoto severo, solo se necesita inspección visual simple.



Figura 42. Ensayos de los dispositivos SLB, curva histeretica.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.



Pórtico ensayado en la UNAM para estudio de conexiones

Figura 43. Ensayos de los dispositivos SLB en la UNAM.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

Aplicaciones de los disipadores SLB

Casino Mubarak en Lima: La 1ra edificación con disipadores SLB en el Perú corresponde al año 2004 el casino Mubarak.

Torre Paradox en Mexico: Se construyó una edificación de 62 niveles con disipadores SLB teniendo una geometría extrema la cual hasta la actualidad ocurrieron sismos y la torre paradox tuvo un comportamiento óptimo.



Figura 44. Torre paradox en México con disipadores SLB.

Fuente: (Aguilar, Bozzo, Coyago, & Andino, 2016)

Reforzamiento estructural con SLB

Hotel Ceibo Dorado – Equipo técnico de Postensa (2016)

Bozzo L. (2017), afirma que:

“Acontecido el sismo en la costa ecuatoriana en el año 2016 bastantes edificaciones quedaron dañadas como se observa en la figura 44, el equipo técnico de Postensa, realizo reforzamiento estructural con los disipadores shear link bozzo sobre diagonales tipo chevron en el hotel ceibo dorado afectado por el sismo, de tal forma de dotar a la estructura mayor ductilidad y resistencia que era imprescindible.” (p. 55)



Figura 45. Edificio Ceibo Dorado (Hotel)

Fuente: (Bozzo L., 2017)



Figura 46. Refuerzo con SLB Edificio Ceibo Dorado (Hotel).

Fuente: (Bozzo L., 2017)

Bozzo L. (2017), resultados conseguidos en el hotel ceibo dorado “Se presentan gráficos en la figura 47 y la figura 48 donde se pueden observar que con el usos de disipadores SLB se mejoran las distorsiones de entrepiso en las dos direcciones de análisis X e Y cumpliendo la norma ecuatoriana” (p. 64).

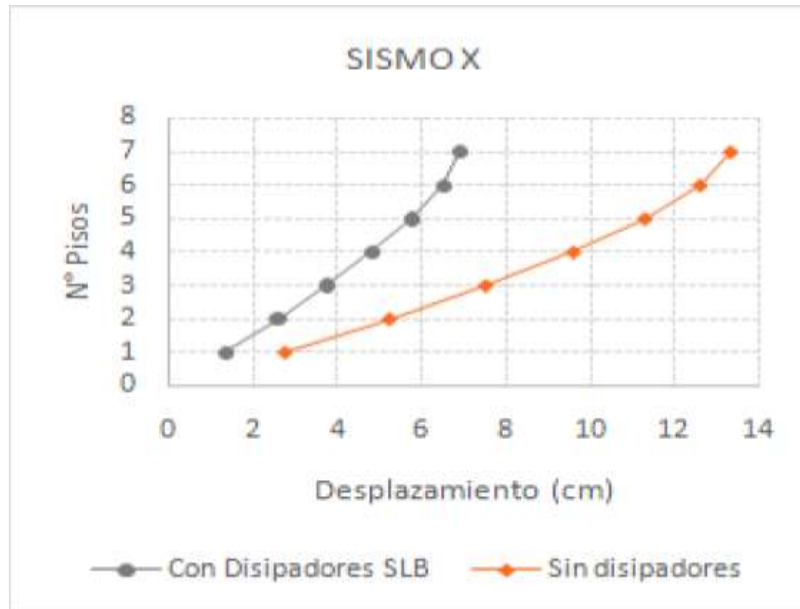


Figura 47. Refuerzo con SLB sismo X-X Edificio Ceibo Dorado (Hotel).

Fuente: (Bozzo L., 2017)

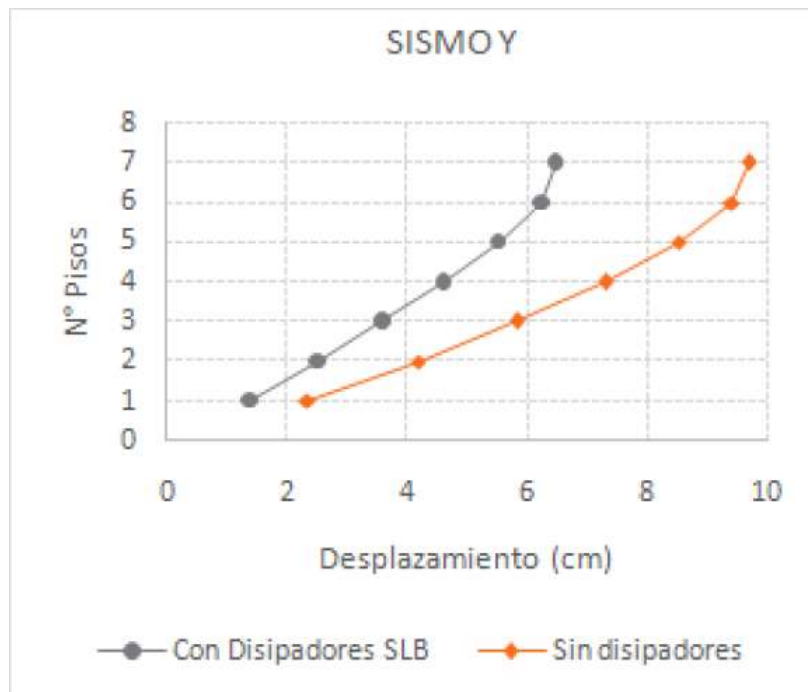


Figura 48. Refuerzo con SLB sismo Y-Y Edificio Ceibo Dorado (Hotel).

Fuente: (Bozzo L., 2017)

Disipadores dependientes de velocidad

Dispositivos de Fluido Viscoso: “Los dispositivos de disipación como los de fluido viscoso disipan energía mediante el paso de un fluido que es altamente viscoso por medio de orificios, inclinación y longitudes principalmente definitivos para controlar el paso del fluido” (López, 2011). “Fundamentalmente, están constituidos de acero inoxidable resistencia alta que tiene un cilindro hueco, que llevan un fluido, a medida que el pistón avanza, el líquido es obligado a pasar a través de la cabeza del pistón, la diferencia de presiones a lo largo del pistón provoca significativas fuerzas que se oponen al movimiento” (Chacon Alvarez & Ramirez Caparo, 2014)

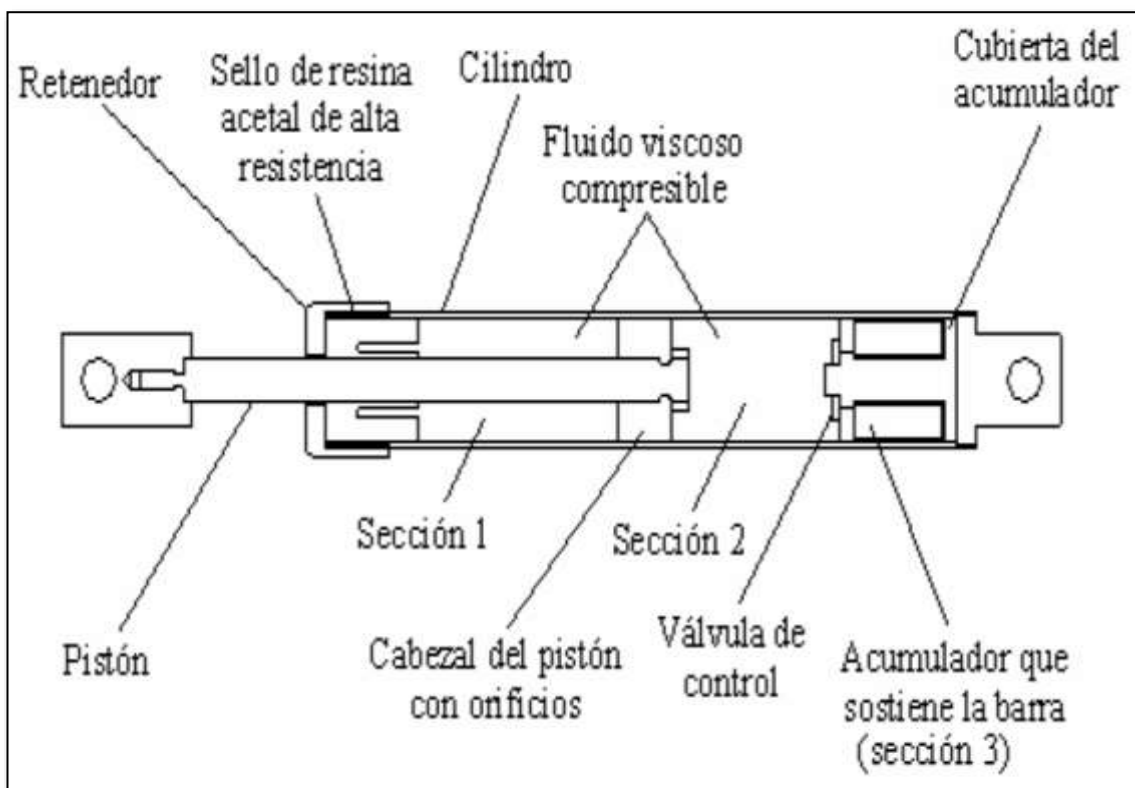


Figura 49. Componentes del disipador tipo amortiguador de fluido viscoso.

Fuente: (Oviedo Sarmiento, 2009)

Disipadores dependientes de velocidad y desplazamiento.

Disipadores Viscoelásticos: Consisten básicamente en una almohadilla sólida elastómera unida con placas de acero. Mientras que en el lado extremo del disipador se mueve en relación al otro, el material visco elástico

se cizalla, lo que resulta en el aumento de temperatura y disipación de energía hacia el medio ambiente (Chacon Alvarez & Ramirez Caparo, 2014).

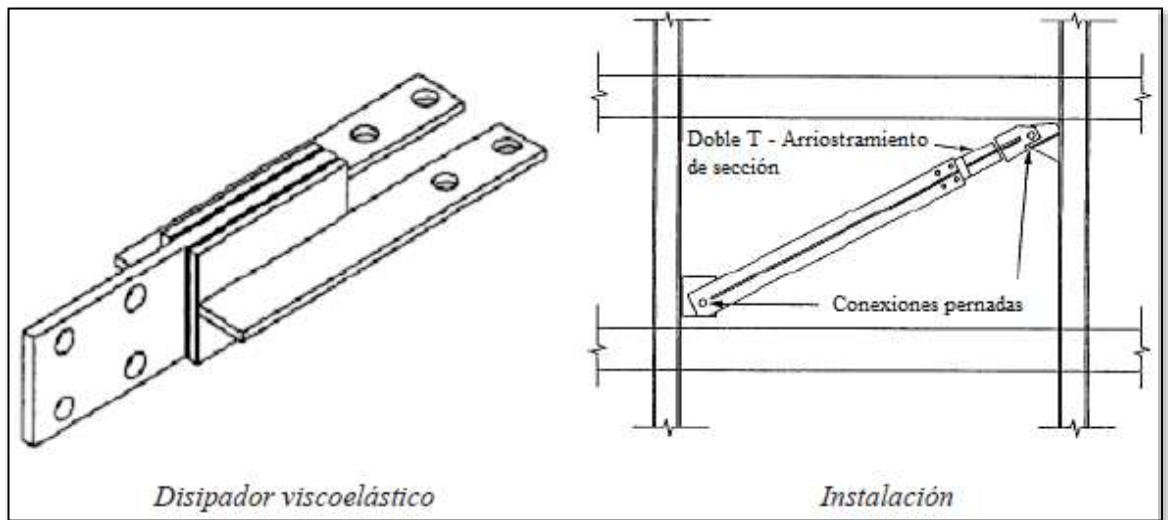


Figura 50. Disipador viscoelástico.

Fuente: (López, 2011)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según Carrasco Diaz, (2006) “la investigación del tipo aplicada se diferencia por tener propósitos prácticos bien precisos, es decir, se realiza la investigación para transformar, actuar, producir o modificar cambios en un sector determinado de la realidad”.

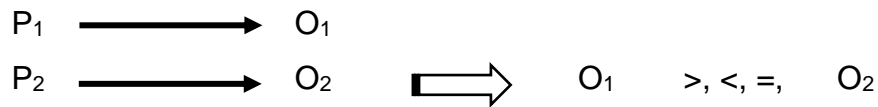
“La investigación aplicada, tiene un estudio de aplicación inmediato en la solución de problemas prácticos” (Arias, 2012).

En base a lo afirmado, la investigación será de carácter aplicada, ya que se busca la utilización de los estudios y conocimientos que se tienen para base del proyecto en estudio, con la cual se modificara y mejorara el comportamiento de la estructura.

Diseño de investigación

Hernández, Fernández, y Baptista (2014), define: “El diseño no experimental como el estudio de investigación realizada sin la manipulación de las variables en estudio. Teniendo en cuenta que en una investigación no experimental solo se observa fenómenos tal cual se dan en su contexto natural, para evaluarlos” (p.152).

De acuerdo a la afirmación, el estudio es no experimental teniendo en cuenta que no se manipulara las variables, transversal descriptivo comparativo, puesto que se detalla en exponer el comportamiento sísmico de la estructura, cuando es sometido a acciones sísmicas y se centra en la comparación de los parámetros de respuestas de la estructura que son sometidas a las acciones sísmicas en los diferentes modelos matemáticos, en un mismo intervalo de tiempo y no se vera la evolución de los resultados a través del tiempo, siendo el esquema de la siguiente manera:



Donde:

P_1 : Muros de corte.

O_1 : Comportamiento Sísmico

P_2 : Disipador Shear Link Bozzo.

O_2 : Comportamiento Sísmico

Teniendo en cuenta en la parte derecha del esquema se puede observar la comparación la cual puede ser mayor, menor o igual en relación de los modelos propuestos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Muros de corte

- **Definición conceptual**

La normativa E.060, (2009) define a los muros de corte como: “elementos estructurales diseñados para resistir la combinación de fuerzas máximas como son los momentos, fuerzas axiales, y fuerzas cortantes, producidos por fuerzas horizontales” (p.16).

Los muros de corte son elementos estructurales son los que absorbe gran cantidad de fuerza cortante proveniente de un sismo ya que poseen una alta rigidez y poseen la capacidad de deformaciones que les admite resistir sismos.

- **Definición operacional**

Para evaluar las dimensiones en cuanto al espesor se aplicará en cumplimiento a la normativa E.030 y la resistencia a la compresión en cumplimiento a la normativa E.060 concreto armado del reglamento nacional de edificaciones.

- **Indicadores**
Dimensiones en (cm), Resistencia a la compresión (kg/cm²).
- **Escala de medición**
Cuantitativo de razón.

Disipadores Shear Link Bozzo

- **Definición conceptual**
“El disipador SLB fabricado de acero, teniendo la forma de un perfil metálico vertical con rigidizadores horizontales” (Aguilar, Bozzo, Coyago, & Andino, 2016)

Considerando que los SLB son un tipo de disipador metálico basado en la fluencia de estos, el principio de disipación energía está basada en la plasticidad del material que la compone.

- **Definición operacional**
Las características de los disipadores Shear Link Bozzo se identificará en términos de la respuesta sísmicas de la estructura como son las dimensiones del disipador, el espesor, serán evaluadas según el porcentaje de corte que tome cada uno de ellos en las cuales se considerara la rigidez inicial, la rigidez Post fluencia.
- **Indicadores**
Dimensiones del disipador slb (cm), espesor del fresado en (mm), rigidez inicial y post fluencia (KN/cm).
- **Escala de medición**
Cuantitativo de razón.

Variable dependiente

Comportamiento sísmico

- **Definición conceptual**

“En los últimos periodos de tiempo en la mayoría de estudios de investigación que se han realizado en relación al comportamiento estructural de estructuras en zonas de alta sismicidad. Como posibles soluciones a las expectativas sismorresistente basado en los criterios de redundancia estructural y ductilidad, pudiendo minimizar de manera significativa todas las fuerzas producidas por un terremoto severo” Bozzo y Barbat (1999).

El comportamiento sísmico siendo así una característica importante de la estructura, los movimientos horizontales son los que más causan daño en un terremoto, las edificaciones en la parte estructural deben ser diseñados para soportar la máxima aceleración horizontal y mejorar las respuestas sísmicas de la estructura.

- **Definición operacional**

Para evaluar el comportamiento estructural de una estructura va a depender de varios factores de la estructura, como son las respuestas sísmicas que se obtendrán cuando se evalúen con los diferentes sismos que se utilizarán, mejorando a la estructura en cuanto a resistencia, rigidez y ductilidad.

- **Indicadores**

Derivas (cm/cm), desplazamientos (cm), aceleración en el centro de masa (m/s^2), energía disipada (ton/m), cortante basal (ton), periodos de vibración (seg.).

- **Escala de medición**

Cuantitativo de razón.

3.3. Población, muestra, muestreo

Población

Según (Borja, 2012) la población “(...) se define universo o población al conjunto de elementos que serán motivo de un estudio” (p. 30).

El crecimiento en la población, nos ha llevado a que nuestras edificaciones tengan nuevos retos y cada vez se desarrollen de manera vertical, hoy por hoy surge la necesidad de construir edificaciones adecuadas utilizando criterios sismorresistentes.

La población de estudio en la investigación está constituida por edificaciones de concreto armado que tengan la concepción estructural de un sistema de PORTICOS mayor a 5 niveles en la ciudad de Juliaca.

Muestra

La muestra es, en particular, de la población un subgrupo “Expresemos que es un subgrupo de elementos que corresponden a ese conjunto al que definimos como población” (Hernández, et al. 2014, p.175).

“Las muestras no probabilísticas, suponen un procedimiento orientado a la selección de las características en estudio, más que por un criterio estadístico de generalización” (Hernández, et al. 2014, p.189).

La muestra de estudio es no probabilística, la muestra que se elige es un edificio de 10 niveles (Edificio comercial, hotel), la que está edificada a base de pórticos de concreto armado ubicado en la ciudad de Juliaca, departamento de Puno.

Muestreo

El muestreo será de tipo discrecional, la muestra es elegida a criterio y juicio del investigador. La muestra es elegida debido a que, la información del edificio se me hace más fácil obtenerla, el edificio ya se estudió a nivel del desempeño sísmico, de tal forma considero apropiado para mi estudio de investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Según (Arias, 2012) nos dice que: “se entiende por técnica de investigación, al proceso o forma particular de obtener información o datos” (p.67).

La técnica de recolección de datos a utilizar es la recolección y análisis documental, siendo muy importante de la cual obtendremos información como son los parámetros estructurales según la normativa E.030, configuración, medidas datos importantes que se encuentran en los planos de la edificación, así como información relevante en cuanto a disipadores como son las tablas de diseño para conocer las propiedades lineales y no lineales de los disipadores shear link bozzo.

Instrumentos de recolección de datos

“la ficha de observación es una herramienta que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables en estudio” (Hernández Sampieri, et al. 2014).

Los instrumentos que se emplearan para la recolección de datos de la edificación será la ficha técnica de observación, y para la recolección de datos de sistemas de disipación Shear Link Bozzo, se obtendrán de libros, tesis, artículos científicos, manual del Dr. Luis Bozzo entre otros en base a fuentes confiables como Google académico, Alicia concytec, Scielo, Redalyc. De tal forma de determinar un buen desarrollo para la aplicación de los modelos matemáticos, utilizando softwares como ETABS v.18, AutoCAD 2020, Microsoft Excel, Seismosignal, Seismomatch, entre otros. MODELO DE FICHA DE OBSERVACION MIRANDA.

3.5. Procedimientos

El procesamiento y análisis de los datos comienza con la obtención de la información recabada, mediante el cual ha sido procesado y verificado, se utilizara el programa de AutoCAD para la fácil manipulación de los planos de edificio para los modelos estructurales; así mismo de utiliza el programa de

Seismosignal para la corrección de línea base por las interferencias de los vehículos, ruido, entre otros; para ajustar las señales sísmicas en sus coordenadas norte-sur y este-oeste al espectro objetivo se utilizara el programa de SeismoMatch; en cuanto a la obtención de respuestas sísmicas se analizara a la estructura como está concebida, con reforzamiento con muros de corte, con reforzamiento Shear Link Bozzo en el cual se utilizara el programa ETABS V.18 realizando análisis dinámico espectral, análisis dinámico tiempo-historia, y finalmente se utilizara el programa Microsoft Excel, la cual nos ayudara para crear hojas de cálculo donde se podrá observar los resultados, comparaciones en cuadros y gráficos, las cuales serán interpretados y detalladamente sustentados en el presente proyecto.

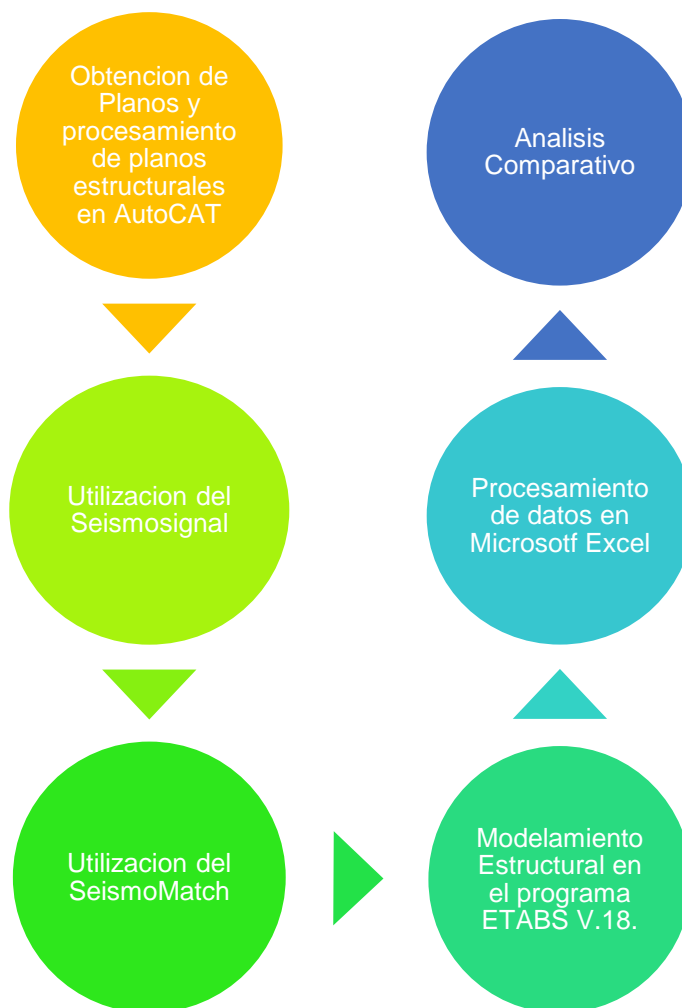


Figura 51. Procedimiento de información en la investigación.

Fuente: Propio

3.6. Método de análisis de datos

“El enfoque cuantitativo, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, et al. 2014).

En el presente proyecto de investigación que se realizará, es de un enfoque cuantitativo, puesto que se fundamenta en un estudio y análisis de varios modelos matemáticos de medición. Asimismo, se realizará distintos modelos y se buscará lograr explicaciones contrastadas a partir de la hipótesis. Las respuestas de la investigación se fundamentan en la estadística descriptiva que incluye la presentación, organización, descripción, comparación y obtención de información numérica.

3.7. Aspectos éticos

La presente tesis se elaboró con responsabilidad, transparencia y honestidad basada en normas técnicas peruanas, así como también las normas norteamericanas la cual garantiza la autenticidad en los resultados que se obtendrán en la etapa de procesamiento y desarrollo de la información, de tal manera que contribuyan a prácticas nuevas que generen mayor conocimiento.

A su vez la tesis presenta autenticidad comprometiéndome y sometiéndome a cualquier sistema anti plagio como TURNITIN para comprobar que las afirmaciones que digo son ciertas. Y en cumplimiento cabal del código de ética de investigación de la UCV Universidad Cesar Vallejo aprobado mediante resolución 262-2020-UCV.

IV. RESULTADOS

Descripción de la Estructura

La edificación Edificio comercial-hotel donde se tomó como muestra para el desarrollo de la presente investigación, un proyecto realizado en el año 2014.



Figura 52. Edificio comercial-hotel en construcción.

Fuente: Propio

Nota: La edificación comercial – hotel construido en el año 2014 utilizando normas sismicas del 2006 en la figura 52 se observa el proceso constructivo de la parte estructural que lo componen los elementos como son las columnas vigas losas del edificio.



Figura 53. Edificio comercial-hotel actual.

Fuente: Propio

Nota: La edificación comercial – hotel en la actualidad como se observa en la figura 53 terminado tanto estructural como arquitectónico.

..

Ubicación Geográfica

El estudio del edificio comercial-hotel tiene la siguiente ubicación política (ver Tabla 14).

Tabla 14. Ubicación política del estudio de investigación

País:	Perú
Departamento:	Puno
Provincia:	San Roman
Distrito:	Juliaca
Av. ó Jr.:	Jr. Mariano Nuñez con el Jr. Bolívar N° 101.

Fuente: Propio



Figura 54. Mapa del Perú

Fuente: Propio

Nota: La edificación comercial – hotel vista desde la figura 54 dentro del departamento de Puno.

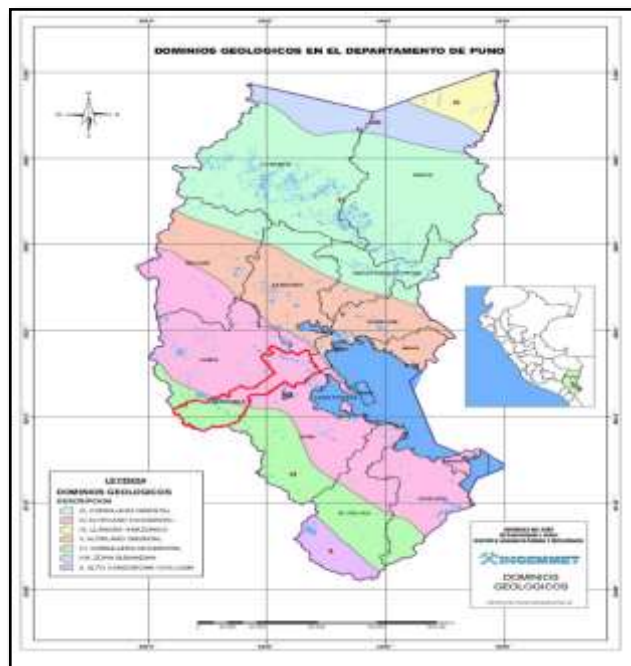


Figura 55. Mapa del Departamento de Puno

Fuente: Propio

Nota: La edificación comercial – hotel vista desde la figura 55 situado en la ciudad de Juliaca.



Figura 56. Lugar de estudio del edificio comercial-hotel

Fuente: Propio

Nota: La edificación comercial – hotel vista desde la figura 56 situado en la ciudad de Juliaca en la parte centrica en el jr. Bolivar con el Jr. Mariano Nuñez a media cuadra de plaza vea juliaca.

Distribución por nivel

La distribución del edificio comercial-hotel en la parte de arquitectura se describe de la siguiente forma:

Tabla 15. Distribución por nivel del edificio comercial-hotel.

Edificio Comercial – Hotel – ARQUITECTURA	
Sótano	Cinco (05) ambientes de tiendas comerciales y un (01) SS.HH.
Primer Nivel	Cinco (05) tiendas comerciales con SS.HH. c/u.
Segundo Nivel	Oficina con SS.HH. y cinco (05) stand con un (01) SS.HH.
Tercer Nivel	Seis (06) stand con un (01) baño.

Cuarto Nivel	(01) Snack bar, (01) Cocina, (01) SSHH.
Quinto Nivel	Recepción de los hospedados, Cuatro (04) Dormitorios con SS.HH. c/u y piso de oficio.
Sexto al Noveno Nivel	Cinco (05) Dormitorios con SS.HH. c/u y piso de oficio.
Azotea	Cuarto de servicio, lavandería, habitación de planchado, tanque elevado 2500 litros.

Fuente: Propio

Tabla 16. Cuadro de áreas edificio comercial-hotel

Edificio Comercial – Hotel – AREAS	
Área del terreno	: 12.60 m X10.95 m = 138 M2
Área techada del 1er nivel	: 138 M2
Área techada del 2do - 9no nivel	: 1248 M2
Área techada de azotea	: 60 M2
Área construida total	: 1584 M2

Fuente: Propio

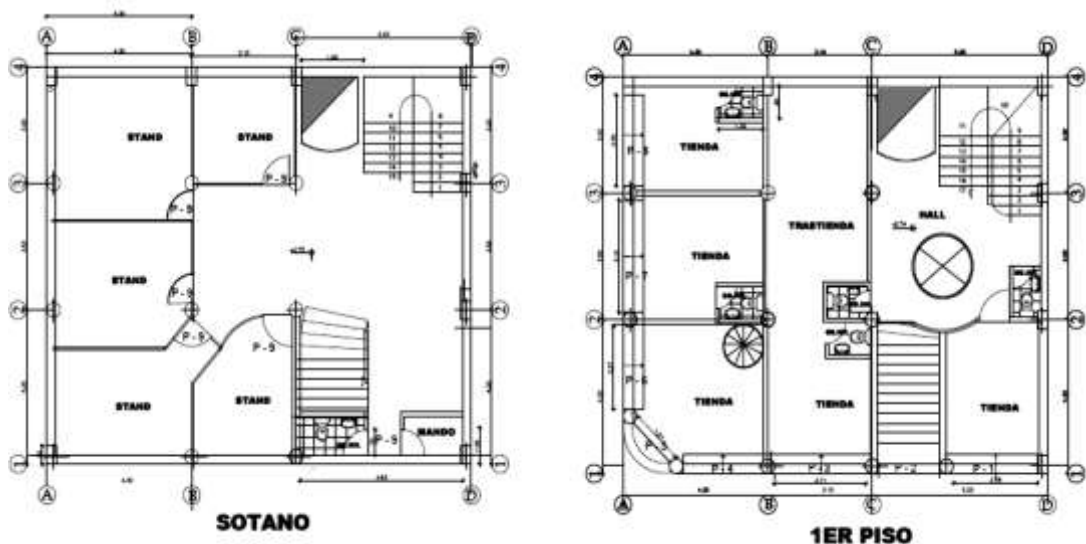


Figura 57. Plano en planta sótano, 1er nivel del edificio comercial-hotel.

Fuente: Propio

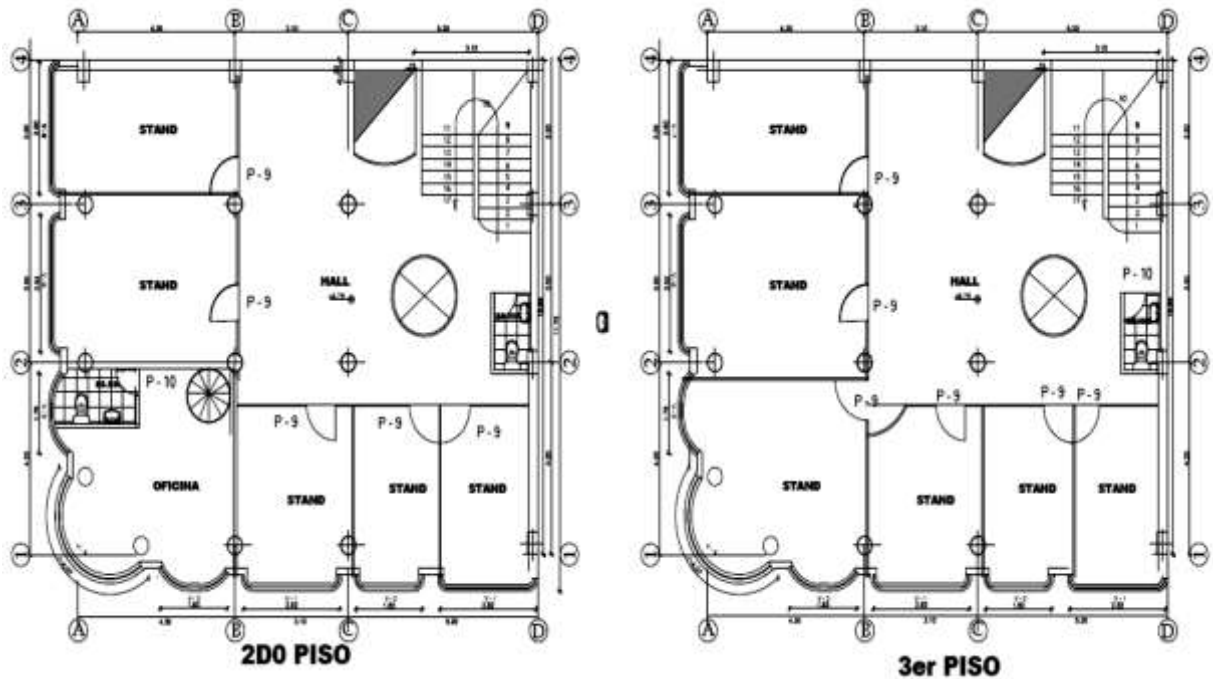


Figura 58. Plano en planta 2do y 3er nivel del edificio comercial-hotel.

Fuente: Propio

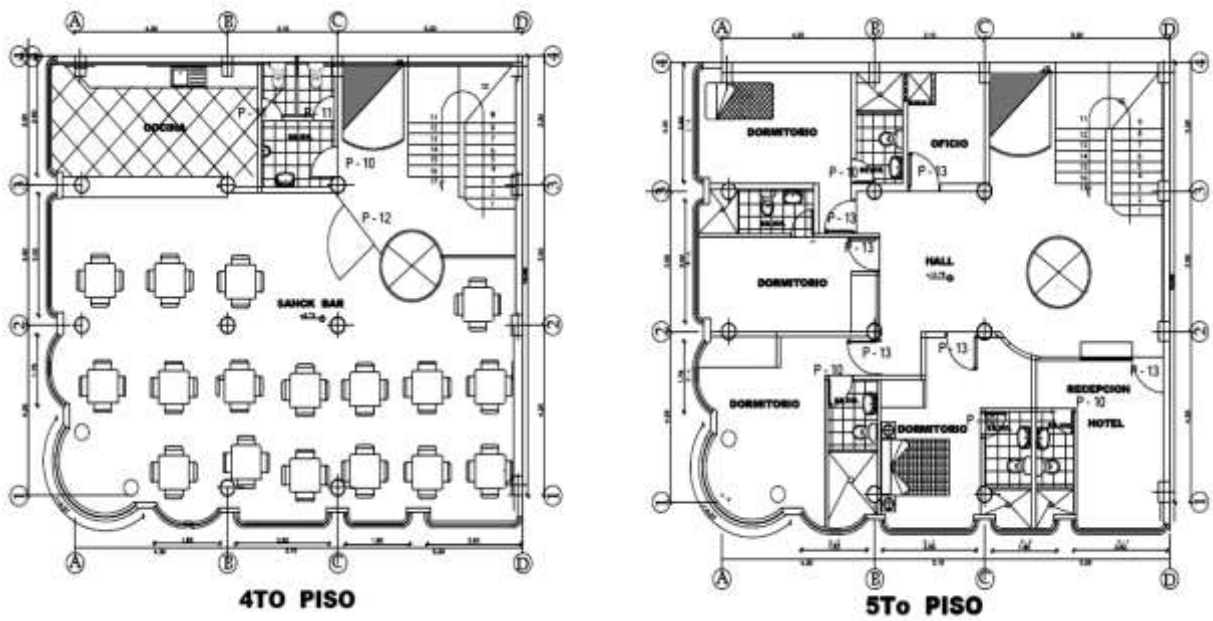


Figura 59. Plano en planta 2do y 3er nivel del edificio comercial-hotel.

Fuente: Propio

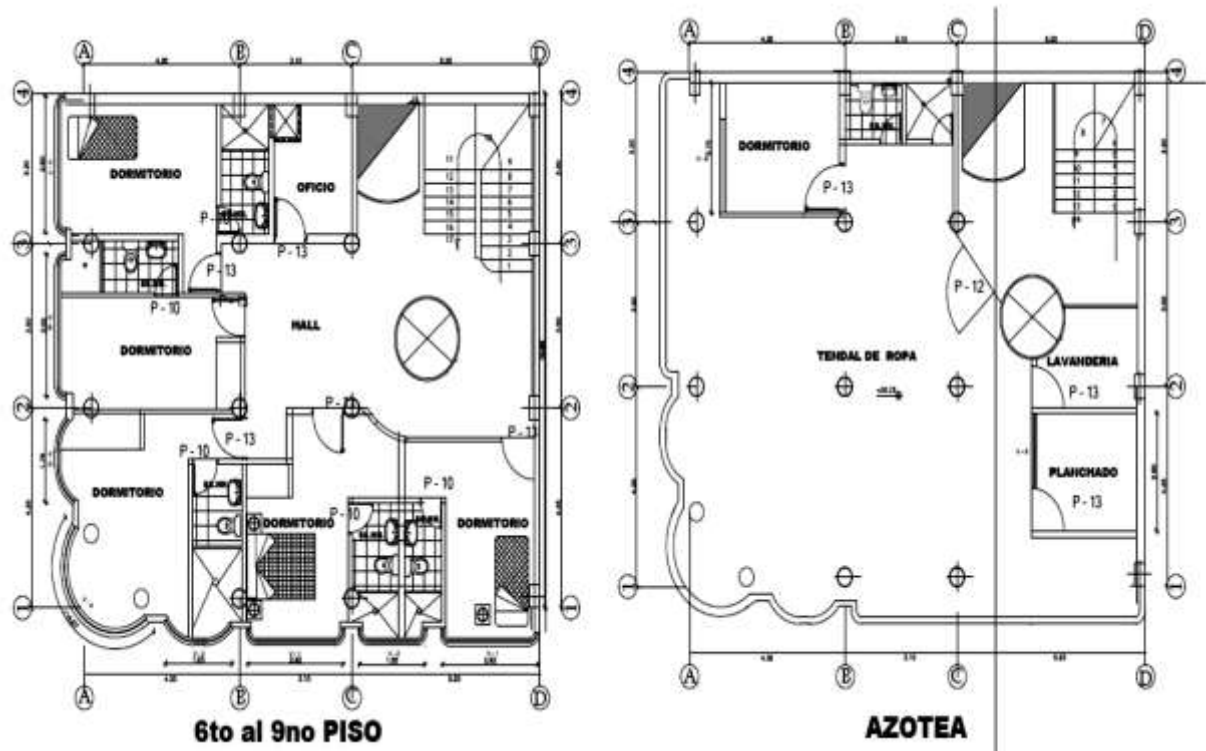


Figura 60. Plano en planta 6to al 9no nivel y azotea del edificio.

Fuente: Propio

Descripción estructural del edificio.

La edificación de 10 niveles que se está estudiando en la presente investigación, construido en el 2014, según los planos la estructura está concebida como un sistema estructural aporticado de concreto armado en las dos direcciones de análisis tanto en el eje X como en eje Y. Teniendo en cuenta que en la actualidad el edificio tiene elementos de cerramiento como la tabiquería de albañilería, que no forman parte de la estructura la cual en la presente investigación no serán considerados en el análisis ni modelamiento solo se tomara como cargas muertas contribuyendo a la masa del sistema estructural.

Propiedades y especificaciones de los materiales

Con fines académicos se toman las características del concreto y el acero que se detalla en las especificaciones de los planos, puesto que se pretende evaluar el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento de muros de corte y con reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo tal como fue concebida en el diseño.

Tabla 17. Especificaciones del concreto

Descripción	Valor	Unidad
Resistencia a la compresión "f'c"	210	Kgf/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto "f'c"	217370.65	Kgf/cm ²
Módulo de Poisson	0.20	
Peso unitario del concreto armado	2400	Kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	0.0000099	1/C
Módulo de corte	90571.10	Kgf/cm ²

Nota: Especificaciones del concreto de la edificación utilizado para el modelamiento estructural.

Fuente: Propio

Tabla 18. Especificaciones del acero

Descripción	Valor	Unidad
Esfuerzo fluencia "f'y"	210	Kgf/cm ²
Peso unitario del acero	7850	Kgf/m ³
Módulo de Elasticidad del acero "Es"	2'000,000	Kg/cm ²

Nota: Especificaciones del acero de la edificación utilizado para el modelamiento estructural.

Fuente: Propio

Normas para el modelamiento estructural del edificio

Las normas empleadas para el modelamiento y desarrollo de la estructura en estudio en el programa ETABS v18 se utilizaron los siguientes códigos y normas:

Tabla 19. Normatividad peruana-norteamericana

Normativa	Estipulado en:
Norma cargas E.020 RNE	Normatividad Peruana del MVCS.
Norma diseño sismorresistente E.030 RNE	Normatividad Peruana del MVCS.
Norma concreto armado E.060 RNE	Normatividad Peruana del MVCS.
FEMA P-58 Federal emergency management agency	Normatividad Americana de los EE.UU.
ASCE 41-13 American society of civil engineers	Normatividad Americana de los EE.UU.
ASCE 7-10 American society of civil engineers	Normatividad Americana de los EE.UU.
AISC 360-16 American institute of steel construction	Normatividad Americana de los EE.UU.

Nota: Normativas aplicables para el estudio al momento de evaluar y diseñar la edificación a nivel sísmico con y sin disipadores.

Fuente: Propio

Elementos estructurales

Las columnas y vigas obtenidas de los planos del proyecto (ver figura 61, figura 62).

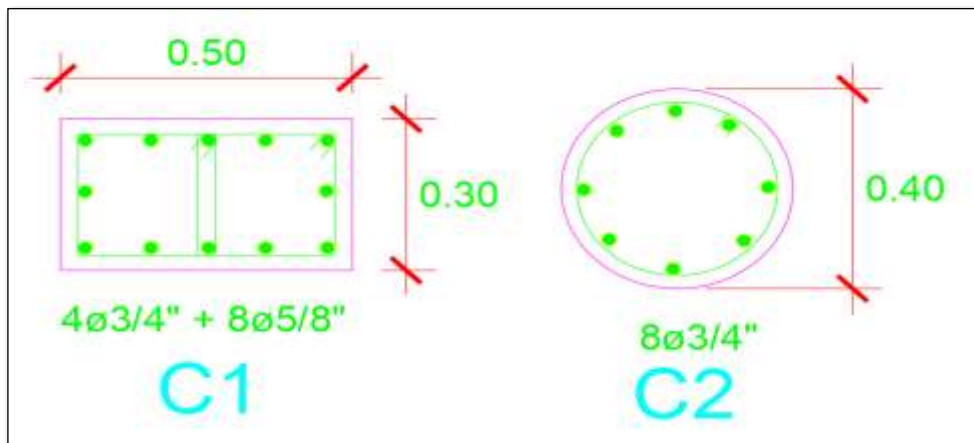


Figura 61. Columnas rectangulares y circulares del edificio comercial-hotel.

Fuente: Propio

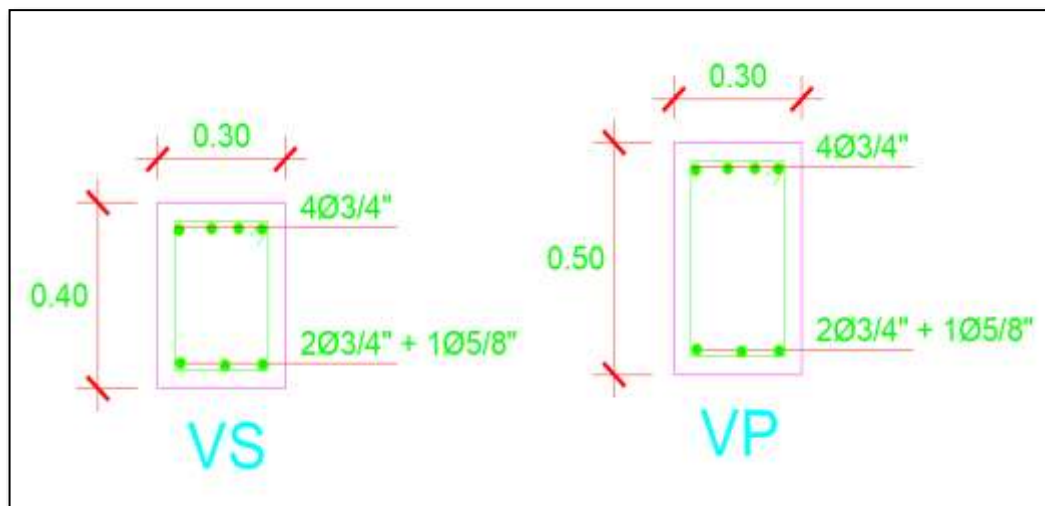


Figura 62. Vigas principales y secundarias del edificio comercial-hotel.

Fuente: Propio

Tipo de suelo

La capacidad portante del terreno donde se realizó la cimentación según el estudio de suelos es de $\sigma_t = 1.25 \text{ kg/cm}^2$, el nivel donde se realizó la cimentación considerando el sótano es de -3.70 m, se realizó con zapatas cuadradas conectadas a través de vigas de cimentación cumpliendo la normativa de suelos y cimentaciones E.050, por lo cual tomando las características del factor del suelo según el proyecto es de perfil tipo S2 suelos intermedios por tanto en relación a la tabla 2 factor de suelo "S" se toma el valor 1.15 en cumplimiento a la normativa técnica peruana E.030.

Aplicación de procedimiento

Con base en la información recopilada del edificio comercial-hotel se procede a realizar la idealización del modelo estructural de la edificación, asistido por computadora en el software ETABS v.18, considerando el análisis dinámico tiempo historia para conocer las respuestas de los dispositivos de disipación SLB mediante el método antes definido FNA, considerando todos los aspectos sismorresistentes de la norma E.030, así como considerando las cargas aplicadas en la edificación como la carga muerta y carga viva.

Las aplicaciones sísmicas a la estructura serán de la siguiente manera:

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

El análisis y modelamiento se realizará en las dos direcciones X e Y sin considerar la bidireccionalidad del sismo al momento del evento, para obtener la distorsión máxima comparado con los resultados de la tabla 11 en las 2 direcciones de análisis aplicando la norma técnica peruana E.030 mediante el software ETABS v18 tomando en cuenta las cargas como se detalla en la tabla 20.

Tabla 20. Carga muerta considerada para edificio comercial-hotel.

Descripción	Peso para el modelamiento estructural	Unidad
Losa aligerada de 20cm de espesor	300	Kg/m ²
Peso de acabados	100	Kg/m ²
Peso de tabiquería	100	Kg/m ²
Peso de muro cortina	200	Kg/m

Nota: Cargas muertas consignadas en la edificación que serán considerados para el modelo estructural en el programa Etabs v.18.

Fuente: Propio

Tabla 21. Carga viva según la norma E.020 para el edificio comercial-hotel.

Ocupación o Uso	Cargas repartidas	Unidad
Tienda	500	Kg/m ²
Salones de baile, restaurantes	400	Kg/m ²
Hoteles		
Cuartos	200	Kg/m ²
Corredores y escaleras	400	Kg/m ²
Azotea	150	Kg/m ²

Nota: Cargas vivas consignadas en la edificación que serán considerados para el modelo estructural en el programa Etabs v.18.

Fuente: Propio

Al realizar el análisis dinámico modal espectral, es importante considerar de manera adecuada los parámetros que intervienen en el modelo con un buen desarrollo, análisis, entre otros factores para obtener resultados confiables.

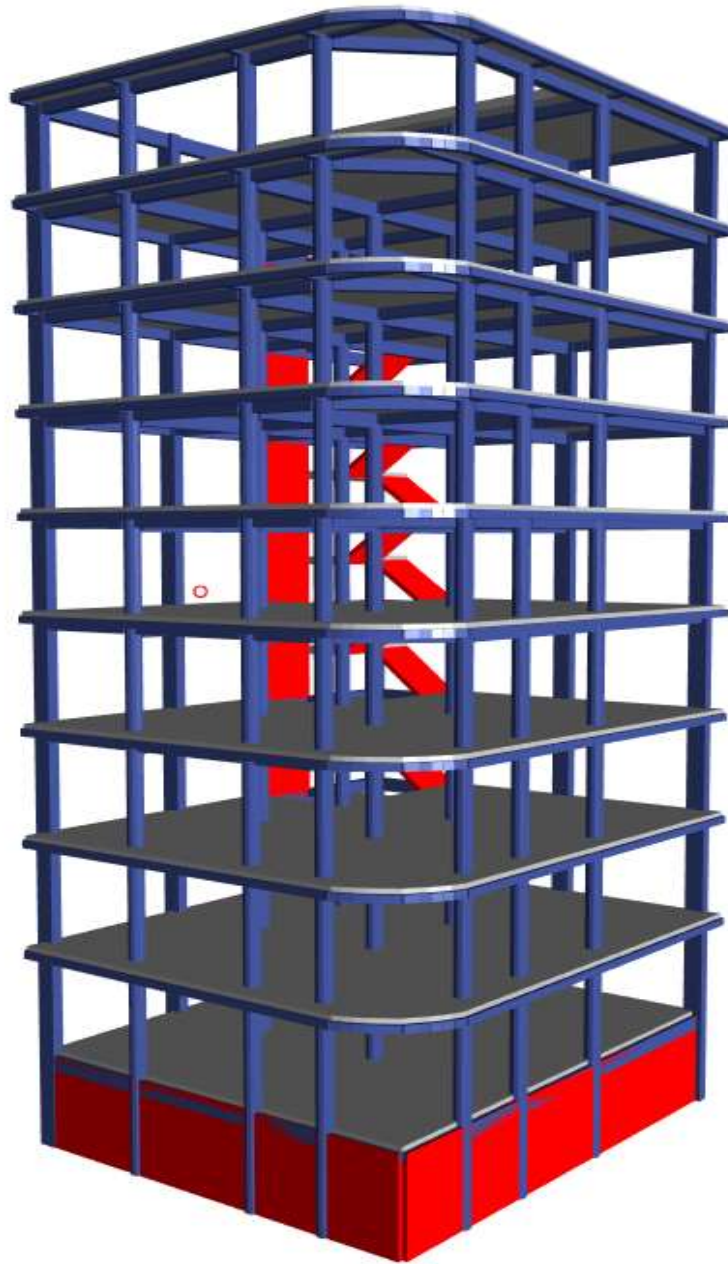


Figura 63. Modelo 3D en ETABS v.18

Fuente: Propio

Nota: Se puede apreciar el modelo matemático con sus elementos estructurales como son vigas, columnas, muros de corte y losas en 3D desarrollado en el programa Etabs v.18.



Figura 64. Modelo en planta ETABS v.18

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 64 podemos apreciar la distribución de elementos estructurales en planta así como las secciones asignadas en cuanto a vigas desarrollado en el programa Etabs v.18.

Parámetros sismorresistentes considerados para el modelamiento según la Norma E.030 2018.

Factor de Zona (Z): La ciudad de Juliaca está considerado según la NTP E.030 con un factor de zona 3 como se indica en el anexo de la NTP E.030 y como se observa en la figura 65.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"			
ZONA		Z	
4		0,45	
3		0,35	
2		0,25	
1		0,10	
SAN ROMÁN	JULIACA	3	TODOS LOS DISTRITOS
	CABANA		
	CABANILLAS		
	CARACOTO		

Figura 65. Factor de zona y anexo II de la NTP E.030.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 65 podemos ver los factores de zona de la tabla 1 de la NTP E.030, la cual según la zona de la ciudad de juliaca del anexo II se puede apreciar que corresponde a un factor de Z de 0.35.

Factor de suelo (S): El factor de suelo para la estructura según la NTP E.030 se considera un factor de suelo "S"= 1.15 como se indica en la figura 66.

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

Figura 66. Tabla del factor de suelo de la NTP E.030.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 66 podemos ver los factores de suelo de la tabla 3 de la NTP E.030, la cual según las características del suelo y el factor de zona tenemos un S de 1.15.

Periodos (T_P Y T_L): Según el factor de suelo de la edificación los periodos cortos $T_p=0.6$ seg. y periodos largos $T_L=2.0$ seg. se indican en la figura 67.

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 67. Tabla de periodos T_p y T_L de la NTP E.030.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 67 podemos ver los periodos T_p y T_L de la tabla 4 de la NTP E.030, la cual según las características del perfil de suelo el periodo T_p es de 0.6 y T_L 2.0.

Factor de uso (U): La edificación comercial-hotel en los diferentes niveles tiene diferentes tipos de uso como hotel, oficinas, tiendas, teniendo en cuenta que los primeros niveles son de tiendas y existe gran demanda de personas, así como también gran cantidad de la población transita por el lugar de estudio se considero como uso de centro comercial tomando un factor $U= 1.3$ según la figura 68.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3

Figura 68. Tabla del factor de Uso de la NTP E.030.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 68 podemos ver la categoría y el factor de uso de la tabla 5 de la NTP E.030, siendo la edificación en analisis edificación importante con factor de uso 1.3.

Factor de amplificación sísmica (C): La amplificación sísmica de la estructura depende del periodo de vibración de la estructura y los periodos que se indican en la figura 69, para lo cual se aplicará la expresión siguiente:

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

Figura 69. Periodo para obtener el factor de amplificación sísmica "C".

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 69 se puede ver las formulas del coeficiente de amplificacion según el periodo de la estructura.

Coficiente básico de reducción (R): La edificación en estudio se evaluó y se determinó que es un sistema de concreto armado conformado por pórticos en las dos direcciones cumpliendo la figura 70 para sistema estructural dual el factor $R = 7$ teniendo en cuenta que puede ser castigado por un valor menor considerando las irregularidades en planta y altura que se presentan en el edificio.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Concreto Armado: Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales Muros de ductilidad limitada	6 4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Figura 70. Tabla de coeficiente de reducción R de la NTP E.030.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 70 podemos ver los sistemas estructurales según la tabla 7 de la NTP E.030, siendo la edificación en analisis un sistema estructural dual.

Secciones y materiales utilizados en el modelamiento estructural: Para el cálculo estructural del edificio primero se procede a la asignación de las propiedades de los materiales especificados en la tabla 17 y 18.

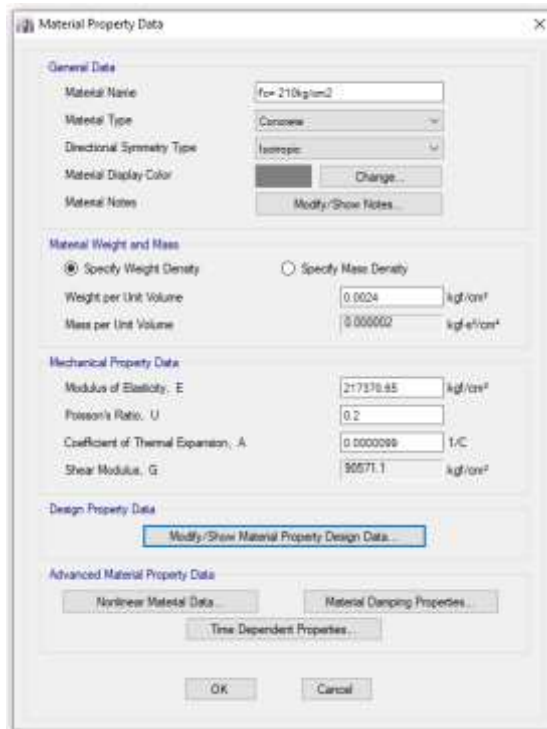


Figura 71. Asignación de propiedades del material concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Etabs v.18

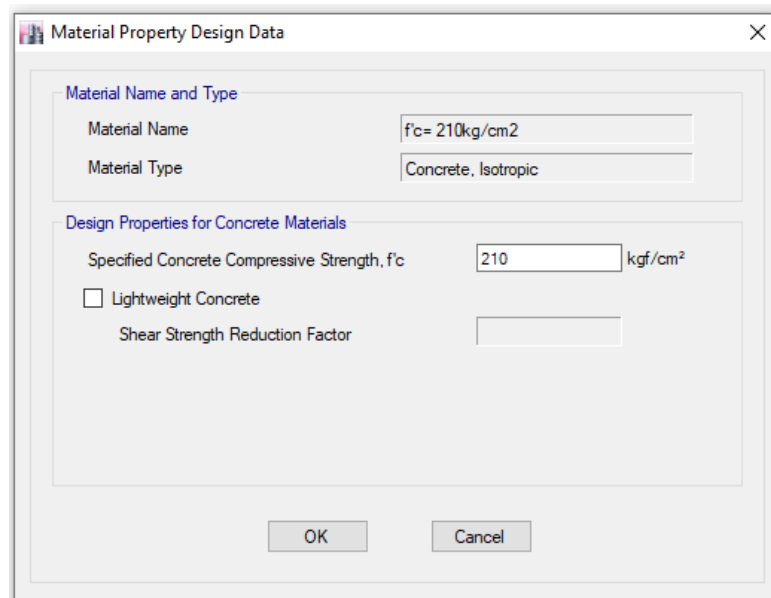


Figura 72. Asignación de la resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Etabs v.18

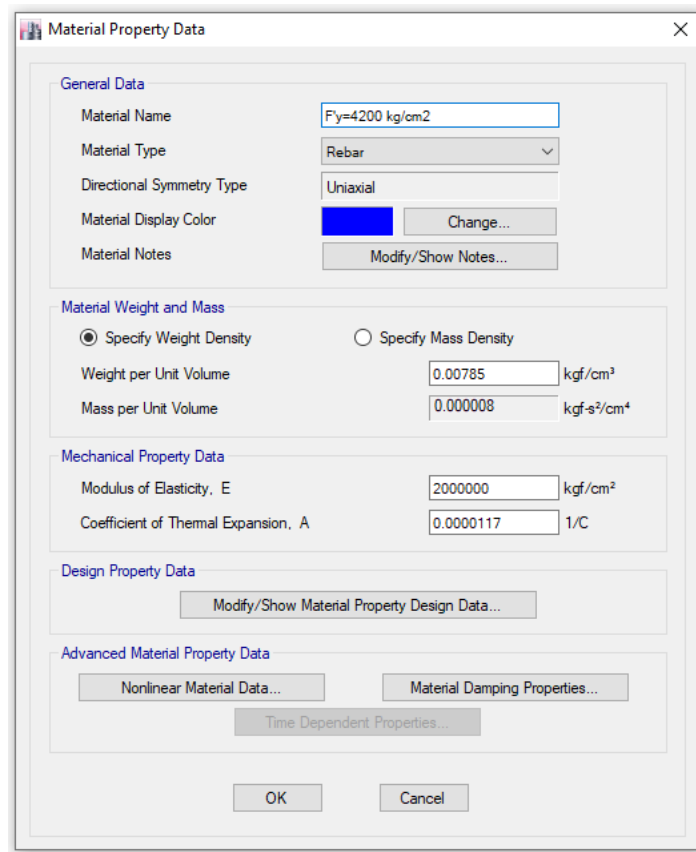


Figura 73. Asignación de propiedades del material acero $F_y=4200\text{kg/cm}^2$

Fuente: Etabs v.18

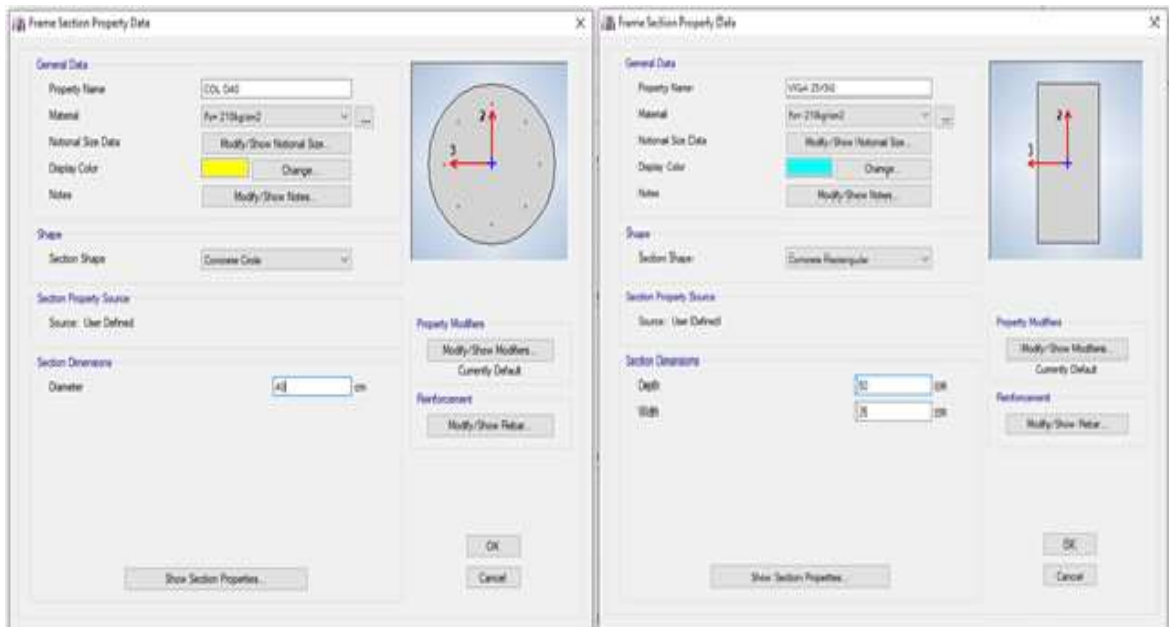


Figura 74. Asignación de secciones de columnas y vigas.

Fuente: Etabs v.18

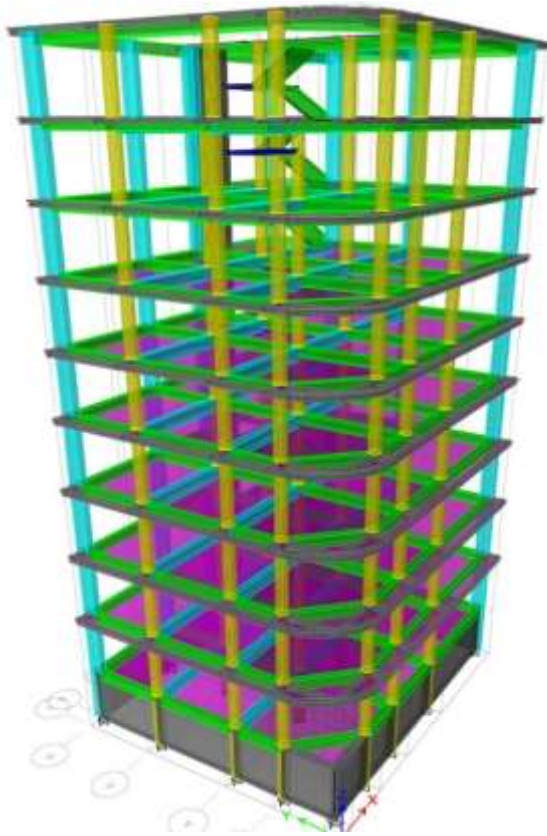


Figura 75. Vista en 3D de la estructura con asignación de elementos estructurales.

Fuente: Etabs v.18

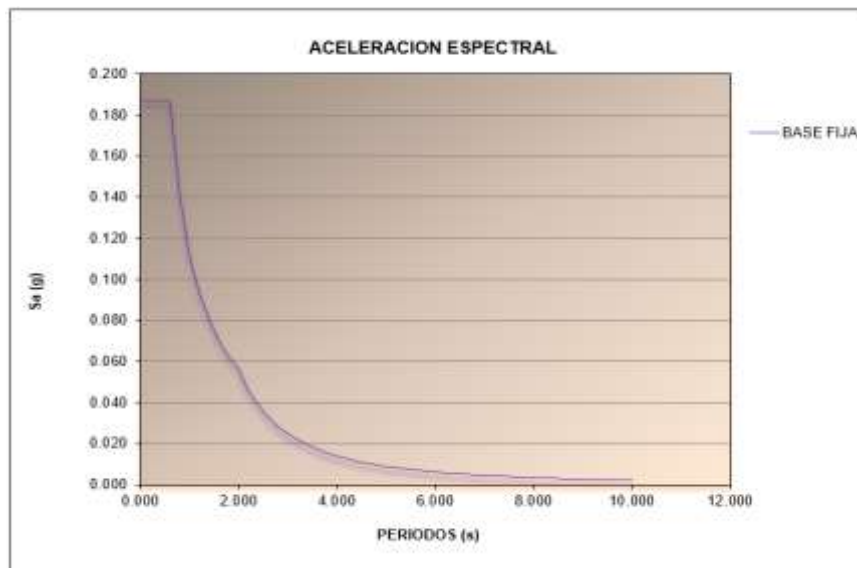


Figura 76. Espectro de aceleraciones utilizado en el análisis sísmico.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 76 se muestra espectro desarrollado según la tabla 37 tomando en consideraciones el resumen general de los parámetros de la norma E.030.

La estructura analizada tal cual está concebida tiene un primer periodo de vibración de 1.14 seg. en dirección Y, segundo periodo de vibración de 1.09 seg. en dirección X con rotación, y un tercer modo de 0.70 seg. rotacional, como se puede observar en la figura 77. La participación modal de masas de la estructura con un análisis dinámico modal espectral llega al 99.94% en dirección X y 99.92% en dirección Y, con 60 modos considerando bajo la premisa de 3 grados de libertad por piso por el número de niveles la cual da resultados adecuados como se puede observar en la tabla 27, cumpliendo la participación modal de masas según la norma que exige un mínimo del 90% de participación modal.

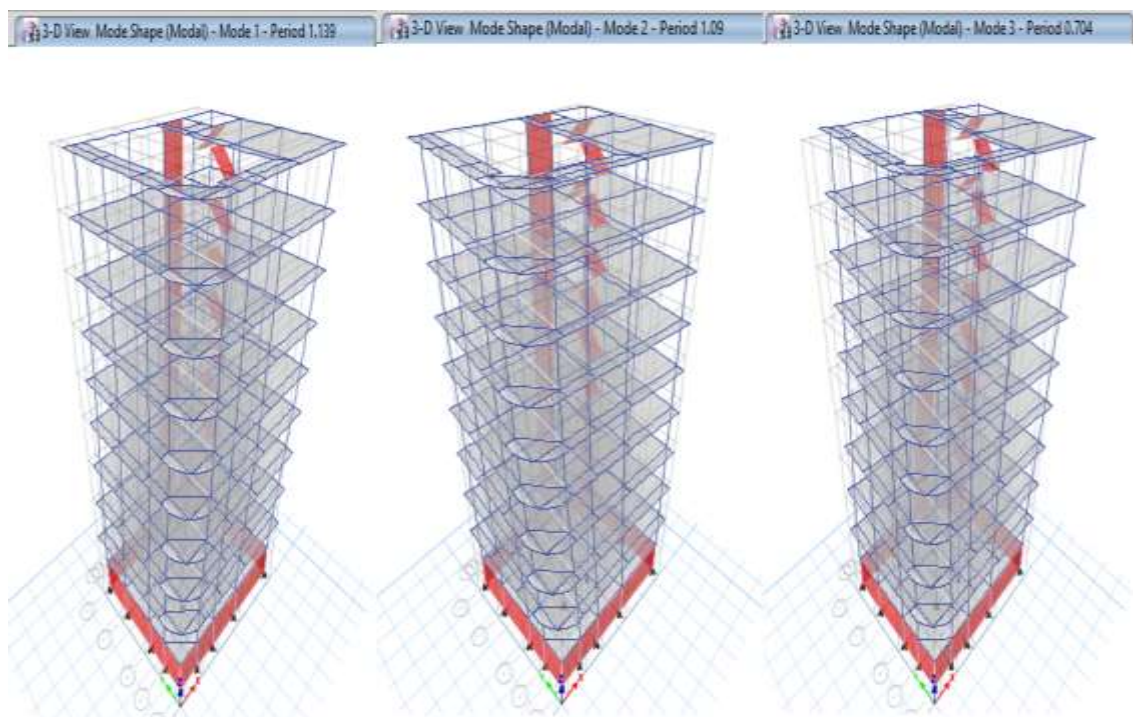


Figura 77. Periodos predominantes de la estructura.

Fuente: Etabs v.18

Tabla 22. Participación modal de la estructura.

Caso	Dirección	Estático %	Dinámico %
Modal	UX	100	99.94
Modal	UY	100	99.92
Modal	UZ	0	0

Nota: En la tabla podemos ver que cumple la participación modal de masas según la NTP E.030.

Fuente: Propio

Analizando la estructura por el método dinámico modal espectral se obtiene que el muro de corte que existe en la parte del ascensor toma un valor del 57.40% en la dirección X del total de la cortante basal por lo cual se indica que pertenece a un sistema estructural dual, los sistemas estructurales duales son considerados cuando el muro de corte toma más del 20% del cortante basal pero menor al 70% de cortante total en la base por lo que se considera conservadoramente en ambas direcciones un sistema estructural dual con $R=7$.

Cálculo de irregularidades

El cálculo de las irregularidades tanto en altura como en planta son esenciales para castigar a las edificaciones con un valor menor de R que con lleva a mayor fuerza en los elementos estructurales puesto que existen varias irregularidades que no están contemplados en edificaciones esenciales las cuales tenemos que tener bien en cuenta para un buen diseño sismorresistente.

Irregularidades en altura

- Irregularidad de Rigidez – Piso blando $I_a= 0.75$

Tabla 23. Irregularidad de Rigidez- Piso blando en la dirección X-X

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	RIGIDEZ DE PISO Tn/m	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO $I_a= 0.75$			
				Rigidez lateral < al 70% de la rigidez del entrepiso superior	Cumplimiento	Rigidez lateral < 80% de la rigidez promedio de los 3 niveles superiores	Cumplimiento
AZOTEA	28.05	X	5630.20				
PISO 8	25.35	X	11778.71	8245.10	167% OK		
PISO 7	22.65	X	13757.03	9629.92	167% OK		
PISO 6	19.95	X	14765.04	10335.53	153% OK	13433.60	
PISO 5	17.25	X	15107.36	10575.15	146% OK	14543.14	112% OK
PISO 4	14.55	X	12859.01	9001.31	122% OK	14243.80	88% OK
PISO 3	11.55	X	13249.79	9274.86	147% OK	13738.72	93% OK
PISO 2	8.55	X	14965.42	10475.79	161% OK	13691.41	109%OK
PISO 1	5.55	X	21933.08	15353.16	209% OK	16716.10	160% OK
				$I_a=$	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad por rigidez y piso blando en la direccion X segun NTP E.030.

Fuente: Propio

- Irregularidad Extrema de Rigidez $ia= 0.50$

Tabla 24. Irregularidad extrema de Rigidez en la dirección X-X.

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	RIGIDEZ DE PISO Tn/m	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ $ia= 0.50$			
				Rigidez lateral < al 60% de la rigidez del entrepiso superior	Cumplimiento	Rigidez lateral < 70% de la rigidez promedio de los 3 niveles superiores	Cumplimiento
AZOTEA	28.05	X	5630.20				
PISO 8	25.35	X	11778.71	7067.23			
PISO 7	22.65	X	13757.03	8254.22	195% OK		
PISO 6	19.95	X	14765.04	8859.02	179% OK	13433.60	
PISO 5	17.25	X	15107.36	9064.41	171% OK	14543.14	112% OK
PISO 4	14.55	X	12859.01	7715.41	142% OK	14243.80	88% OK
PISO 3	11.55	X	13249.79	7949.88	172% OK	13738.72	93% OK
PISO 2	8.55	X	14965.42	8979.25	188% OK	13691.41	109% OK
PISO 1	5.55	X	21933.08	13159.85	244% OK	16716.10	160% OK
				ia=	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad extrema por rigidez en la dirección X según NTP E.030.

Fuente: Propio

- Irregularidad de Rigidez – Piso blando $ia= 0.75$

Tabla 25. Irregularidad de Rigidez- Piso blando en la dirección Y-Y.

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	RIGIDEZ DE PISO Tn/m	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO $ia= 0.75$			
				Rigidez lateral < al 70% de la rigidez del entrepiso superior	Cumplimiento	Rigidez lateral < 80% de la rigidez promedio de los 3 niveles superiores	Cumplimiento
AZOTEA	28.05	Y	5735.15				
PISO 8	25.35	Y	10321.65	7225.16			
PISO 7	22.65	Y	11768.78	8238.15	163% OK		
PISO 6	19.95	Y	12370.21	8659.14	150% OK	11486.88	
PISO 5	17.25	Y	12950.73	9065.51	150% OK	12363.24	113% OK
PISO 4	14.55	Y	10734.78	7514.35	118% OK	12018.57	87% OK
PISO 3	11.55	Y	11133.54	7793.47	148% OK	11606.35	93% OK
PISO 2	8.55	Y	12500.65	8750.46	160% OK	11456.32	108% OK
PISO 1	5.55	Y	17308.05	12115.63	198% OK	13647.41	151% OK
				ia=	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad por rigidez y piso blando en la dirección Y según NTP E.030.

Fuente: Propio

- Irregularidad Extrema de Rigidez $ia= 0.50$

Tabla 26. Irregularidad extrema de Rigidez en la dirección Y-Y.

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	RIGIDEZ DE PISO Tn/m	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ $ia= 0.50$			
				Rigidez lateral < al 60% de la rigidez del entrepiso superior	Cumplimiento	Rigidez lateral < 70% de la rigidez promedio de los 3 niveles superiores	Cumplimiento
AZOTEA	28.05	Y	5735.15				
PISO 8	25.35	Y	10321.65	6192.99			
PISO 7	22.65	Y	11768.78	7061.27	190% OK		
PISO 6	19.95	Y	12370.21	7422.12	175% OK	11486.88	
PISO 5	17.25	Y	12950.73	7770.44	174% OK	12363.24	113% OK
PISO 4	14.55	Y	10734.78	6440.87	138% OK	12018.57	87% OK
PISO 3	11.55	Y	11133.54	6680.12	173% OK	11606.35	93% OK
PISO 2	8.55	Y	12500.65	7500.39	187% OK	11456.32	108% OK
PISO 1	5.55	Y	17308.05	10384.83	231% OK	13647.41	151% OK
				ia=	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad extrema por rigidez en la dirección Y según NTP E.030.

Fuente: Propio

- Irregularidad de Resistencia – Piso débil $ia= 0.75$, Extrema de Resistencia $ia= 0.50$

Tabla 27. Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia dirección X-X

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	CORTANTE POR PISO (Tn)	IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL $ia= 0.75$		IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - PISO DEBIL $ia= 0.50$	
				Resistencia al corte < al 80% de la resistencia superior	Cumplimiento	Resistencia al corte < al 65% de la resistencia superior	Cumplimiento
AZOTEA	28.05	X	9.50				
PISO 8	25.35	X	24.77	19.82		16.10	
PISO 7	22.65	X	38.75	31.00	196 % OK	25.19	241% OK
PISO 6	19.95	X	50.97	40.77	164% OK	33.13	202% OK
PISO 5	17.25	X	60.99	48.79	150% OK	39.65	184% OK
PISO 4	14.55	X	69.97	55.98	143% OK	45.48	176% OK
PISO 3	11.55	X	77.56	62.04	139% OK	50.41	171% OK
PISO 2	8.55	X	83.46	66.76	135% OK	54.25	166% OK
PISO 1	5.55	X	86.87	69.49	130% OK	56.46	160% OK
				ia=	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad de resistencia y extrema resistencia en la dirección X según NTP E.030.

Fuente: Propio

Tabla 28. Irregularidad de Resistencia y Extrema Resistencia dirección Y-Y.

PISO	ELEVACION	DIRECCION DE ANALISIS	CORTANTE POR PISO (Tn)	IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL $la= 0.75$		IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL $la= 0.50$	
				Resistencia al corte < al 80% de la resistencia superior	Cumplimiento	Resistencia al corte < al 65% de la resistencia superior	Cumplimiento
AZOTE A	28.05	Y	10.94				
PISO 8	25.35	Y	28.65	22.92		18.62	
PISO 7	22.65	Y	43.67	34.93	191% OK	28.38	234% OK
PISO 6	19.95	Y	56.10	44.88	161% OK	36.47	198% OK
PISO 5	17.25	Y	66.63	53.30	148% OK	43.31	183% OK
PISO 4	14.55	Y	76.88	61.50	144% OK	49.97	178% OK
PISO 3	11.55	Y	85.92	68.73	140% OK	55.85	172% OK
PISO 2	8.55	Y	92.95	74.36	135% OK	60.42	166% OK
PISO 1	5.55	Y	96.84	77.47	130% OK	62.95	160% OK
				$la=$	1		

Nota: En la tabla podemos observar que la estructura en todos los niveles de entrepiso no presenta la irregularidad de resistencia y extrema resistencia en la dirección Y según NTP E.030.

Fuente: Propio

- Irregularidad de Masa o Peso $la= 0.90$**

Tabla 29. Irregularidad de Masa o Peso.

PISO	ELEVACION	PESO (Tn)	RELACION DE PESO EN RELACION AL PISO ADYACENTE	IRREGULARIDAD DE MASA O PESO $> 1.5 la= 0.9$
AZOTE A	28.05	120.65	1.01	OK
PISO 8	25.35			
PISO 7	22.65			
PISO 6	19.95			
PISO 5	17.25			
PISO 4	14.55			
PISO 3	11.55			
PISO 2	8.55			
PISO 1	5.55			
			$la= 1$	

Nota: En la tabla se puede ver que la estructura no supera el factor de 1.5 del peso de un piso respecto al piso adyacente según NTP E.030.

Fuente: Propio

- **Irregularidad Geométrica Vertical $la= 0.90$**

No aplica la irregularidad cuando se tiene pisos típicos y en este caso la edificación en estudio tiene pisos típicos **$la= 1$** .

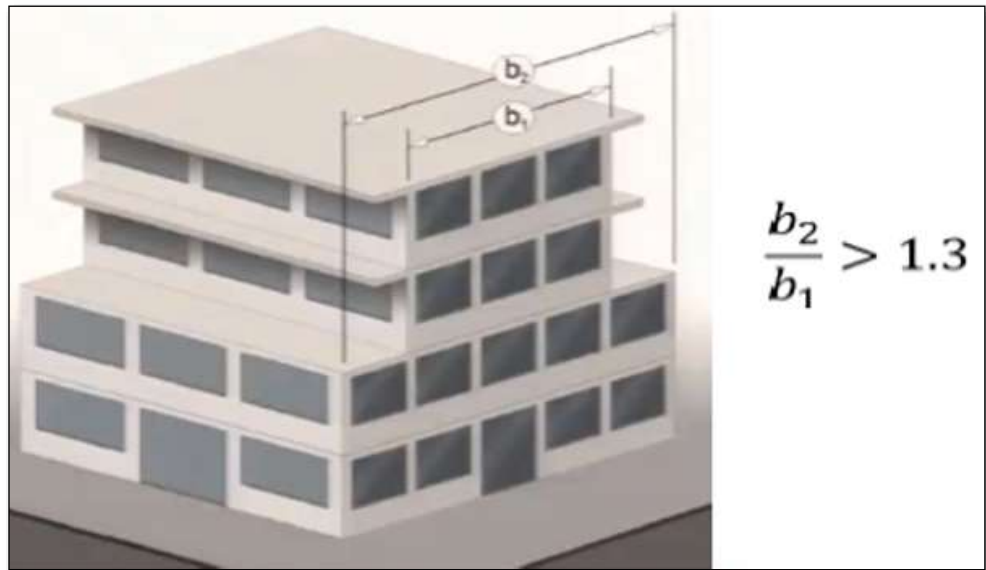


Figura 78. Irregularidad Geométrica Vertical.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 78 podemos observar como se presenta la irregularidad geométrica vertical la cual el edificio en estudio no presenta porque son niveles de piso típicos.

- **Discontinuidad en Sistemas Resistentes $la= 0.80$**

En el edificio de estudio todos los elementos estructurales suben con la misma dimensión no existe elementos bandera por lo cual no aplica la irregularidad de sistemas resistentes **$la= 1$** .

- **Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes $la= 0.60$**

En el edificio no aplica esta irregularidad por lo comentado en el anterior párrafo. **$la= 1$** .

Irregularidades en planta

- **Irregularidad torsional $Ip=0.75$; irregularidad extrema torsional $Ip=0.50$.**

Tabla 30. Irregularidad Torsional y Torsional extrema dirección X.

PISO	CASO DE CARGA	DIRECCION	Max Drift	Avg Drift	Ratio < 1.30 o < 1.50
			m	m	
PISO 9	SISMODIN X Max	X	0.001869	0.001616	1.157
PISO 8	SISMODIN X Max	X	0.002443	0.002131	1.146
PISO 7	SISMODIN X Max	X	0.003463	0.002838	1.22
PISO 6	SISMODIN X Max	X	0.004338	0.003469	1.251
PISO 5	SISMODIN X Max	X	0.005163	0.004051	1.275
PISO 4	SISMODIN X Max	X	0.007261	0.005454	1.331
PISO 3	SISMODIN X Max	X	0.008083	0.005903	1.369
PISO 2	SISMODIN X Max	X	0.008423	0.00593	1.42
PISO 1	SISMODIN X Max	X	0.005993	0.003962	1.513
SOTANO	SISMODIN X Max	X	6.30E-05	4.70E-05	1.351

Nota: En la tabla se puede ver que en la estructura en dirección X pasan el ratio de 1.5 la cual es considerado como extrema irregularidad torsional castigando como $I_p = 0.50$. según la NTP E.030, siendo perjudicial en el sistema estructural.

Fuente: Propio

Tabla 31. Irregularidad Torsional y Torsional extrema dirección Y.

PISO	CASO DE CARGA	DIRECCION	Max Drift	Avg Drift	Ratio
			m	m	
PISO 9	SISMODIN Y Max	Y	0.001785	0.00172	1.038
PISO 8	SISMODIN Y Max	Y	0.002647	0.002564	1.032
PISO 7	SISMODIN Y Max	Y	0.003625	0.003516	1.031
PISO 6	SISMODIN Y Max	Y	0.004489	0.004355	1.031
PISO 5	SISMODIN Y Max	Y	0.005324	0.005159	1.032
PISO 4	SISMODIN Y Max	Y	0.007267	0.007025	1.035
PISO 3	SISMODIN Y Max	Y	0.007997	0.007729	1.035
PISO 2	SISMODIN Y Max	Y	0.008154	0.00784	1.04
PISO 1	SISMODIN Y Max	Y	0.005925	0.005597	1.059
SOTANO	SISMODIN Y Max	Y	1.11E-04	9.80E-05	1.132

Nota: En la tabla se puede ver que en la estructura en dirección Y no pasan el ratio de 1.3 ni 1.5 la cual no presenta la irregularidad torsional según la NTP E.030,

Fuente: Propio

En la edificación en la dirección X-X tiene irregularidad extrema de torsión la cual es perjudicial si se presenta un evento sísmico pudiendo generar daños irreparables en la estructura, se toma el coeficiente **$I_p=0.50$** como se indica en la tabla 30.

- **Esquinas Entrantes $I_p= 0.90$**

En la edificación en estudio no se cuenta con esquinas entrantes puesto que solo se tiene ductos pequeños que no aplican por ende la irregularidad de esquinas entrantes no se considera **$I_p= 1$** .

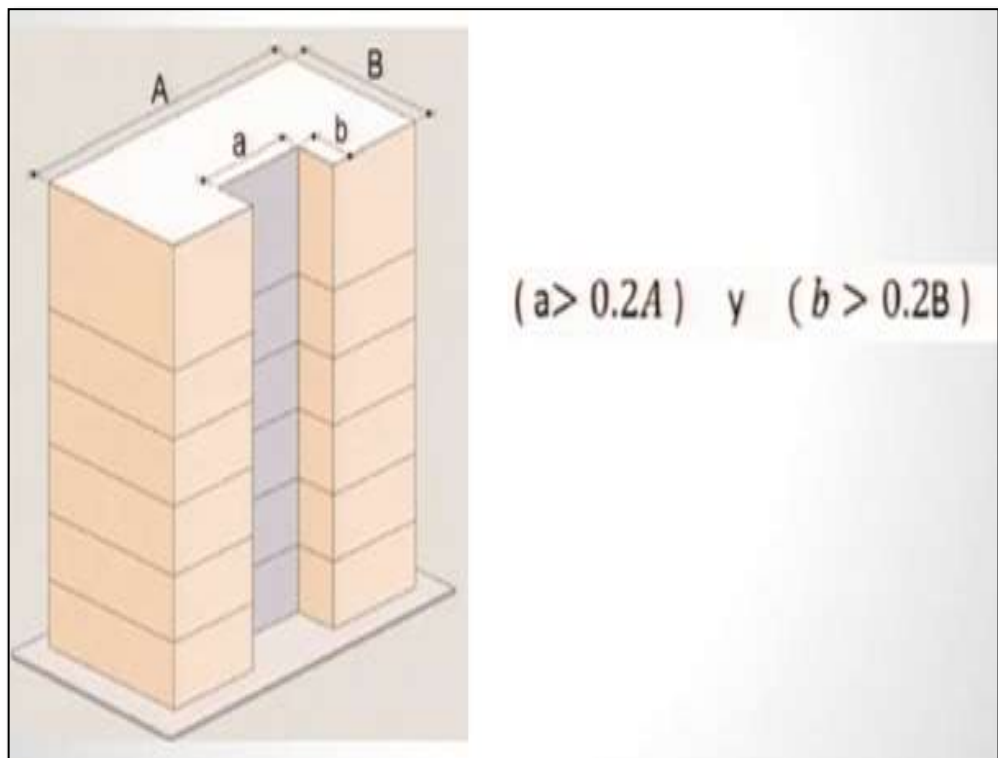


Figura 79. Irregularidad en planta.

Fuente: Propio

- **Discontinuidad de Diafragmas $I_p= 0.85$**

En el edificio no se cuenta con aberturas mayor al 50% puesto que el área de escaleras y ascensor no tiene un área mayor al 50% del área techada, la abertura mayor al 50% se tendría en la azotea, pero la norma E.030 no aplica en azoteas por lo cual la irregularidad de discontinuidad de diafragmas no aplica **$I_p= 1$** .

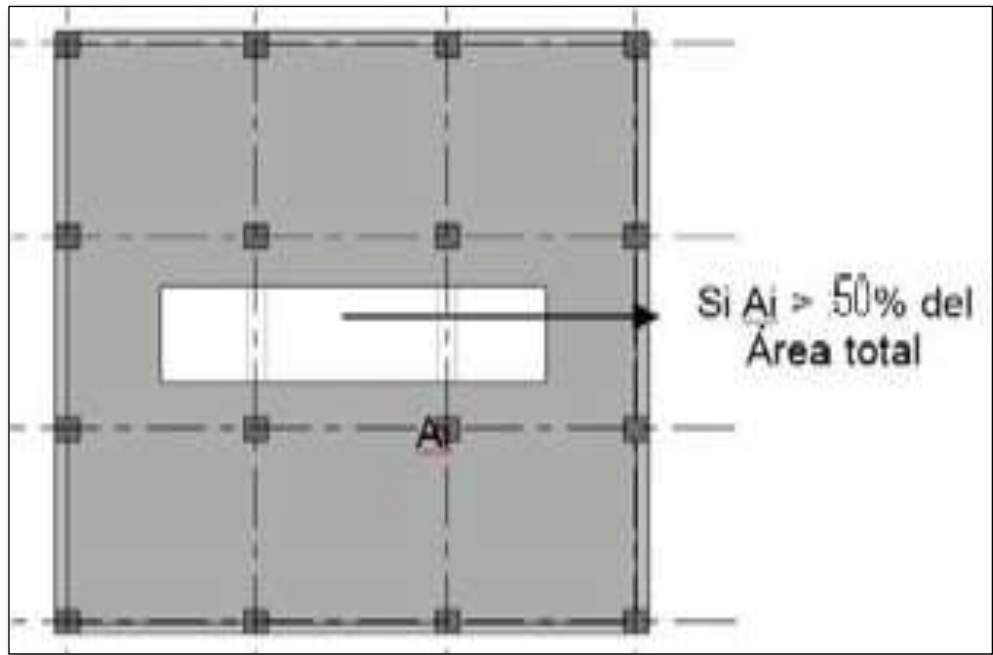


Figura 80. Irregularidad de discontinuidad de diafragma.

Fuente: Propio

- **Sistemas no Paralelos $I_p=0.90$**

La estructura en análisis se encuentra en paralelo por lo cual no aplica esta irregularidad de sistemas no paralelos por ende se toma el valor $I_p= 1$.

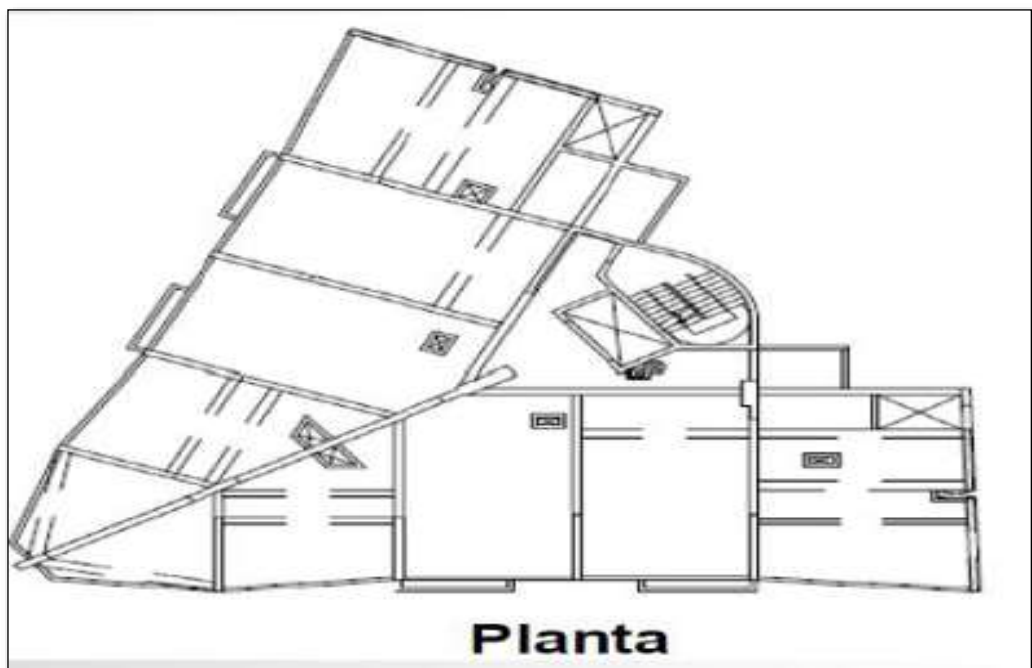


Figura 81. Irregularidad de sistemas no paralelos.

Fuente: Propio

Tabla 32. Resumen de parámetros sismorresistentes NTP E.030.

RESUMEN GENERAL DE LOS PARAMETROS SEGÚN LA NTP E.030		
FACTOR	DESCRIPCION	VALOR
Factor de zona "Z"	Edificio situado en la ciudad de Juliaca	0.35
Factor de uso "U"	Edificación considerada como centro comercial importante	1.3
Factor de suelo "S"	Suelo corresponde a un suelo S2 intermedio	1.15
Periodo "T"	Periodo fundamental del edificio	X= 1.09 seg. Y = 1.14 seg.
Periodo "Tp"	Periodo corto que define la plataforma del espectro de respuesta que define el coeficiente de C.	0.6
Periodo "TL"	Periodo Largo que define la parte intermedia a baja en el espectro de respuesta que define el coeficiente C.	2
Factor de amplificación sísmica Cx	Según el periodo de vibración de la estructura	1.376
Factor de amplificación sísmica Cy	Según el periodo de vibración de la estructura	1.316
Factor de reducción sísmica Rx	Estructura Dual puesto que la placa del ascensor toma más del 20% de la cortante basal	7
Factor de reducción sísmica Ry	Estructura Dual puesto que la placa del ascensor toma más del 20% de la cortante basal	7
Factor por irregularidad Rx	la= 1.0; lp= 0.5	3.5
Factor por irregularidad Ry	la = 1.0; lp= 1.0	7

Fuente: Propio

El objetivo del modelamiento haciendo uso del Software ETABS 2018 es obtener los máximos desplazamientos y derivas para verificar si es que estas están dentro del rango que establece la Norma E-030 sismorresistente que se encuentra establecido en la tabla 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Figura 82. Límites de distorsión en la edificación de concreto armado.

Fuente: Propio

Se realizó el análisis y modelamiento de la estructura obteniendo derivas máximas en cada nivel de entrepiso, que son multiplicados por el valor de 0.75 R si fuera una edificación regular tanto en altura como en planta, y por 0.80 R si es una estructura irregular en la siguiente figura se ve las distorsiones en ambas direcciones de análisis X e Y respectivamente.

Tabla 33. Control de derivas en la dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Elásticas	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m					
PISO 9	S_DX	0.0280	0.001341	2.7	0.000497	0.00278	OK
PISO 8	S_DX	0.0266	0.001655	2.7	0.000613	0.00343	OK
PISO 7	S_DX	0.0250	0.002165	2.7	0.000802	0.00449	OK
PISO 6	S_DX	0.0228	0.002653	2.7	0.000983	0.00550	OK
PISO 5	S_DX	0.0201	0.00308	2.7	0.001141	0.00639	OK
PISO 4	S_DX	0.0171	0.004239	3	0.001413	0.00791	NO PASA
PISO 3	S_DX	0.0128	0.004634	3	0.001545	0.00865	NO PASA
PISO 2	S_DX	0.0082	0.004695	3	0.001565	0.00876	NO PASA
PISO 1	S_DX	0.0035	0.003433	3	0.001144	0.00641	OK
SOTANO	S_DX	0.0001	0.000055	2.55	0.000022	0.00012	OK

Nota: En la tabla se puede observar que en la estructura en dirección X en los pisos 2,3 y 4 no cumplen con la deriva reglamentaria de la NTP E.030 en la figura 83 se puede observar claramente como en los 3 niveles mencionados excede el límite de deriva.

Fuente: Propio

Tabla 34. Control de derivas en la dirección Y.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Elásticas	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m					
PISO 9	S_DY	0.0425	0.001703	2.7	0.000631	0.00353	OK
PISO 8	S_DY	0.0408	0.00223	2.7	0.000826	0.00463	OK
PISO 7	S_DY	0.0386	0.003111	2.7	0.001152	0.00645	OK
PISO 6	S_DY	0.0355	0.003931	2.7	0.001456	0.00815	NO PASA
PISO 5	S_DY	0.0315	0.004744	2.7	0.001757	0.00984	NO PASA
PISO 4	S_DY	0.0268	0.006581	3	0.002194	0.01228	NO PASA
PISO 3	S_DY	0.0202	0.007327	3	0.002442	0.01368	NO PASA
PISO 2	S_DY	0.0129	0.007465	3	0.002488	0.01393	NO PASA
PISO 1	S_DY	0.0054	0.005323	3	0.001774	0.00994	NO PASA
SOTANO	S_DY	0.0001	0.000084	2.55	0.000033	0.00018	OK

Nota: En la tabla se puede observar que en la estructura en dirección Y en los pisos 1,2,3,4,5 y 6 no cumplen con la deriva reglamentaria de la NTP E.030 en la figura 83 se puede observar claramente como en los 6 niveles mencionados excede el límite de deriva.

Fuente: Propio

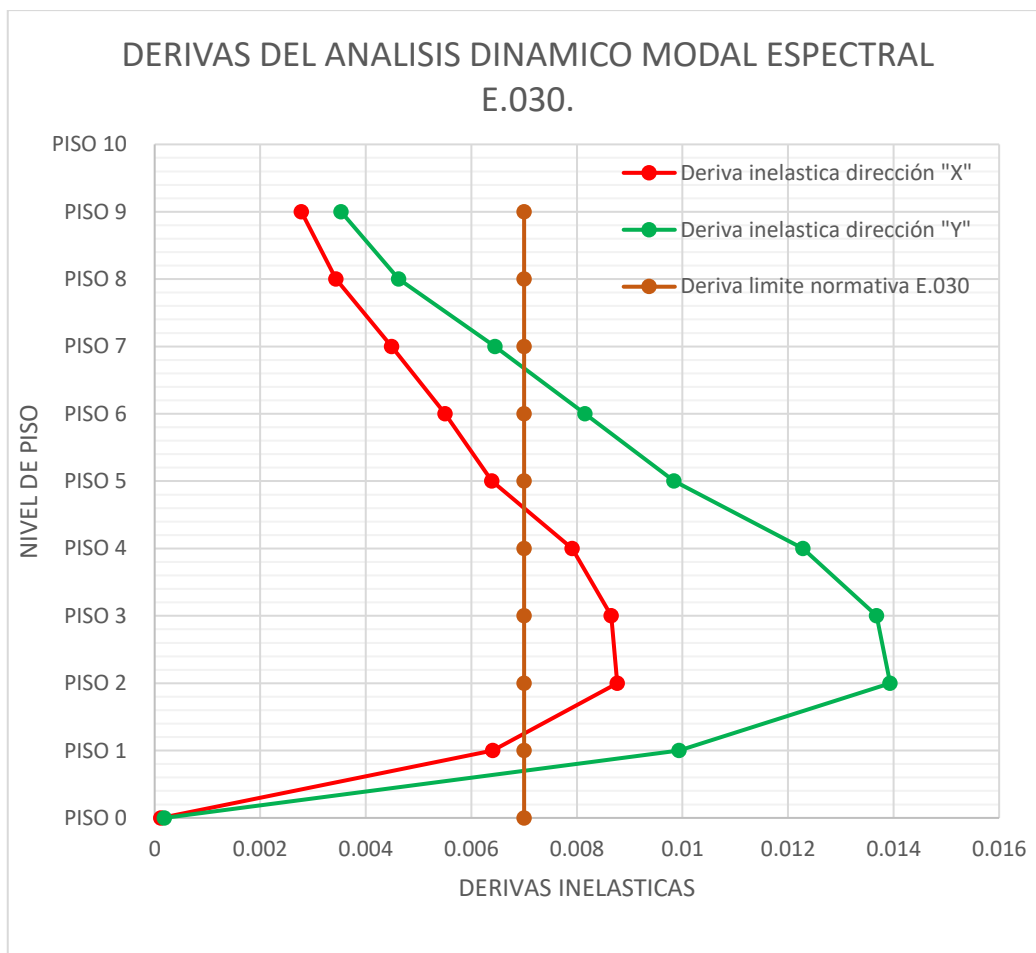


Figura 83. Derivas máximas del edificio en estudio.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 83 se ve claramente que la edificación con las condiciones del resumen de parametros de la tabla 32 no cumple en ambas direcciones la deriva límite normativa.

ANALISIS DINAMICO TIEMPO HISTORIA

La norma americana ASCE7-10 en su capítulo 18 “Requerimientos de diseño sísmico para estructuras con sistemas de disipación”, contempla que los análisis de la estructura se desarrollen por métodos lineales y no lineales, en el presente estudio de investigación se considera adecuado realizar un análisis tiempo historia mediante el método de FNA, considerando los criterios de la norma peruana y norma americana. Considerando 3 pares de registros en las dos direcciones tal como lo estipula la NTP E.030 ajustando al espectro objetivo con $R= 1$, se realiza todo este procedimiento para determinar las respuestas estructurales del edificio en estudio que contempla la incorporación de muros de corte y disipación sísmica SLB.

Espectro Objetivo con R=1

La normativa E.030 especifica que los registros de aceleración elegidos deben ser escalados tomando en cuenta que los valores de las aceleraciones obtenidas de los registros no deben ser menor a las aceleraciones consideradas en el espectro objetivo considerando R=1, en la figura 75 se observa el espectro con R=7 en relación a un R=1 que toma en cuenta para un análisis tiempo historia.

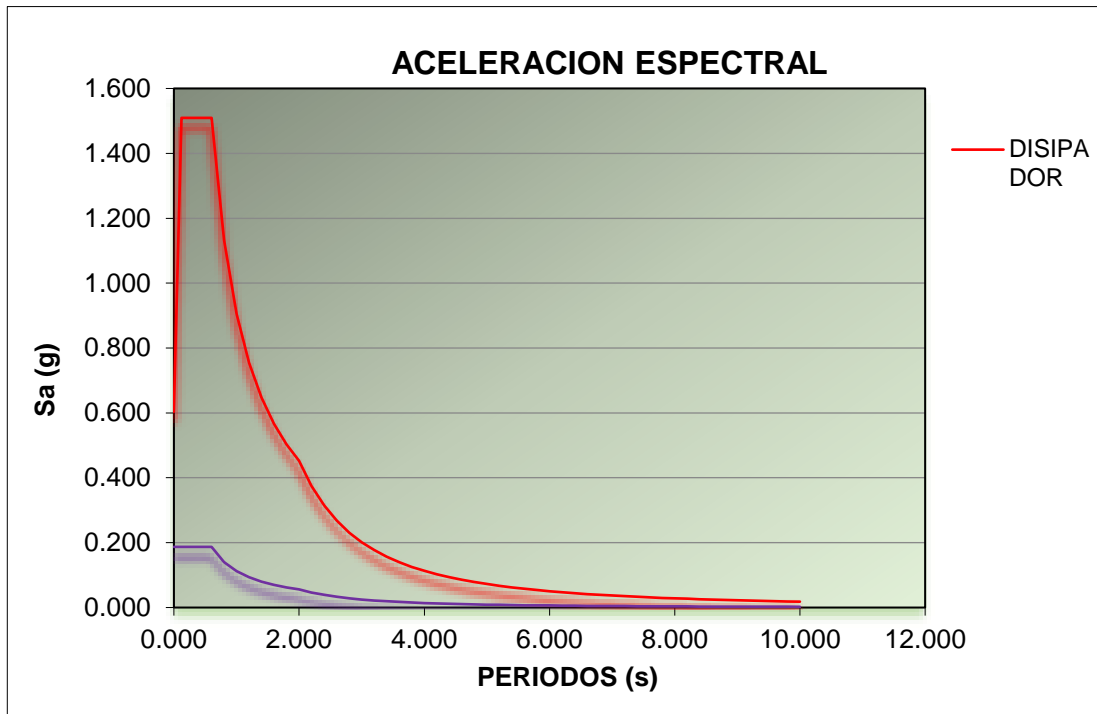


Figura 84. Espectro objetivo R=1 en relación a un R=7

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 84 se puede observar el espectro normativo de color morado y el espectro objetivo de color rojo viendo claramente la variación dependiente del factor de reducción R.

Selección de Registros Sísmicos

La norma del Perú E.030 y la norma ASCE 7 - 10, recomienda:

- La velocidad y las aceleraciones pico deberá ser cercana a valor del sitio de interés, es decir, los registros seleccionados deben contemplar, las mismas características de suelo que las de la zona del proyecto.

- Se debe considera al menos 3 pares de registros sísmicos en sus dos componentes este – oeste, norte – sur.

En el presente estudio de investigación, puesto que en la ciudad de Juliaca no se tiene registros de aceleraciones considerando un sismo severo se utilizó sismos ocurridos en el Perú como: Lima 1966, Ica 2007, Arequipa 2001, extraídos de la red acelerográfica del Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres, CISMID los cuales se realizaron un tratamiento como la corrección por línea base, esta corrección se realizó el programa seismosignal, se suele corregir por línea base debido a que los acelerógrafos captan vibraciones ambientales, de vehículos, ruido, entre otros que son inherentes al del sismo, de tal forma de corregir por línea base para quedarnos con los picos máximos producidos por el sismo. Y el escalamiento al espectro objetivo con $R=1$.

- Lima (1966):

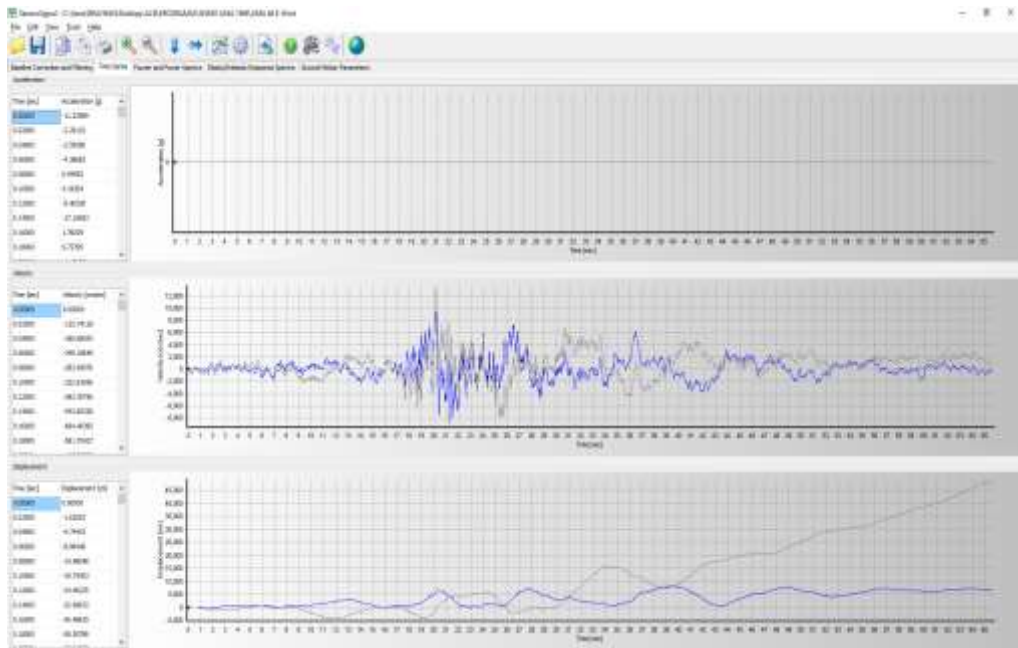


Figura 85. Corrección de línea base LIMA 66 – Seismosignal

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 85 se puede observar los desplazamientos debido a las interferencias por vibraciones ambientales, ruido, vehiculos entre otros la línea de color plomo y el corregido por línea base de color azul del sismo de LIMA 1966.



Figura 86. Ajuste al espectro objetivo LIMA 66 – SeismoMatch

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 86 podemos observar el ajuste al espectro objetivo del sismo de lima del año 1966 donde las líneas de color morado es el sismo sin ajustar y las de color verde son los ajustados al sismo objetivo realizados en el programa SeismoMatch.

- Ica (2007):

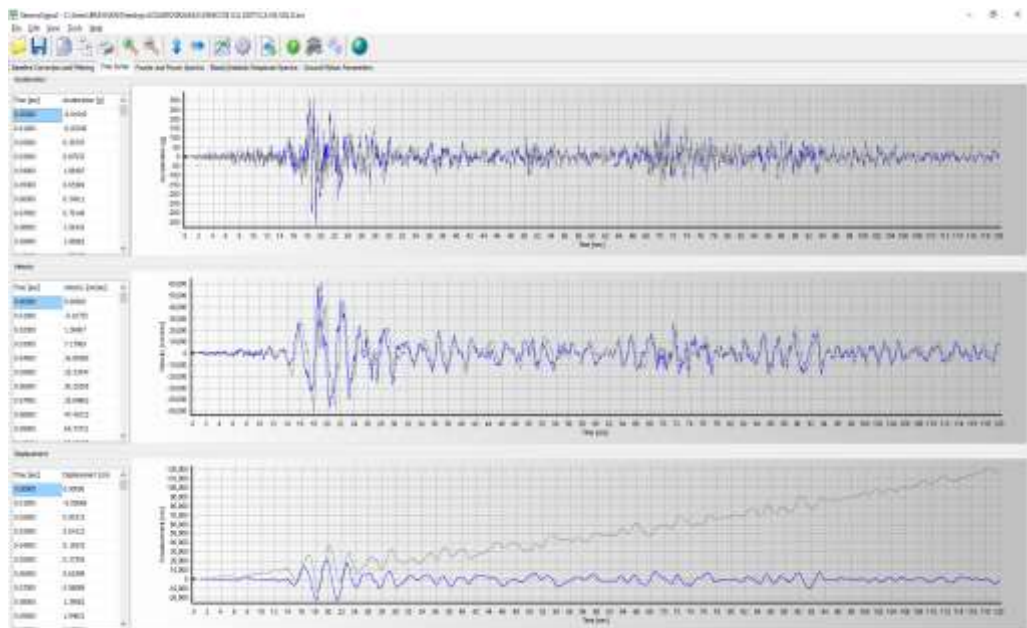


Figura 87. Corrección de línea base ICA 2007 – Seismosignal

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 87 se puede observar los desplazamientos debido a las interferencias por vibraciones ambientales, ruido, vehículos entre otros la línea de color plomo y el corregido por línea base de color azul del sismo de ICA 2007.

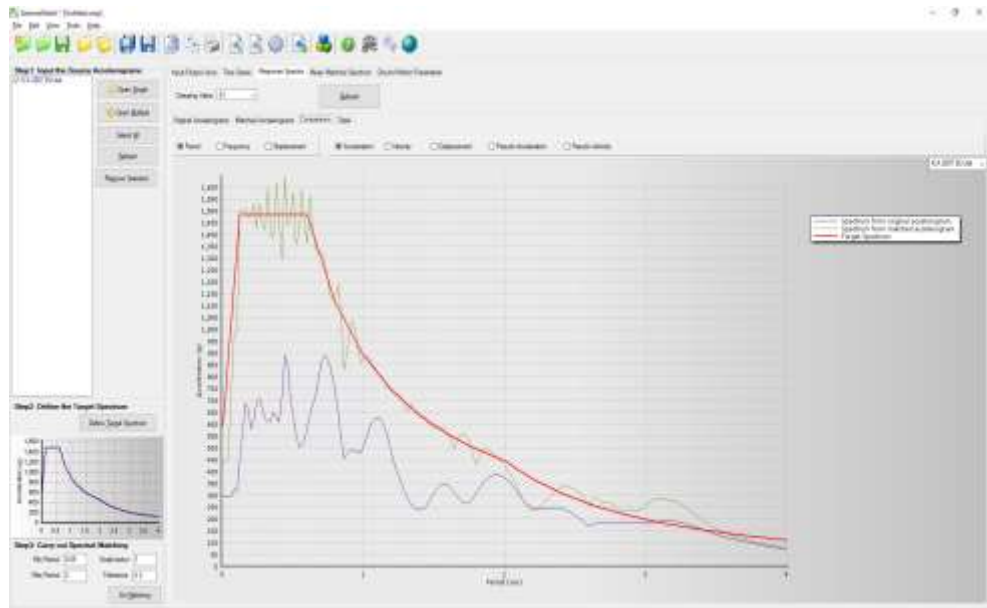


Figura 88. Ajuste al espectro objetivo ICA 2007 – SeismoMatch

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 88 podemos observar el ajuste al espectro objetivo del sismo de ica del año 2007 donde las líneas de color morado es el sismo sin ajustar y las de color verde son los ajustados al sismo objetivo realizados en el programa SeismoMatch.

- Arequipa (2001):

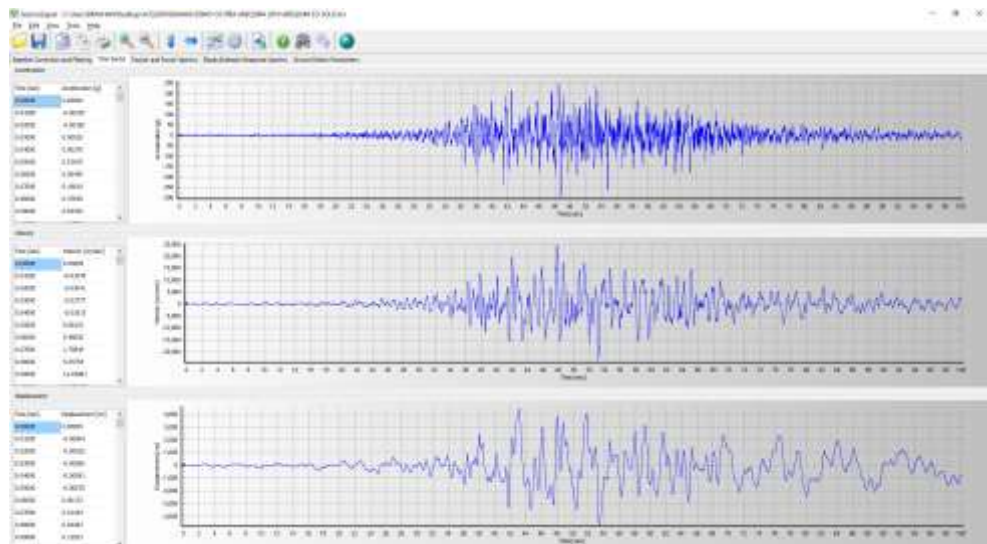


Figura 89. Corrección de línea base AREQUIPA 2001 – Seismosignal

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 89 se puede observar los desplazamientos debido a las interferencias por vibraciones ambientales, ruido, vehiculos entre otros la línea de color plomo y el corregido por línea base de color azul del sismo de AREQUIPA 2001.

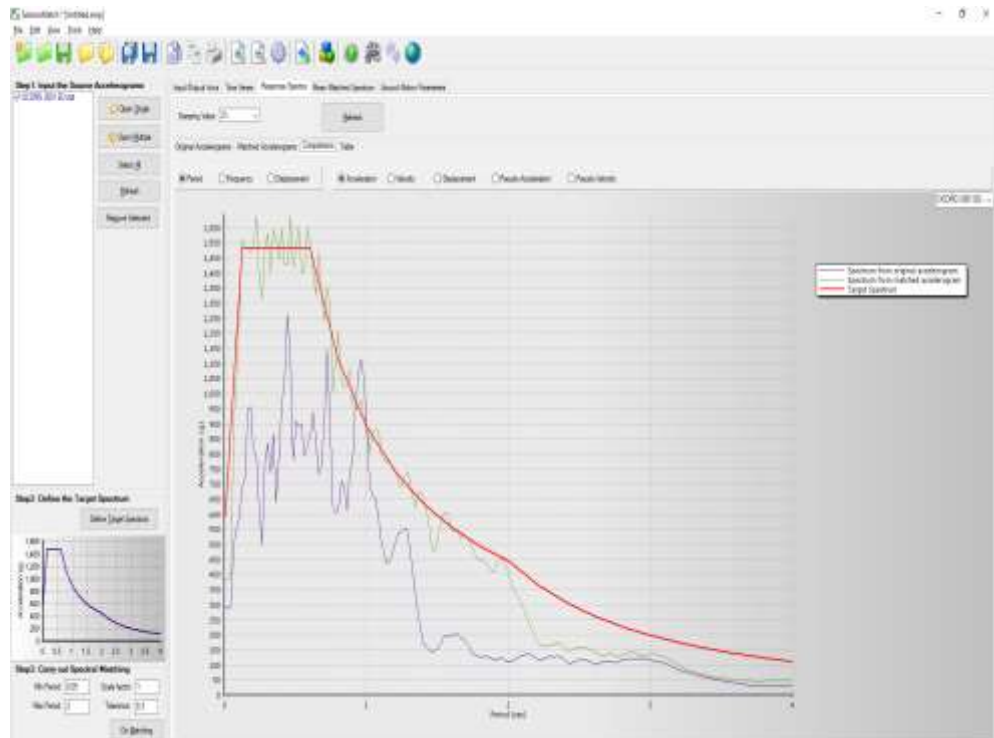


Figura 90. Ajuste al espectro objetivo AREQUIPA 2001 – SeismoMatch

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 90 podemos observar el ajuste al espectro objetivo del sismo de arequipa del año 2001 donde las líneas de color morado es el sismo sin ajustar y las de color verde son los ajustados al sismo objetivo realizados en el programa SeismoMatch.

Asignación para el cálculo Tiempo – Historia

Las propiedades y consideraciones que se realizaron en el programa ETABS v.18 como se indica: Con los 3 registros corregidos por línea base y ajustados al espectro objetivo se procede a cargar al programa ETABS v.18 para realizar el análisis dinámico Tiempo – Historia.

Se carga todos los registros sísmicos considerados como son el sismo de lima del año 1966, ica del año 2007 y Arequipa 2001 considerando ambas direcciones de análisis norte – sur, este – oeste para proceder a la asignación de CASOS DE CARGA TH por el método FNA.

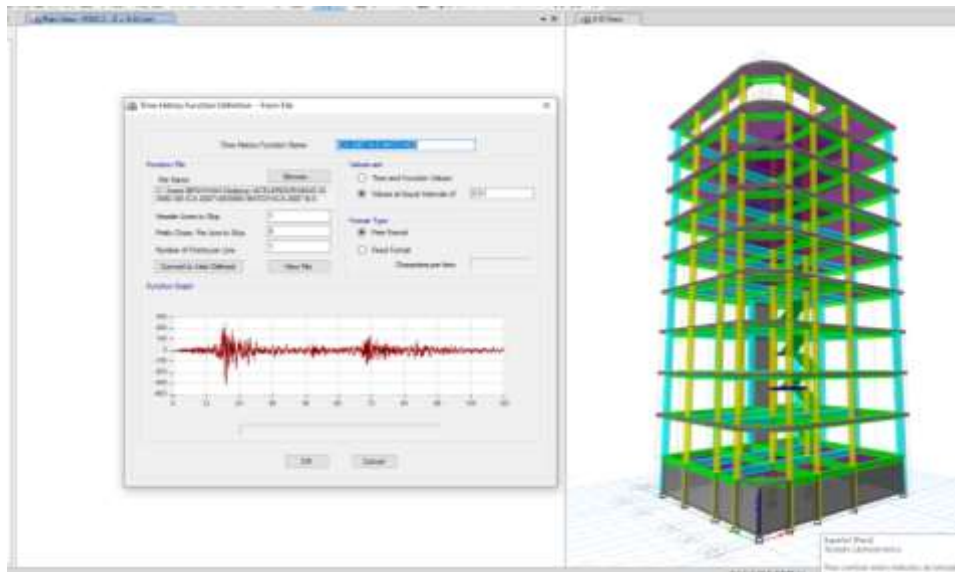


Figura 91. Cargar los registros sísmicos - ETABS v.18.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 91 podemos observar que se carga el sismo de lima del año 1966 al etabs v.18 luego de haber corregido por línea base y ajustado al espectro objetivo.

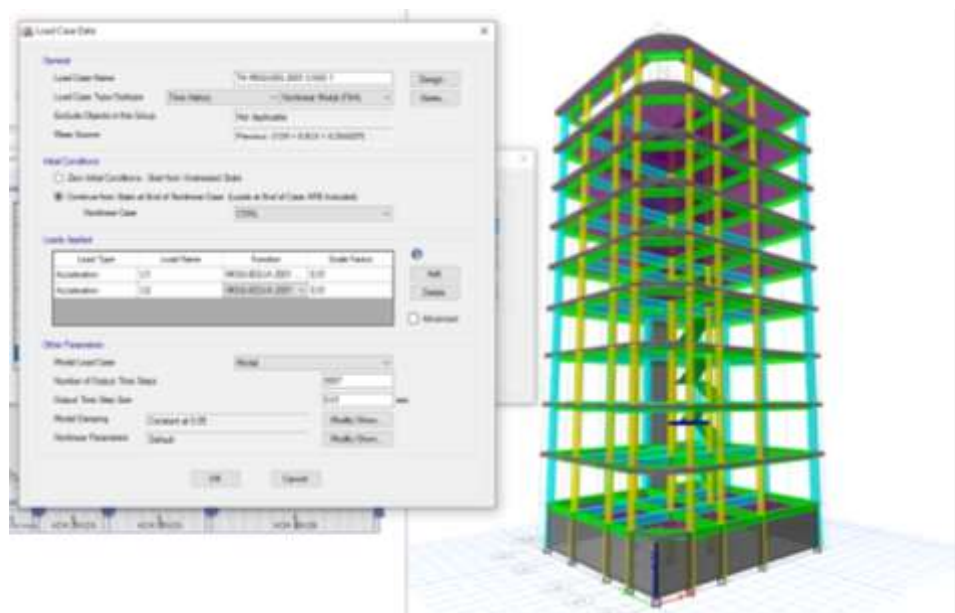


Figura 92. Asignación de cargas TH - metodo FNA.

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 92 podemos observar la asignación de casos de cargas no lineales tiempo historia mediante el metodo FNA tomando en cuenta el analisis en ambas direcciones tanto norte – sur, este - oeste.

Para la convergencia de los registros sísmicos en el programa ETABS v.18 en los casos modales se opta por los vectores Ritz que convergen mejor cuando se utilizan análisis no lineales que consideran disipadores sísmicos de energía.

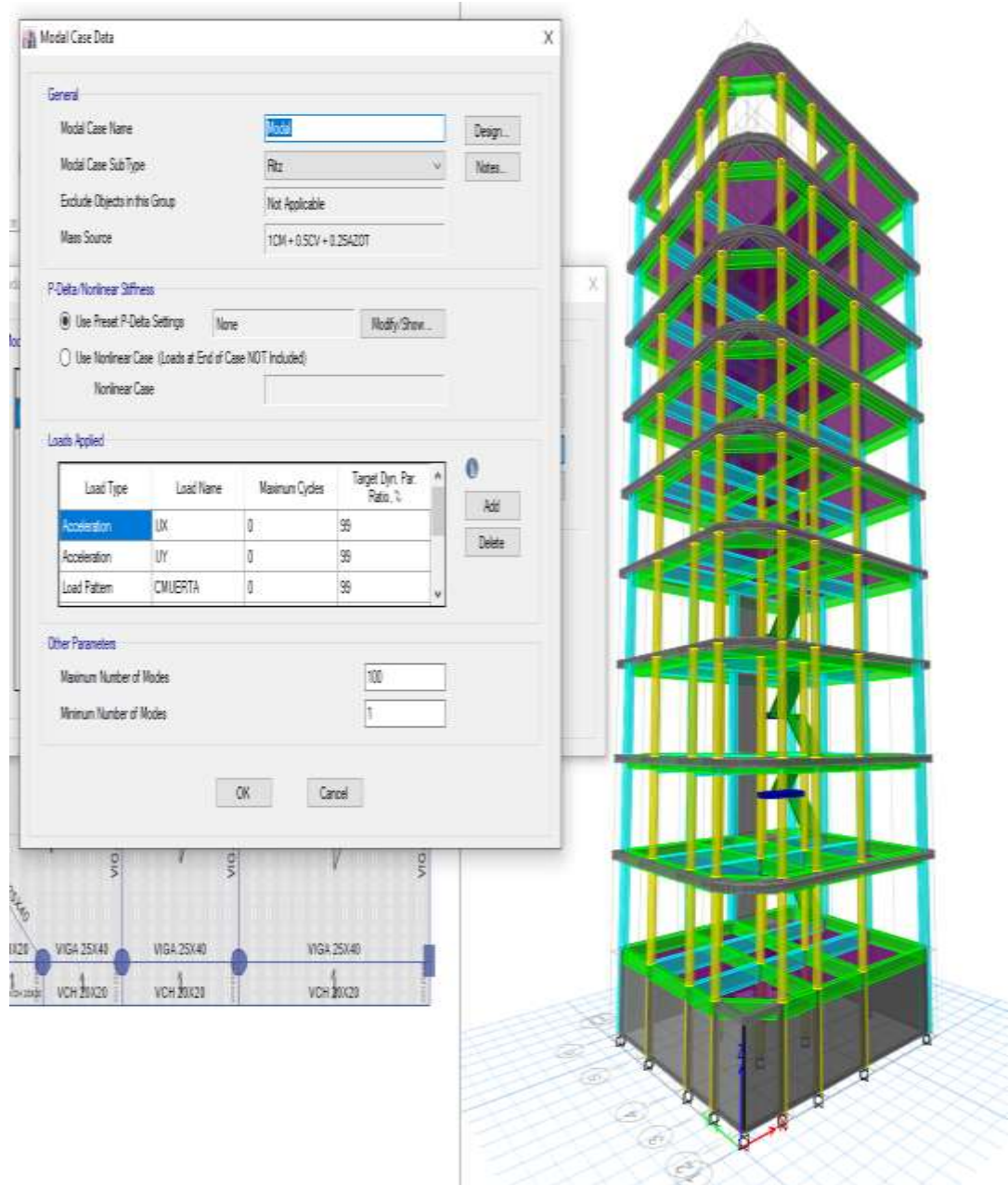


Figura 93. Asignación de vectores RITZ – Etabs v18

Fuente: Propio

Nota: En la fig. 93 Se puede apreciar la asignación de los vectores ritz en el programa de analisis Etabs v.18 que es favorable cuando se utilizan sistemas de disipacion sismica la cual convergen de mejor forma.

DETERMINACIÓN DE RESULTADOS CON UN ANÁLISIS TH

PRIMERO, Edificación evaluada tal cual fue concebida: Para la edificación tal cual fue concebida sin el reforzamiento de disipadores o muros de corte se evaluó con los 3 registros sísmicos en las dos direcciones a fin de obtener su respuesta sísmica en cuanto a deriva.

- **Registro sísmico LIMA 1966:** Para el registro de LIMA ajustados al espectro $R=1$, analizado en las dos direcciones consideradas E-W, N-S se obtiene:

CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 35. TH LIMA 1966 CASO I dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.1527	0.007073	2.7	0.002620	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.1456	0.00913	2.7	0.003381	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.1365	0.012169	2.7	0.004507	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.1243	0.014849	2.7	0.005500	OK
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.1095	0.016556	2.7	0.006132	OK
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.0929	0.022679	3	0.007560	NO PASA
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.0703	0.025573	3	0.008524	NO PASA
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.0447	0.026043	3	0.008681	NO PASA
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0186	0.01831	3	0.006103	OK
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0003	0.000334	2.55	0.000131	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima de 1966 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva límite de la norma E.030 los entrepisos del piso 2,3 y 4 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 36. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.3016	-0.008245	2.7	0.003054	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.3099	0.015439	2.7	0.005718	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.2944	0.021842	2.7	0.008090	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.2726	0.028146	2.7	0.010424	NO PASA
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.2445	0.035544	2.7	0.013164	NO PASA
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.2089	0.051191	3	0.017064	NO PASA
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.1577	0.057286	3	0.019095	NO PASA
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.1004	0.058057	3	0.019352	NO PASA
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0424	0.041727	3	0.013909	NO PASA
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0006	0.000649	2.55	0.000255	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima de 1966 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entrepisos del piso 1,2,3,4,5 y 6 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 37. TH LIMA 1966 CASO II dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.2029	0.010396	2.7	0.003850	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1925	0.011728	2.7	0.004344	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.1807	0.014916	2.7	0.005524	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.1658	0.018873	2.7	0.006990	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.1469	0.022841	2.7	0.008460	NO PASA
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.1241	0.031152	3	0.010384	NO PASA
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.0929	0.034365	3	0.011455	NO PASA
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0586	0.034302	3	0.011434	NO PASA
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0243	0.023807	3	0.007936	OK
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0005	0.000473	2.55	0.000185	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima de 1966 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entrepisos del piso 2,3,4 y 5 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 38. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.1951	0.000278	2.7	0.000103	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1948	0.010805	2.7	0.004002	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.1840	0.0126	2.7	0.004667	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.1714	0.015584	2.7	0.005772	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.1558	0.020742	2.7	0.007682	NO PASA
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.1351	0.031479	3	0.010493	NO PASA
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.1036	0.036918	3	0.012306	NO PASA
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0667	0.038646	3	0.012882	NO PASA
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0280	0.027587	3	0.009196	NO PASA
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0004	0.000432	2.55	0.000169	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima de 1966 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entresijos del piso 1,2,3,4 y 5 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- **Registro sísmico ICA 2007:** Con R=!, dirección E-W, N-S.

CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 39. TH ICA 2007 CASO I dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.2007	0.010373	2.7	0.003842	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.1903	0.012623	2.7	0.004675	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.1777	0.016272	2.7	0.006027	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.1614	0.019864	2.7	0.007357	NO PASA
PISO 5	TH ICA CASO I	0.1416	0.023074	2.7	0.008546	NO PASA
PISO 4	TH ICA CASO I	0.1185	0.030994	3	0.010331	NO PASA
PISO 3	TH ICA CASO I	0.0875	0.033244	3	0.011081	NO PASA
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0543	0.032003	3	0.010668	NO PASA
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0223	0.021861	3	0.007287	NO PASA
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0004	0.000396	2.55	0.000155	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del 2007 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entresijos del piso 1,2,3,4,5 y 6 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 40. TH ICA 2007 CASO I dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.2160	0.003543	2.7	0.001312	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.2125	0.01298	2.7	0.004807	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.1995	0.018221	2.7	0.006749	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.1813	0.022708	2.7	0.008410	NO PASA
PISO 5	TH ICA CASO I	0.1586	0.023865	2.7	0.008839	NO PASA
PISO 4	TH ICA CASO I	0.1347	0.032286	3	0.010762	NO PASA
PISO 3	TH ICA CASO I	0.1024	0.03682	3	0.012273	NO PASA
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0656	0.037963	3	0.012654	NO PASA
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0276	0.027184	3	0.009061	NO PASA
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0004	0.000432	2.55	0.000169	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del 2007 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entrepisos del piso 1,2,3,4,5 y 6 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 41. TH ICA 2007 CASO II dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.1424	0.007053	2.7	0.002612	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.1354	0.009151	2.7	0.003389	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.1262	0.01214	2.7	0.004496	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.1141	0.014802	2.7	0.005482	OK
PISO 5	TH ICA CASO II	0.0993	0.016781	2.7	0.006215	OK
PISO 4	TH ICA CASO II	0.0825	0.022255	3	0.007418	NO PASA
PISO 3	TH ICA CASO II	0.0602	0.023048	3	0.007683	NO PASA
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0372	0.021174	3	0.007058	NO PASA
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0160	0.015745	3	0.005248	OK
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0003	0.000274	2.55	0.000107	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del 2007 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entrepisos del piso 2,3 y 4 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 42. TH ICA 2007 CASO II dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.2523	0.004302	2.7	0.001593	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.2480	0.014737	2.7	0.005458	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.2333	0.020423	2.7	0.007564	NO PASA
PISO 6	TH ICA CASO II	0.2129	0.025171	2.7	0.009323	NO PASA
PISO 5	TH ICA CASO II	0.1877	0.029345	2.7	0.010869	NO PASA
PISO 4	TH ICA CASO II	0.1583	0.039945	3	0.013315	NO PASA
PISO 3	TH ICA CASO II	0.1184	0.043852	3	0.014617	NO PASA
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0745	0.042929	3	0.014310	NO PASA
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0316	0.031107	3	0.010369	NO PASA
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0005	0.000507	2.55	0.000199	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del 2007 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entresijos del piso 1,2,3,4,5,6 y 7 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- **Registro sísmica AREQUIPA 2001:** Con R=!, dirección E-W, N-S.
CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 43. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.1250	0.005418	2.7	0.002007	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.1196	0.00672	2.7	0.002489	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.1129	0.009145	2.7	0.003387	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.1037	0.011664	2.7	0.004320	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.0921	0.013769	2.7	0.005100	OK
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.0783	0.019177	3	0.006392	OK
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0591	0.021391	3	0.007130	NO PASA
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0377	0.021801	3	0.007267	NO PASA
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0159	0.015707	3	0.005236	OK
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0002	0.000225	2.55	0.000088	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entresijos del piso 2 y 3 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 44. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.1946	0.000356	2.7	0.000132	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.1942	0.009882	2.7	0.003660	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.1844	0.014407	2.7	0.005336	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.1700	0.018574	2.7	0.006879	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.1514	0.022825	2.7	0.008454	NO PASA
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.1286	0.031857	3	0.010619	NO PASA
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0967	0.035379	3	0.011793	NO PASA
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0613	0.035778	3	0.011926	NO PASA
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0255	0.025148	3	0.008383	NO PASA
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0004	0.000396	2.55	0.000155	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva límite de la norma E.030 los entrepisos del piso 1,2,3,4 y 5 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 45. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección X.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO II	0.1318	0.006266	2.7	0.002321	OK
PISO 8	TH AREQ CASO II	0.1255	0.007714	2.7	0.002857	OK
PISO 7	TH AREQ CASO II	0.1178	0.010209	2.7	0.003781	OK
PISO 6	TH AREQ CASO II	0.1076	0.012836	2.7	0.004754	OK
PISO 5	TH AREQ CASO II	0.0948	0.015238	2.7	0.005644	OK
PISO 4	TH AREQ CASO II	0.0795	0.020604	3	0.006868	OK
PISO 3	TH AREQ CASO II	0.0589	0.022177	3	0.007392	NO PASA
PISO 2	TH AREQ CASO II	0.0367	0.021763	3	0.007254	NO PASA
PISO 1	TH AREQ CASO II	0.0150	0.014691	3	0.004897	OK
SOTANO	TH AREQ CASO II	0.0003	0.000281	2.55	0.000110	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección X de la estructura como esta concebida, en base a la deriva límite de la norma E.030 los entrepisos del piso 2 y 3 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 46. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección Y.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.2356	0.025486	2.7	0.003439	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.2101	0.010883	2.7	0.004031	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.1993	0.015701	2.7	0.005815	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.1836	0.020392	2.7	0.007553	NO PASA
PISO 5	TH ICA CASO II	0.1632	0.025243	2.7	0.009349	NO PASA
PISO 4	TH ICA CASO II	0.1379	0.034748	3	0.011583	NO PASA
PISO 3	TH ICA CASO II	0.1032	0.038445	3	0.012815	NO PASA
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0647	0.038362	3	0.012787	NO PASA
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0264	0.025937	3	0.008646	NO PASA
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0004	0.000435	2.55	0.000171	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección Y de la estructura como esta concebida, en base a la deriva limite de la norma E.030 los entrepisos del piso 1,2,3,4,5 y 6 no cumplen con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

RESUMEN DE DERIVAS MÁXIMAS: Producidas por el sismo Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 mediante un análisis TH en la edificación tal cual está concebida. **Dirección X-X**

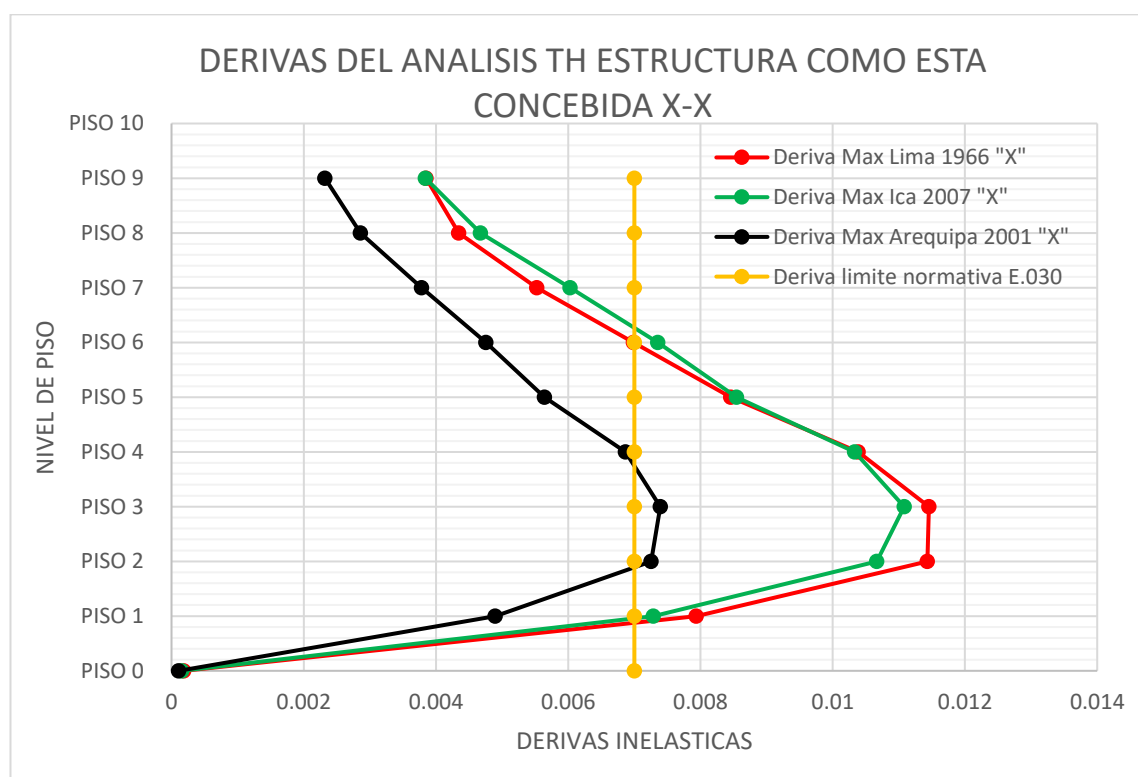


Figura 94. Derivas máx. del Análisis TH estructura concebida X-X

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 94 se observa el resumen de las maximas derivas de la estructura como esta concebida en la direccion X producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 37, Ica 2007 que se presenta en la tabla 39, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 45, mediante un analisis tiempo historia, comparando en base a la deriva limite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos sobrepasan el limite de deriva normativa de 0.007.

Dirección Y-Y

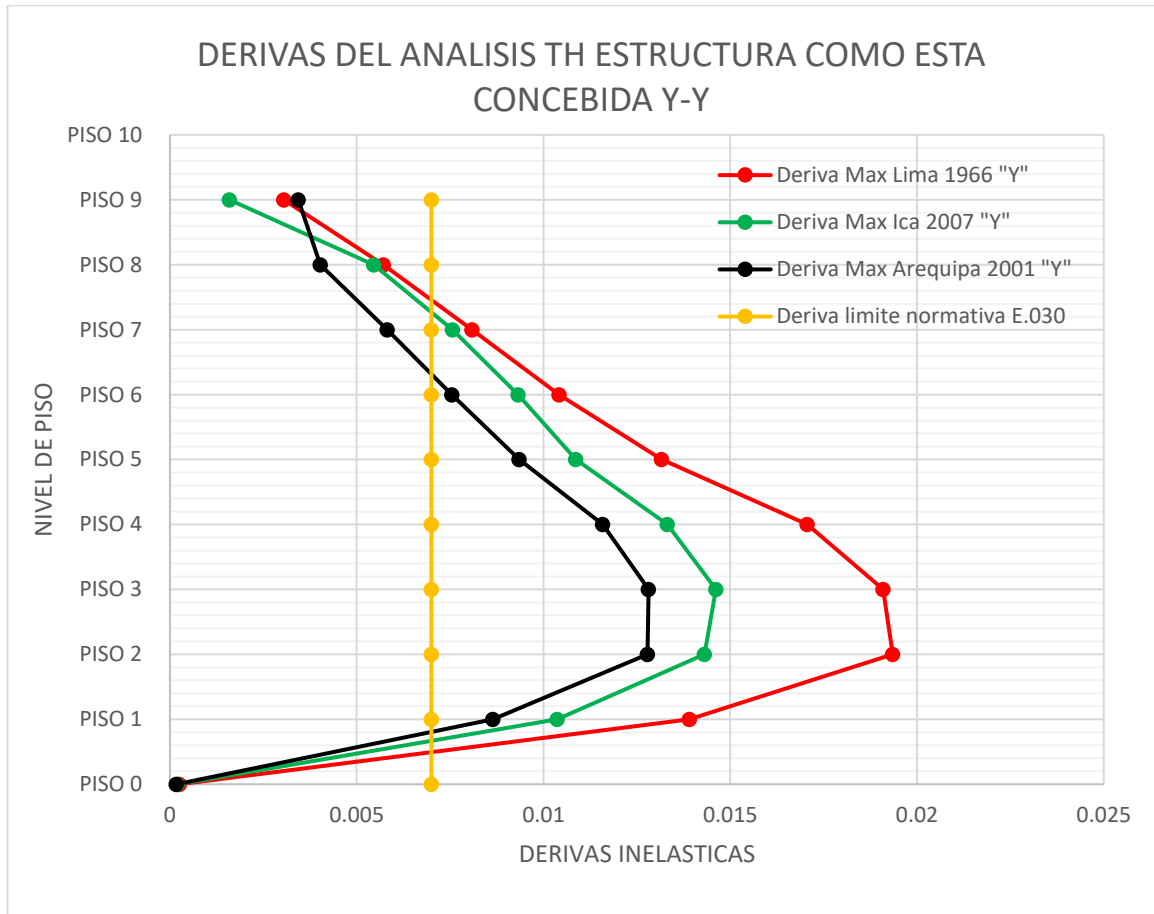


Figura 95. Derivas máx. del Análisis TH estructura concebida Y-Y

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 95 se observa el resumen de las maximas derivas de la estructura como esta concebida en la direccion Y producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 36, Ica 2007 que se presenta en la tabla 42, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 46, mediante un analisis tiempo historia, comparando en base a la deriva limite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos sobrepasan el limite de deriva normativa de 0.007 siendo en esta direccion Y el sentido mas flexible..

SEGUNDO, Edificación evaluada con reforzamiento de muros de corte:

Se añadió al sistema estructural los muros de corte en los ejes 2-2, 6-6 siendo de espesores de 35cm hasta el piso 3 y del piso 4 al 9 se colocó espesores de 30cm pertenecientes al eje X, en cuanto a la dirección Y en los ejes B-B y F-F se colocaron muros de corte de espesor de 30 cm desde el piso 1 al piso 9, utilizando una resistencia a la compresión de 210kg/cm^2 , de tal forma de mejorar las respuestas sísmicas de la estructura ya que la estructura no cumple la norma E.030.

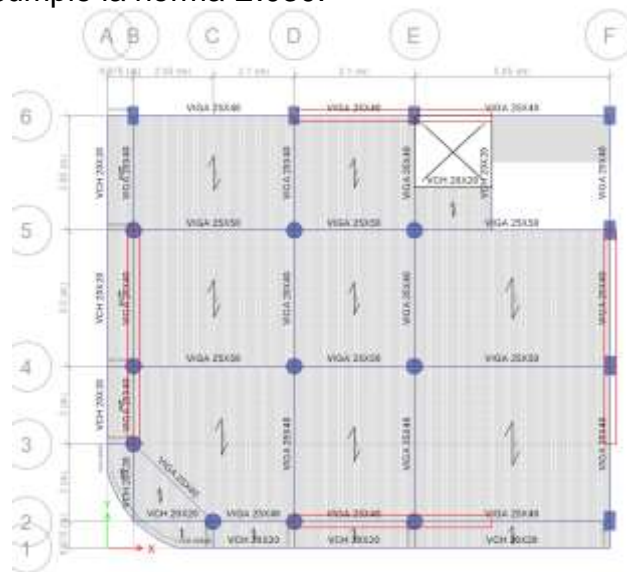


Figura 96. Estructura en planta reforzada con muros de corte.

Fuente: Propio

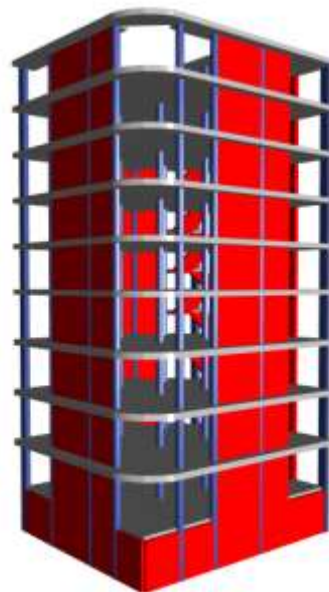


Figura 97. Vista en 3D estructura reforzada- Etabs v.18.

Fuente: Propio

CÁLCULO DE DERIVAS

- **Registro sísmica LIMA 1966:** R=1, direcciones consideras E-W,N-S.
CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 47. TH LIMA 1966 CASO I dirección X. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.1206	0.014154	2.7	0.005242	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.1065	0.014622	2.7	0.005416	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.0918	0.015065	2.7	0.005580	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.0768	0.015278	2.7	0.005659	OK
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.0615	0.015066	2.7	0.005580	OK
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.0464	0.015786	3	0.005262	OK
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.0306	0.013677	3	0.004559	OK
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.0170	0.010485	3	0.003495	OK
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0065	0.005905	3	0.001968	OK
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0006	0.000571	2.55	0.000224	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima del año 1966 en la direccion X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 48. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.1353	0.016596	2.7	0.006147	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.1187	0.016766	2.7	0.006210	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.1020	0.017099	2.7	0.006333	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.0849	0.017124	2.7	0.006342	OK
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.0678	0.016629	2.7	0.006159	OK
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.0511	0.01732	3	0.005773	OK
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.0338	0.015027	3	0.005009	OK
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.0188	0.011502	3	0.003834	OK
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0073	0.006464	3	0.002155	OK
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0008	0.000813	2.55	0.000319	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima del año 1966 en la direccion Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 49. TH LIMA 1966 CASO II dirección X. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.1458	0.01713	2.7	0.006344	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1287	0.017746	2.7	0.006573	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.1110	0.018319	2.7	0.006785	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.0926	0.018601	2.7	0.006889	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.0740	0.018335	2.7	0.006791	OK
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.0557	0.019161	3	0.006387	OK
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.0365	0.016495	3	0.005498	OK
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0200	0.012582	3	0.004194	OK
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0075	0.006888	3	0.002296	OK
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0006	0.000577	2.55	0.000226	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima del año 1966 en la dirección X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 50. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.1159	0.013493	2.7	0.004997	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1024	0.014261	2.7	0.005282	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.0881	0.014551	2.7	0.005389	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.0736	0.014609	2.7	0.005411	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.0590	0.014292	2.7	0.005293	OK
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.0447	0.014923	3	0.004974	OK
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.0298	0.01303	3	0.004343	OK
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0167	0.010093	3	0.003364	OK
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0066	0.005819	3	0.001940	OK
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0008	0.000815	2.55	0.000320	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima del año 1966 en la dirección Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- **Registro sísmica ICA 2007:** R=1, direcciones consideras E-W,N-S.
CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 51. TH ICA 2007 CASO I dirección X. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.0953	0.010314	2.7	0.003820	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.0850	0.010791	2.7	0.003997	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.0742	0.011292	2.7	0.004182	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.0629	0.011718	2.7	0.004340	OK
PISO 5	TH ICA CASO I	0.0512	0.011879	2.7	0.004400	OK
PISO 4	TH ICA CASO I	0.0393	0.012843	3	0.004281	OK
PISO 3	TH ICA CASO I	0.0265	0.011463	3	0.003821	OK
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0150	0.009146	3	0.003049	OK
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0059	0.005309	3	0.001770	OK
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0006	0.000583	2.55	0.000229	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del año 2007 en la direccion X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 52. TH ICA 2007 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.1052	0.012621	2.7	0.004674	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.0926	0.012924	2.7	0.004787	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.0797	0.013207	2.7	0.004891	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.0665	0.01327	2.7	0.004915	OK
PISO 5	TH ICA CASO I	0.0532	0.012979	2.7	0.004807	OK
PISO 4	TH ICA CASO I	0.0402	0.013518	3	0.004506	OK
PISO 3	TH ICA CASO I	0.0267	0.011732	3	0.003911	OK
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0150	0.009046	3	0.003015	OK
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0059	0.005193	3	0.001731	OK
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0007	0.000732	2.55	0.000287	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del año 2007 en la direccion Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 53. TH ICA 2007 CASO II dirección X. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.1141	0.013241	2.7	0.004904	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.1008	0.013721	2.7	0.005082	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.0871	0.014189	2.7	0.005255	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.0729	0.014444	2.7	0.005350	OK
PISO 5	TH ICA CASO II	0.0585	0.014288	2.7	0.005292	OK
PISO 4	TH ICA CASO II	0.0442	0.015004	3	0.005001	OK
PISO 3	TH ICA CASO II	0.0292	0.013012	3	0.004337	OK
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0162	0.010032	3	0.003344	OK
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0061	0.005592	3	0.001864	OK
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0005	0.000534	2.55	0.000209	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del año 2007 en la dirección X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 54. TH ICA 2007 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte.

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.0859	0.009144	2.7	0.003387	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.0767	0.010172	2.7	0.003767	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.0665	0.010477	2.7	0.003880	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.0561	0.010655	2.7	0.003946	OK
PISO 5	TH ICA CASO II	0.0454	0.010593	2.7	0.003923	OK
PISO 4	TH ICA CASO II	0.0348	0.011281	3	0.003760	OK
PISO 3	TH ICA CASO II	0.0235	0.010068	3	0.003356	OK
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0135	0.007992	3	0.002664	OK
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0055	0.004753	3	0.001584	OK
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0007	0.000722	2.55	0.000283	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del año 2007 en la dirección Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- **Registro sísmica AREQUIPA 2001:** R=1, direcciones consideras E-W, N-S.

CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 55. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección X. Ref. muros de corte

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.0859	0.010064	2.7	0.003727	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.0758	0.010502	2.7	0.003890	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.0653	0.010847	2.7	0.004017	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.0545	0.010975	2.7	0.004065	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.0435	0.010767	2.7	0.003988	OK
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.0328	0.011246	3	0.003749	OK
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0215	0.009678	3	0.003226	OK
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0118	0.007393	3	0.002464	OK
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0044	0.004063	3	0.001354	OK
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0004	0.000373	2.55	0.000146	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la direccion X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 56. TH AREQUIPA 2001 CASO I dirección Y. Ref. muros de corte

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.0684	0.007922	2.7	0.002934	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.0605	0.008475	2.7	0.003139	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.0520	0.008667	2.7	0.003210	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.0434	0.008703	2.7	0.003223	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.0347	0.008464	2.7	0.003135	OK
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.0262	0.008803	3	0.002934	OK
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0174	0.007657	3	0.002552	OK
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0097	0.005885	3	0.001962	OK
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0038	0.003363	3	0.001121	OK
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0005	0.00048	2.55	0.000188	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la direccion Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva limite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 57. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección X. Ref. muros de corte

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO II	0.0876	0.010181	2.7	0.003771	OK
PISO 8	TH AREQ CASO II	0.0774	0.010612	2.7	0.003930	OK
PISO 7	TH AREQ CASO II	0.0668	0.010972	2.7	0.004064	OK
PISO 6	TH AREQ CASO II	0.0558	0.011146	2.7	0.004128	OK
PISO 5	TH AREQ CASO II	0.0447	0.010985	2.7	0.004069	OK
PISO 4	TH AREQ CASO II	0.0337	0.011487	3	0.003829	OK
PISO 3	TH AREQ CASO II	0.0222	0.009921	3	0.003307	OK
PISO 2	TH AREQ CASO II	0.0123	0.007622	3	0.002541	OK
PISO 1	TH AREQ CASO II	0.0046	0.004239	3	0.001413	OK
SOTANO	TH AREQ CASO II	0.0004	0.000402	2.55	0.000158	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección X de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 58. TH AREQUIPA 2001 CASO II dirección Y. Ref. muros de corte

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO II	0.0782	0.009548	2.7	0.003536	OK
PISO 8	TH AREQ CASO II	0.0686	0.009688	2.7	0.003588	OK
PISO 7	TH AREQ CASO II	0.0589	0.009887	2.7	0.003662	OK
PISO 6	TH AREQ CASO II	0.0490	0.00991	2.7	0.003670	OK
PISO 5	TH AREQ CASO II	0.0391	0.009659	2.7	0.003577	OK
PISO 4	TH AREQ CASO II	0.0295	0.010013	3	0.003338	OK
PISO 3	TH AREQ CASO II	0.0194	0.008648	3	0.002883	OK
PISO 2	TH AREQ CASO II	0.0108	0.00659	3	0.002197	OK
PISO 1	TH AREQ CASO II	0.0042	0.003721	3	0.001240	OK
SOTANO	TH AREQ CASO II	0.0005	0.000488	2.55	0.000191	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección Y de la estructura reforzada con muros de corte, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

RESUMEN DE DERIVAS MÁXIMAS: Producidas por el sismo Lima1966, Ica2007 y Arequipa2001 mediante un análisis TH en la edificación con reforzamiento convencional “muros de corte”. **Dirección X-X**

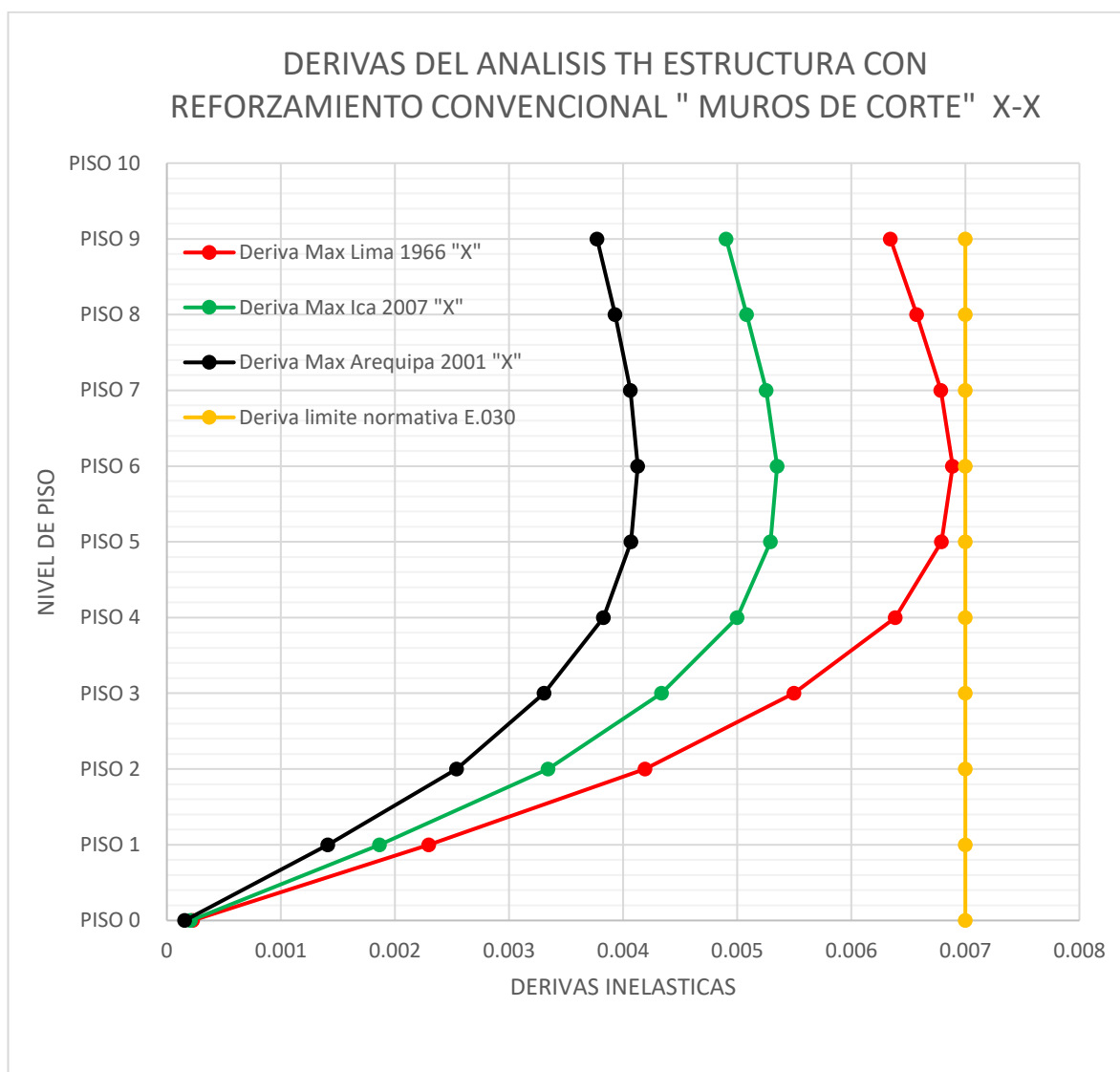


Figura 98. Derivas máx. del Análisis TH estructura muros de corte X-X.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 98 se observa el resumen de las maximas derivas de la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” en la direccion X producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 49, Ica 2007 que se presenta en la tabla 53, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 57, mediante un analisis tiempo historia, comparando en base a la deriva limite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos estan dentro del limite de la normativa llegando a derivas adecuadas, la cual es beneficioso a nivel estructural ya que mejoramos el comportamiento de la estructura.

Dirección Y-Y

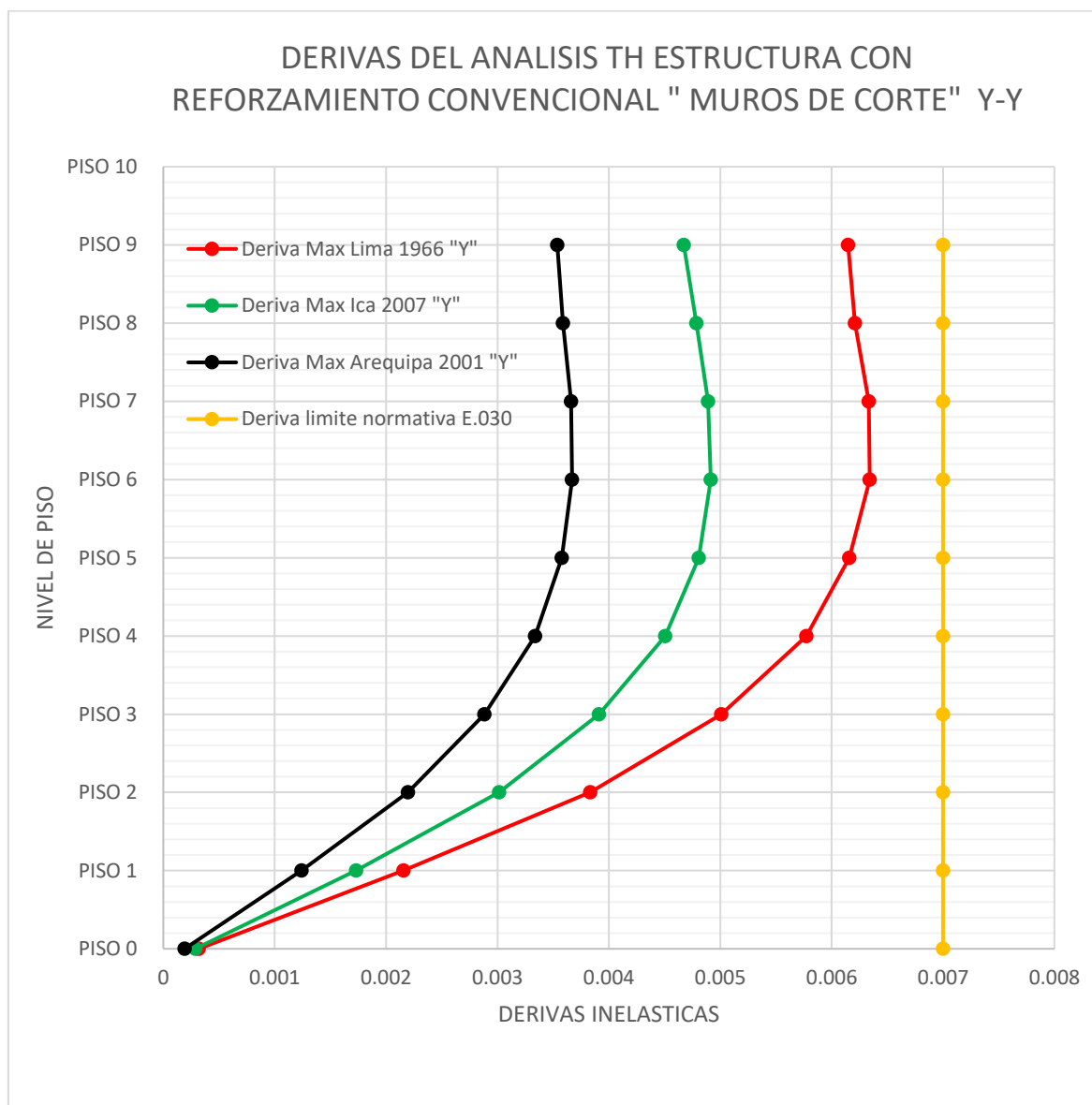


Figura 99. Derivas máx. del Análisis TH estructura muros de corte Y-Y.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 99 se observa el resumen de las máximas derivas de la estructura con reforzamiento convencional "muros de corte" en la dirección Y producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 48, Ica 2007 que se presenta en la tabla 52, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 58, mediante un análisis tiempo historia, comparando en base a la deriva límite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos están dentro del límite de la normativa llegando a derivas adecuadas, lo cual es beneficioso a nivel estructural ya que mejoramos el comportamiento de la estructura.

CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTOS (cm):

Para el cálculo de los desplazamientos se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales

Desplazamiento SISMO LIMA 1966

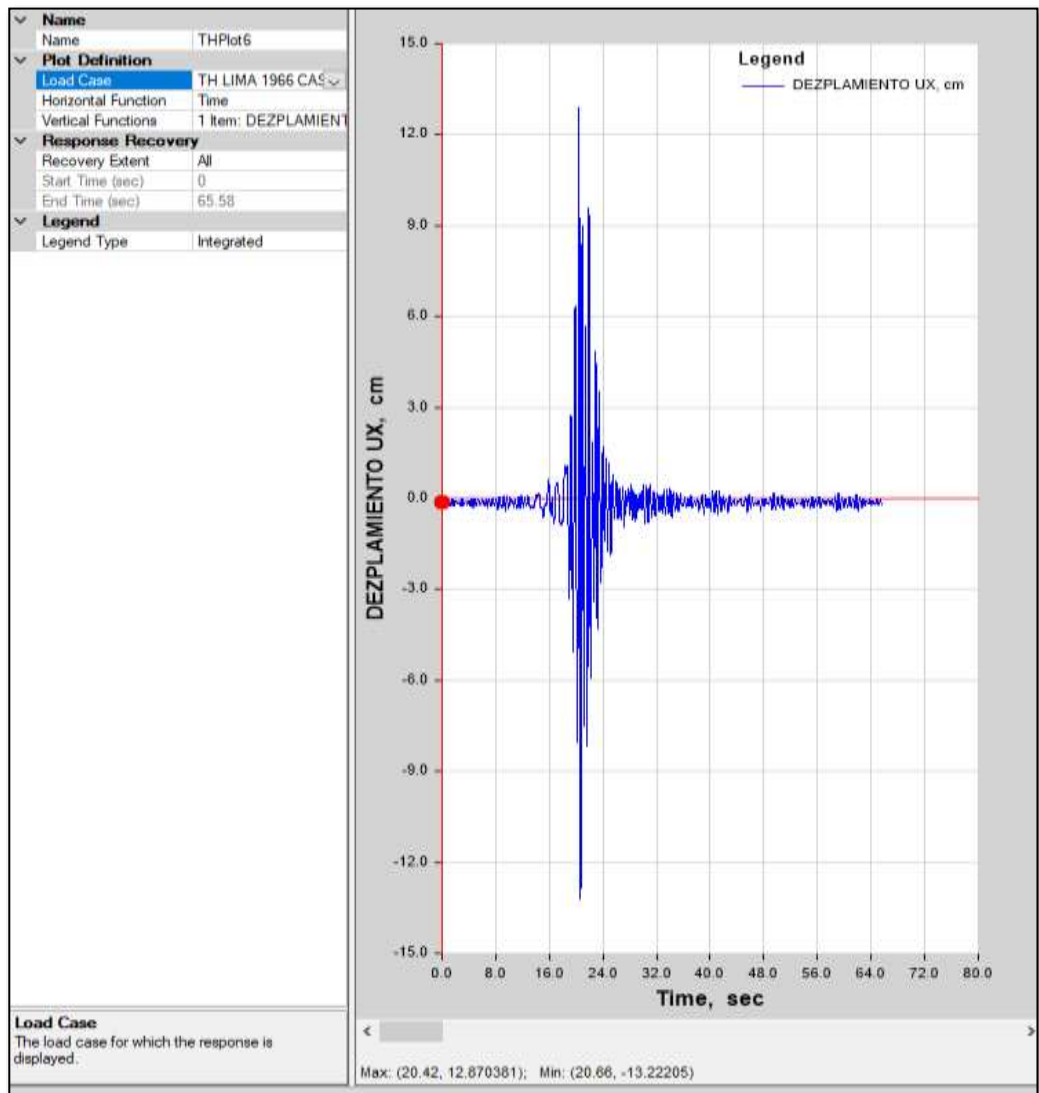


Figura 100. Desplazamiento Sismo Lima 1966 muros de corte.

Fuente: Propio

Desplazamiento SISMO ICA 2007

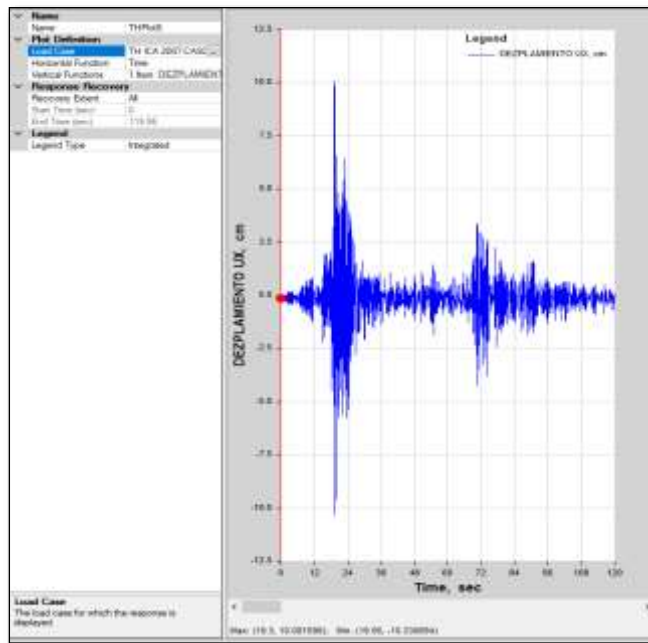


Figura 101. Desplazamiento en Sismo de Ica 2007 muros de corte.

Fuente: Propio

Desplazamiento SISMO AREQUIPA 2001

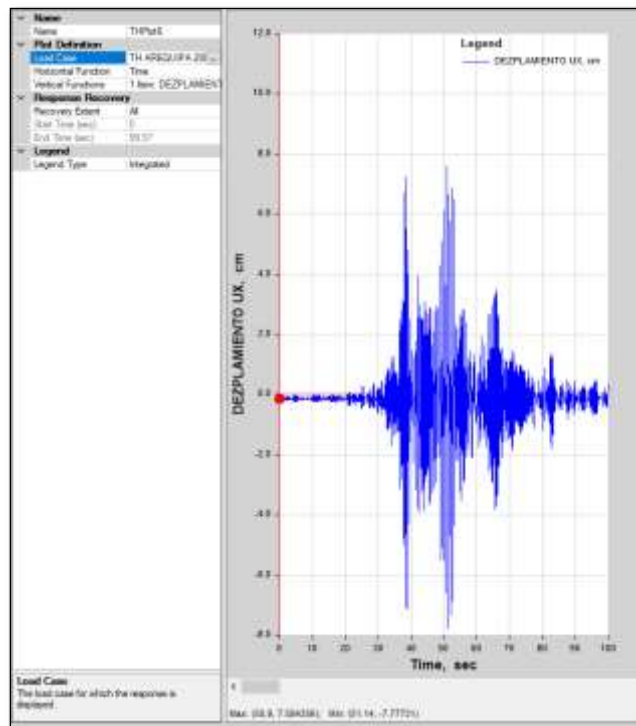


Figura 102. Desplazamiento en Sismo de Arequipa 2001 muros de corte.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 100, 101, 102 se presentan los desplazamientos máximos para la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.66 donde se produce el máximo desplazamiento de 13.22cm, Ica 2007 siendo el segundo 19.56 donde se produce el máximo desplazamiento de 10.33cm, Arequipa 2001 siendo el segundo 51.14 donde se produce el máximo desplazamiento de 7.77cm teniendo como resumen la figura 103.

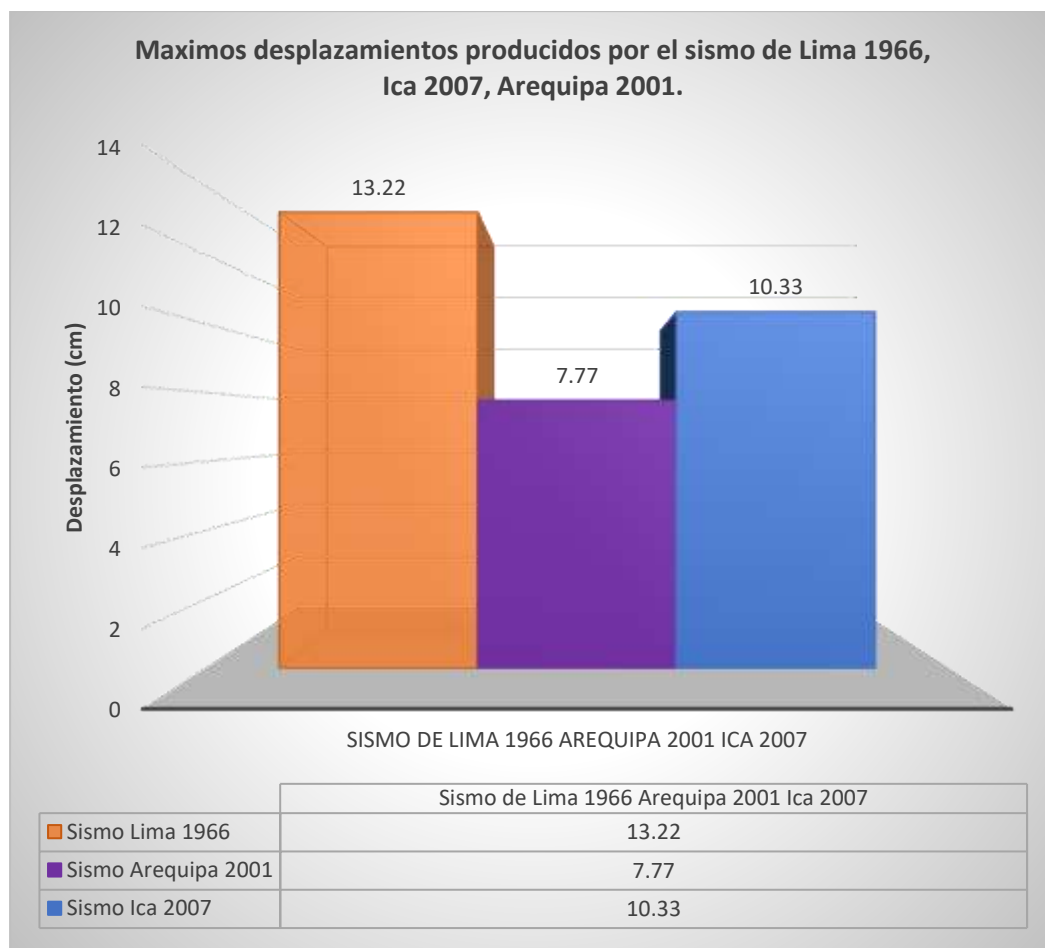


Figura 103. Máximos desplazamientos de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 103 se observa el resumen de los maximos desplazamientos producidos en la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” siendo el sismo de Lima 1966 el que mas desplazamiento genera de 13.22cm a la estructura a nivel de un analisis tiempo historia, seguido del sismo de Ica 2007 con 10.33cm y por ultimo el sismo de Arequipa 2001 que genera menor desplazamiento a la estructura con 7.77cm, tomando en cuenta que los datos son obtenidos de un mismo punto elegido que se encuentra en el piso 8 en el centro de masas de la estructura analizada.

Cálculo de Aceleraciones (m/s²):

Para el cálculo de las aceleraciones se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales

Aceleración SISMO LIMA 1966

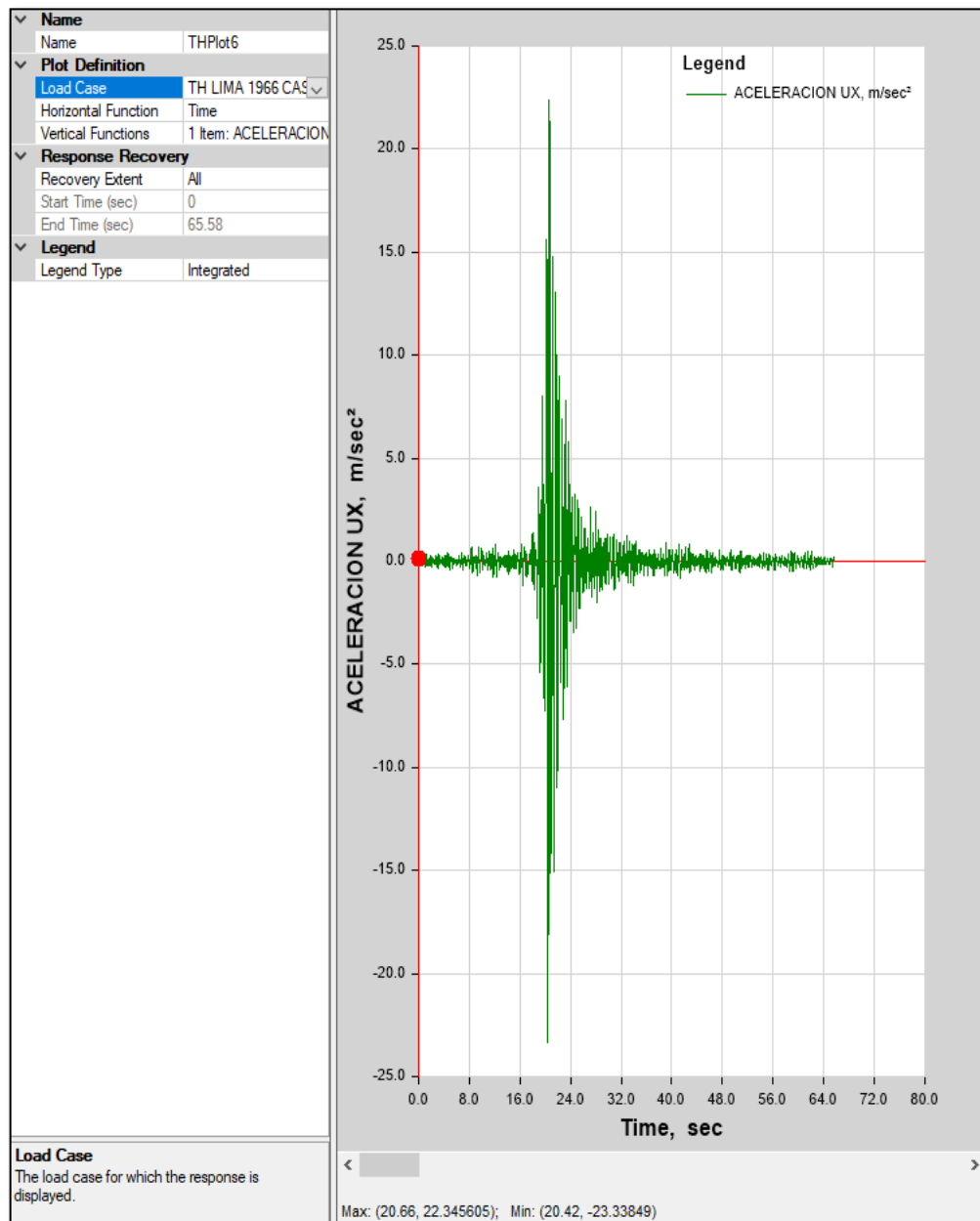


Figura 104. Aceleraciones en Sismo de Lima 1966 muros de corte.

Fuente: Propio

Aceleración SISMO ICA 2007

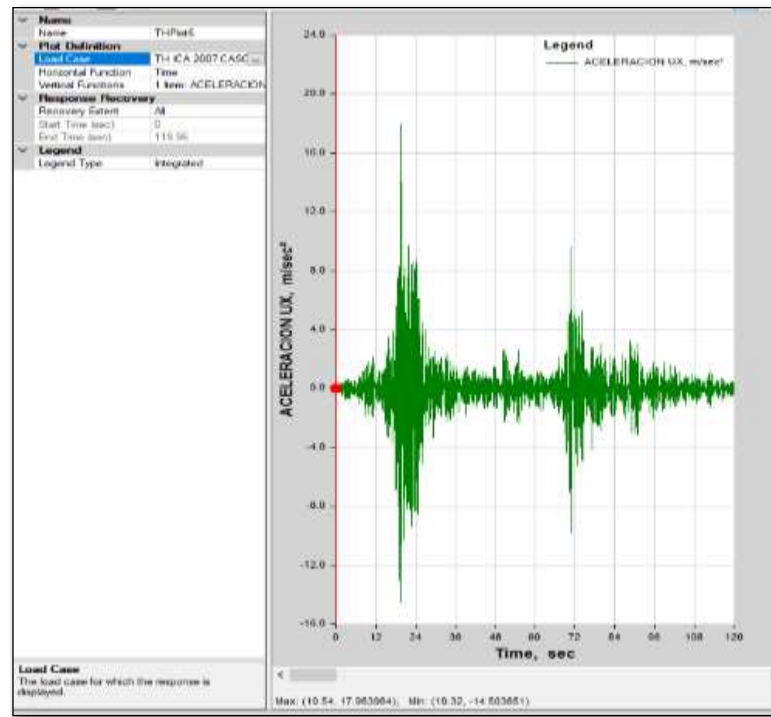


Figura 105. Aceleraciones en Sismo de Ica 2007 muros de corte

Fuente: Propio

Aceleración SISMO AREQUIPA 2001

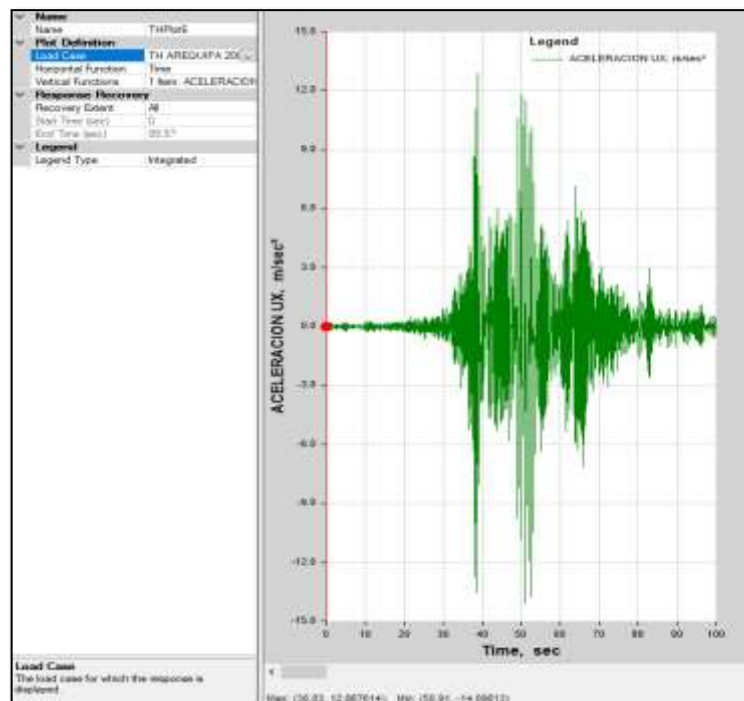


Figura 106. Aceleraciones en Sismo de Arequipa 2001 muros de corte

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 104, 105, 106 se presentan las aceleraciones máximas para la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.42 donde se produce la maxima aceleracion de 23.33m/s², Ica 2007 siendo el segundo 19.54 donde se produce la maxima aceleracion de 17.98m/s², Arequipa 2001 siendo el segundo 50.91 donde se produce el máximo desplazamiento de 14.09 m/s² teniendo como resumen la figura 107.

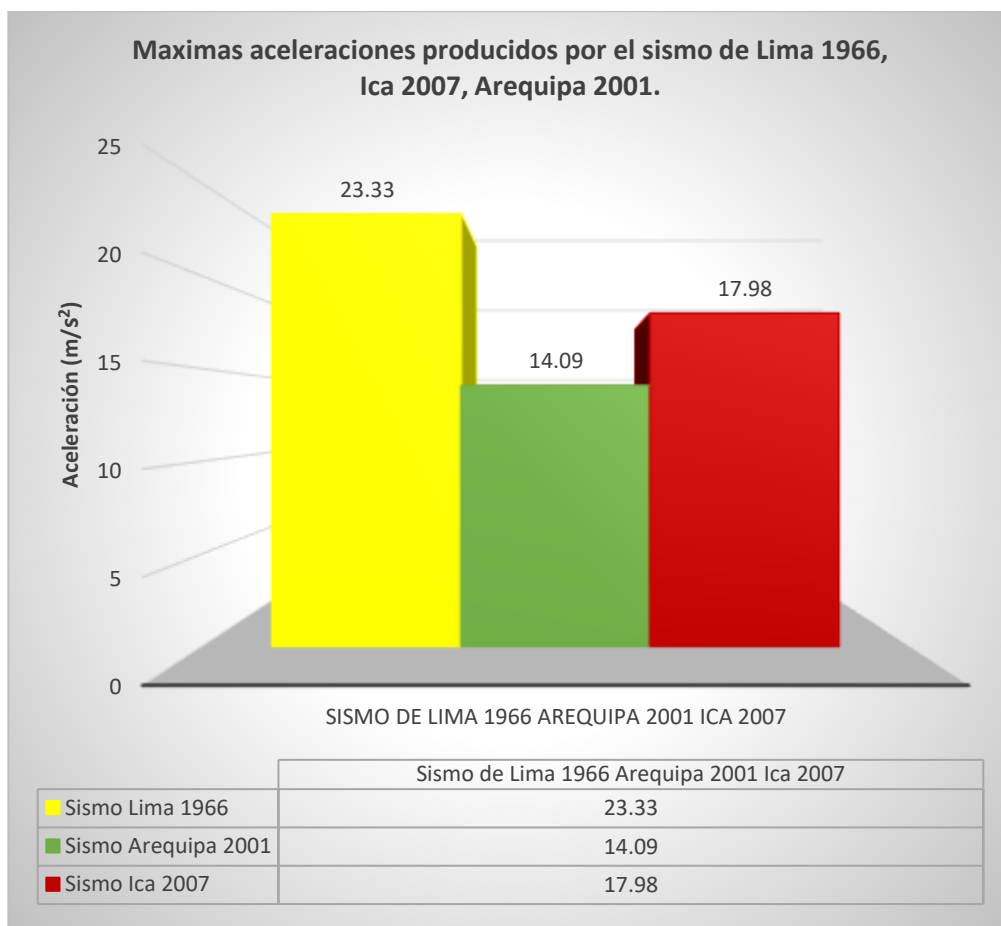


Figura 107. Máximas aceleraciones de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 107 se observa el resumen de las maximas aceleraciones producidos en la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” siendo el sismo de Lima 1966 el que mas aceleracion genera de 23.33m/s² la estructura a nivel de un analisis tiempo historia, seguido del sismo de Ica 2007 con 17.98m/s² y por ultimo el sismo de Arequipa 2001 que genera menor aceleracion a la estructura con 14.09 m/s², tomando en cuenta que los datos son obtenidos de un mismo punto elegido que se encuentra en el piso 8 en el centro de masas de la estructura analizada.

Calculo de Energía disipada (Tonf – m):

La energía disipada producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales donde el sistema estructural de pórticos y muros de corte son los que disipan toda la energía.

Energía disipada SISMO LIMA 1966

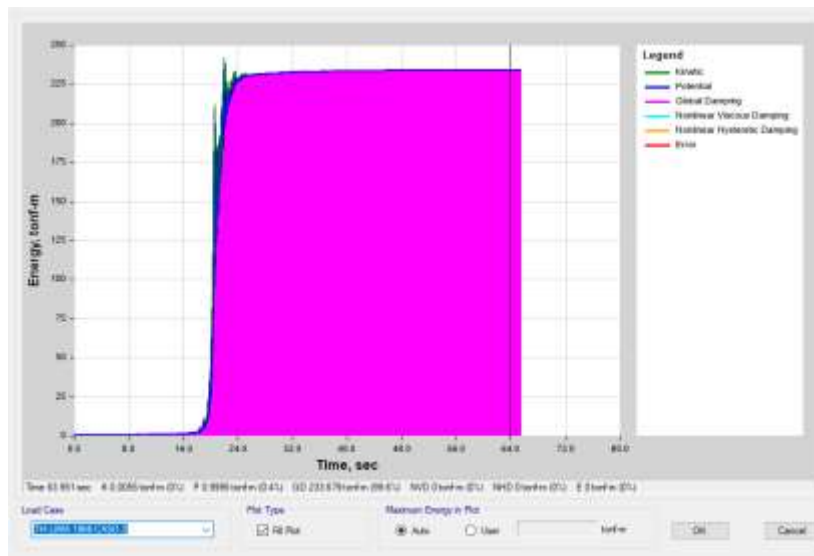


Figura 108. Energía de disipada Sismo Lima 1966 muros de corte

Fuente: Propio

Energía disipada SISMO ICA 2007



Figura 109. Energía de disipada Sismo Ica 2007 muros de corte

Fuente: Propio

Energía disipada SISMO AREQUIPA 2001

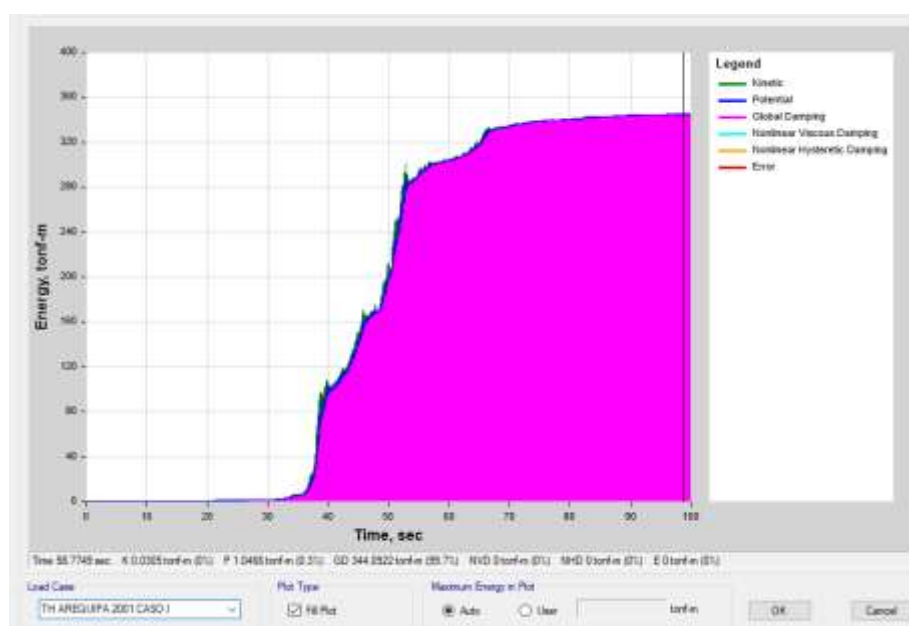


Figura 110. Energía de disipada Sismo Arequipa 2001 muros de corte

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 108, 109, 110 se presenta la disipación de energía para la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo la energía disipada de 233.67 tonf-m, Ica 2007 siendo la energía disipada de 336.30 tonf-m, Arequipa 2001 siendo la energía disipada de 344.09 tonf-m, en todos los casos energía disipada por sistema estructural de porticos y muros de corte teniendo como resumen la figura 111.

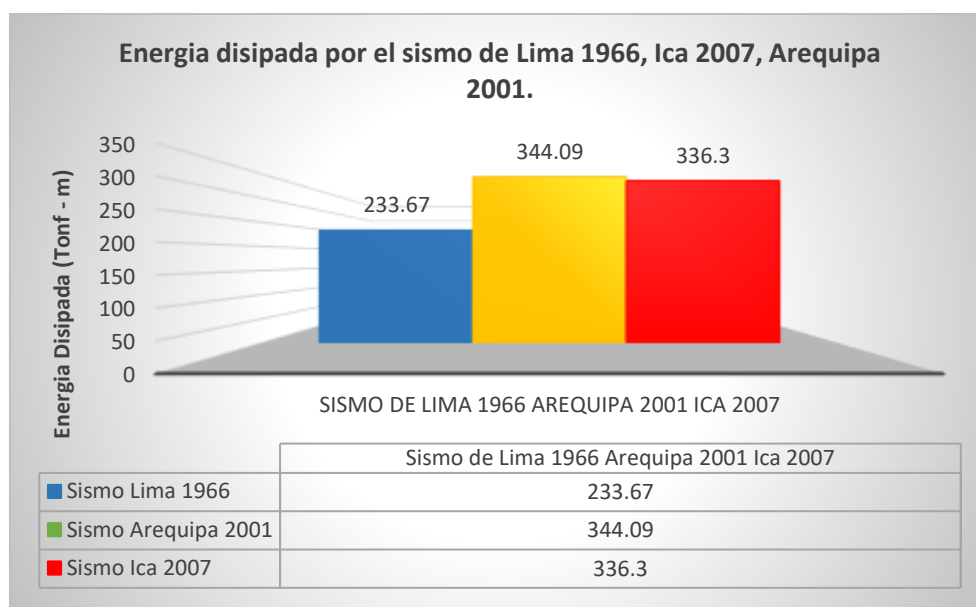


Figura 111. Energía Disipada de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Calculo de Cortante basal (ton):

Para el cálculo del cortante basal se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales

Cortante basal SISMO LIMA 1966

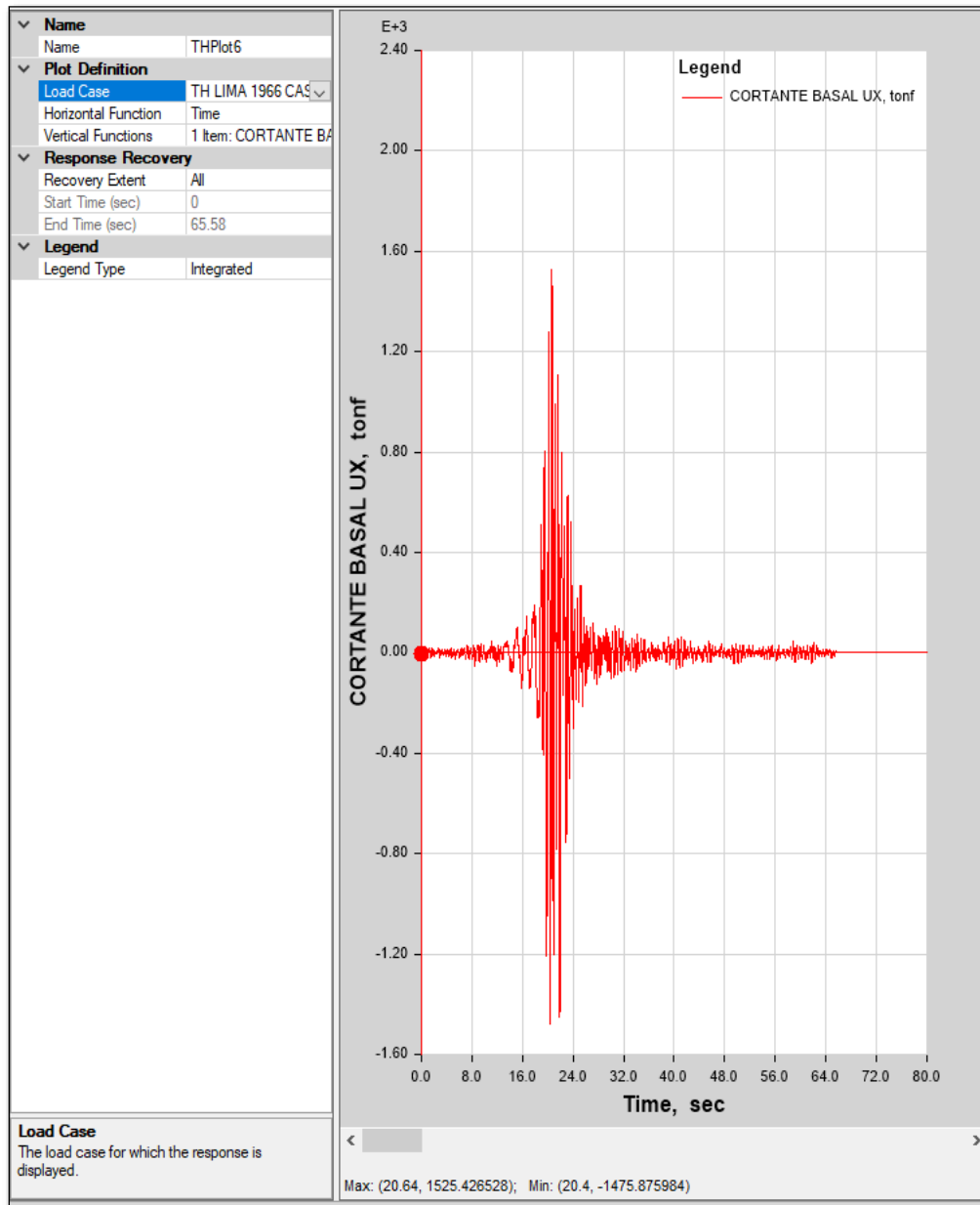


Figura 112. Cortante basal Sismo Lima 1966 muros de corte

Fuente: Propio

Cortante basal SISMO ICA 2007

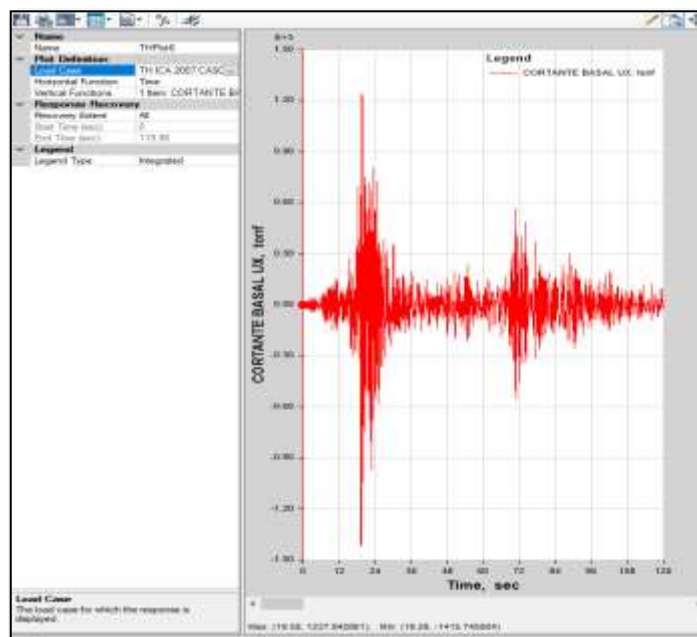


Figura 113. Cortante basal Sismo Ica 2007 muros de corte

Fuente: Propio

Cortante basal SISMO AREQUIPA 2001

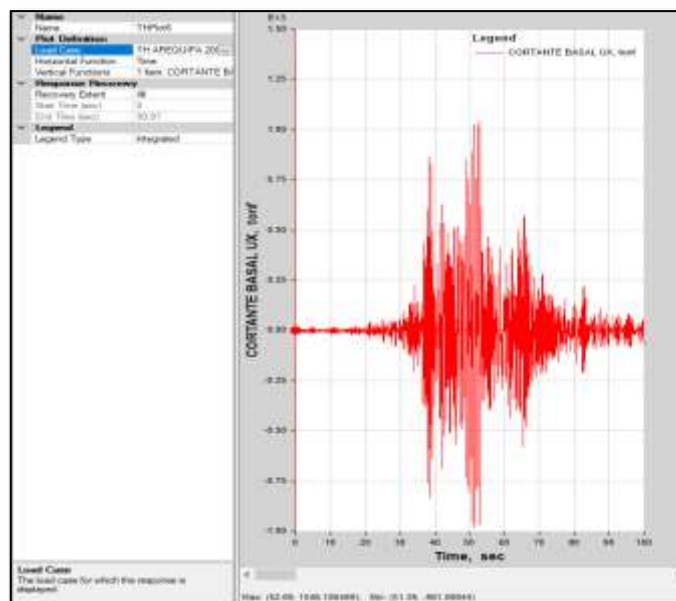


Figura 114. Cortante basal Sismo Arequipa 2001 muros de corte

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 112, 113, 114 se presentan las cortantes basales máximas para la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.64 donde se produce la máxima cortante

basal de 1525.42Ton, Ica 2007 siendo el segundo 19.28 donde se produce la maxima cortante basal de 1415.74Ton, Arequipa 2001 siendo el segundo 52.69 donde se produce la maxima cortante basal de 1046.10Ton teniendo como resumen la figura 115.

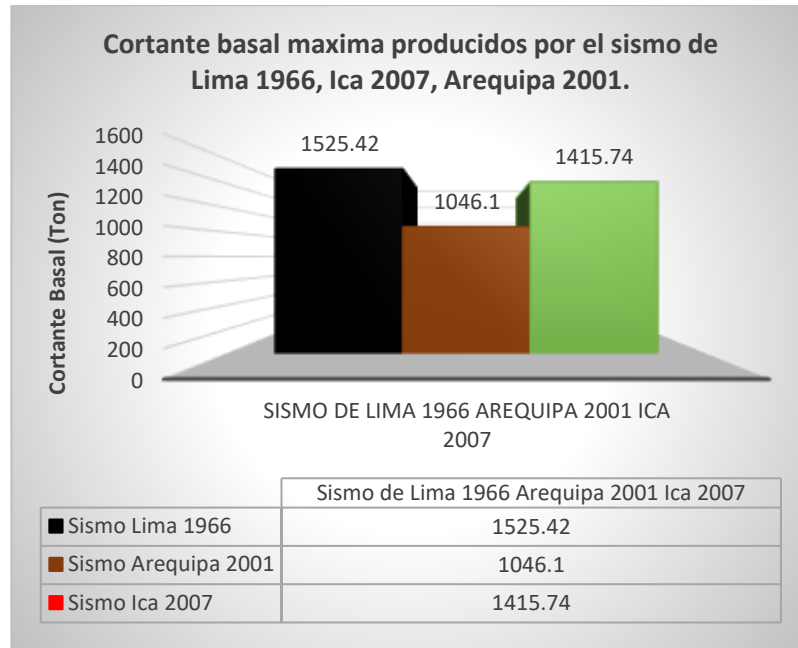


Figura 115. Cortante basal máx. de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Calculo de Periodo (seg.): El cálculo del periodo considerando el primero modo que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales siendo el periodo de 0.503 seg.

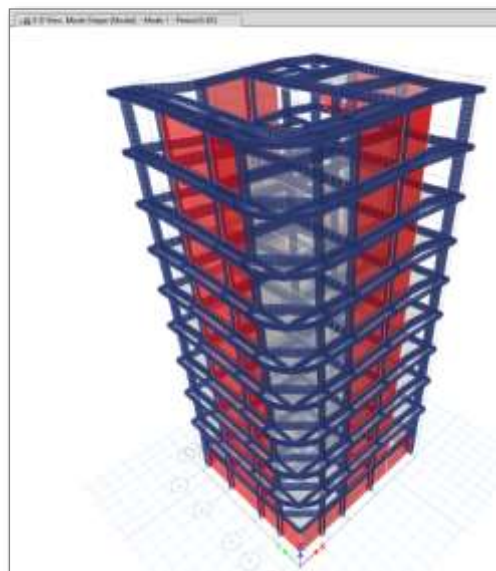


Figura 116. Periodo de vibración incorporando Muros de Corte.

Fuente: Propio

TERCERO, Edificación evaluada con reforzamiento de disipadores Shear Link Bozzo (SLB): Se incorporo al sistema estructural disipadores SLB, considerando la disipación en los extremos del edificio donde se presenta los mayores desplazamiento ejes 2-2, 6-6, donde se consideró los Slbs; SLB3 25_2, SLB2 20_4, , SLB2 15_3, SLB2 15_2, SLB2 10_4, SLB2 10_3, SLB2 8_2 un total de 45 disipadores, y en los ejes B-B y F-F se consideró los Slbs; SLB3 25_2, SLB2 20_4, SLB2 20_3, SLB2 15_3, SLB2 10_4, SLB2 8_2 un total de 54 disipadores, de tal forma de mejorar las respuestas sísmicas de la estructura mediante la disipación de energía.

La sección donde se apoyará el disipador será en un armado tipo chevron teniendo como brazos metálicos que se comporten en el rango elástico ya que durante un evento sísmico los brazos donde se encuentran lo disipadores SLB no deben fallar puesto que los disipadores son los que entran en el rango inelástico.

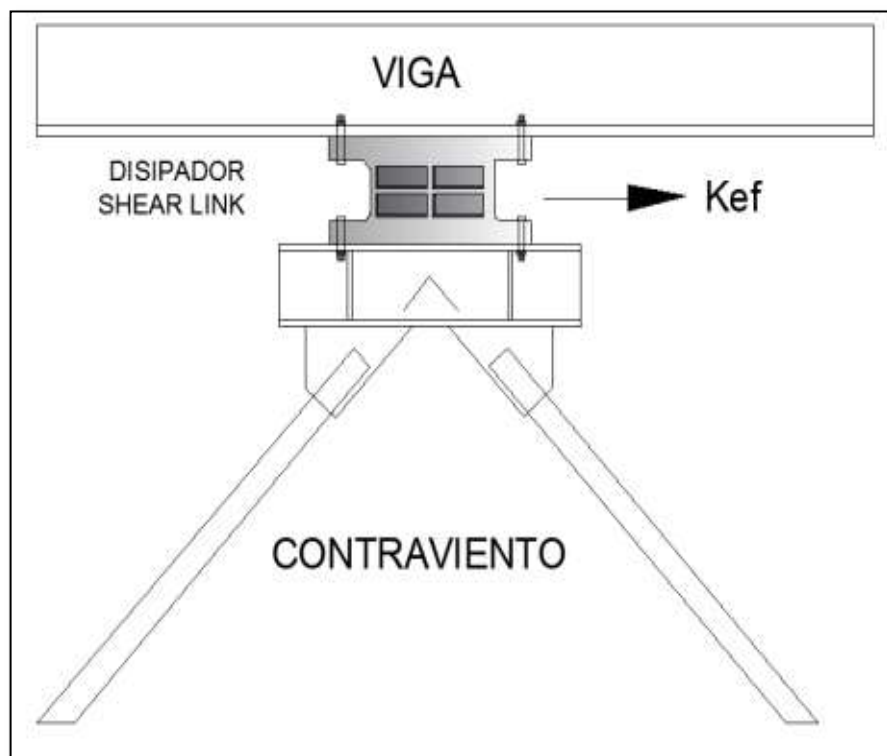


Figura 117. Diagonales de acero con disipador SLB.

Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

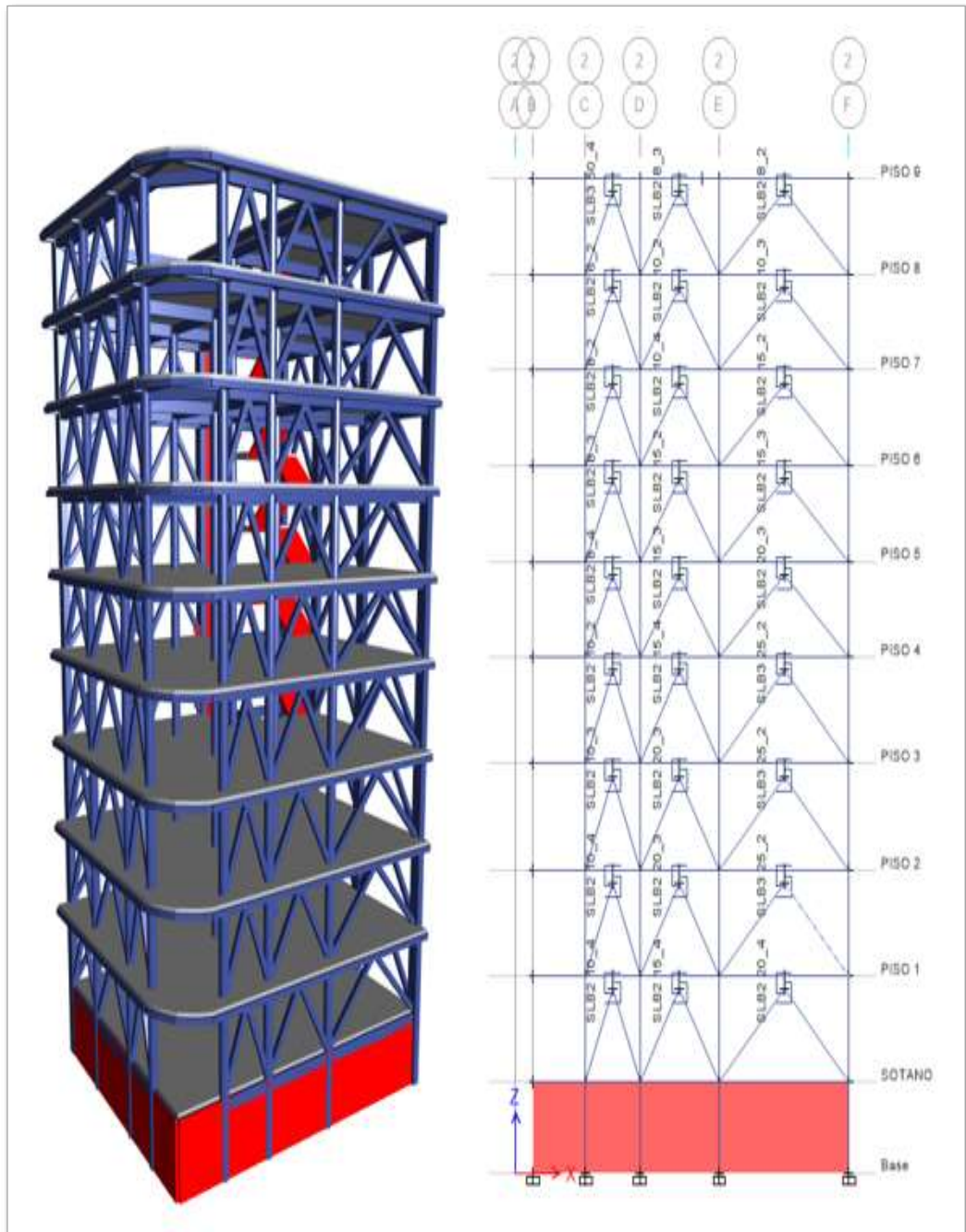


Figura 118. Vista en 3D con diagonales tipo chevron y asignación de SLB.

Fuente: Propio

- Registro sísmica LIMA 1966:
Para el registro de LIMA ajustados al espectro $R=1$, analizado en las dos direcciones consideras E-W, N-S se obtiene:

CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 59. TH LIMA 1966 CASO I dirección X. Ref. dissipador SLB.

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.1428	0.009398	2.7	0.003481	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.1334	0.012107	2.7	0.004484	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.1213	0.014493	2.7	0.005368	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.1068	0.016258	2.7	0.006021	OK
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.0905	0.017029	2.7	0.006307	OK
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.0735	0.019473	3	0.006491	OK
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.0540	0.019572	3	0.006524	OK
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.0345	0.018897	3	0.006299	OK
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0156	0.014911	3	0.004970	OK
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0007	0.000651	2.55	0.000255	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima del año 1966 en la dirección X de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 60. TH LIMA 1966 CASO I dirección Y. Ref. dissipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO I	0.1392	0.008337	2.7	0.003088	OK
PISO 8	TH LIMA CASO I	0.1309	0.011604	2.7	0.004298	OK
PISO 7	TH LIMA CASO I	0.1193	0.014167	2.7	0.005247	OK
PISO 6	TH LIMA CASO I	0.1051	0.015881	2.7	0.005882	OK
PISO 5	TH LIMA CASO I	0.0892	0.016773	2.7	0.006212	OK
PISO 4	TH LIMA CASO I	0.0724	0.018798	3	0.006266	OK
PISO 3	TH LIMA CASO I	0.0536	0.018757	3	0.006252	OK
PISO 2	TH LIMA CASO I	0.0349	0.018116	3	0.006039	OK
PISO 1	TH LIMA CASO I	0.0168	0.01603	3	0.005343	OK
SOTANO	TH LIMA CASO I	0.0007	0.000729	2.55	0.000286	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Lima del año 1966 en la dirección Y de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 61. TH LIMA 1966 CASO II dirección X. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.1282	0.009839	2.7	0.003644	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1184	0.012315	2.7	0.004561	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.1061	0.014306	2.7	0.005299	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.0918	0.015826	2.7	0.005861	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.0759	0.015771	2.7	0.005841	OK
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.0602	0.017232	3	0.005744	OK
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.0429	0.016154	3	0.005385	OK
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0268	0.014747	3	0.004916	OK
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0120	0.011514	3	0.003838	OK
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0005	0.000529	2.55	0.000207	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima del año 1966 en la dirección X de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 62. TH LIMA 1966 CASO II dirección Y. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH LIMA CASO II	0.1550	0.011424	2.7	0.004231	OK
PISO 8	TH LIMA CASO II	0.1436	0.014446	2.7	0.005350	OK
PISO 7	TH LIMA CASO II	0.1292	0.017436	2.7	0.006458	OK
PISO 6	TH LIMA CASO II	0.1117	0.018542	2.7	0.006867	OK
PISO 5	TH LIMA CASO II	0.0932	0.018898	2.7	0.006999	OK
PISO 4	TH LIMA CASO II	0.0743	0.020031	3	0.006677	OK
PISO 3	TH LIMA CASO II	0.0543	0.019511	3	0.006504	OK
PISO 2	TH LIMA CASO II	0.0348	0.018479	3	0.006160	OK
PISO 1	TH LIMA CASO II	0.0163	0.015629	3	0.005210	OK
SOTANO	TH LIMA CASO II	0.0006	0.000644	2.55	0.000253	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Lima del año 1966 en la dirección Y de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- Registro sísmica ICA 2007:
Para el registro de ICA ajustados al espectro $R=1$, analizado en las dos direcciones consideradas E-W, N-S se obtiene:
CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S

Tabla 63. TH ICA 2007 CASO I dirección X. Ref. dissipador SLB

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.0950	0.006019	2.7	0.002229	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.0889	0.007739	2.7	0.002866	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.0812	0.009521	2.7	0.003526	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.0717	0.010873	2.7	0.004027	OK
PISO 5	TH ICA CASO I	0.0608	0.011578	2.7	0.004288	OK
PISO 4	TH ICA CASO I	0.0492	0.013197	3	0.004399	OK
PISO 3	TH ICA CASO I	0.0360	0.013275	3	0.004425	OK
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0228	0.012547	3	0.004182	OK
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0102	0.009743	3	0.003248	OK
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0005	0.000465	2.55	0.000182	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del año 2007 en la dirección X de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 64. TH ICA 2007 CASO I dirección Y. Ref. dissipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO I	0.1265	0.005129	2.7	0.001900	OK
PISO 8	TH ICA CASO I	0.1214	0.010776	2.7	0.003991	OK
PISO 7	TH ICA CASO I	0.1106	0.013776	2.7	0.005102	OK
PISO 6	TH ICA CASO I	0.0968	0.015352	2.7	0.005686	OK
PISO 5	TH ICA CASO I	0.0815	0.015918	2.7	0.005896	OK
PISO 4	TH ICA CASO I	0.0656	0.017534	3	0.005845	OK
PISO 3	TH ICA CASO I	0.0480	0.017364	3	0.005788	OK
PISO 2	TH ICA CASO I	0.0307	0.01621	3	0.005403	OK
PISO 1	TH ICA CASO I	0.0144	0.013823	3	0.004608	OK
SOTANO	TH ICA CASO I	0.0006	0.000619	2.55	0.000243	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Ica del año 2007 en la dirección Y de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 65. TH ICA 2007 CASO II dirección X. Ref. dissipador SLB

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.1173	0.008497	2.7	0.003147	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.1088	0.011058	2.7	0.004096	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.0977	0.012967	2.7	0.004803	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.0847	0.01405	2.7	0.005204	OK
PISO 5	TH ICA CASO II	0.0707	0.014047	2.7	0.005203	OK
PISO 4	TH ICA CASO II	0.0567	0.015549	3	0.005183	OK
PISO 3	TH ICA CASO II	0.0411	0.015228	3	0.005076	OK
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0259	0.014331	3	0.004777	OK
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0115	0.01106	3	0.003687	OK
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0005	0.000484	2.55	0.000190	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del año 2007 en la dirección X de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 66. TH ICA 2007 CASO II dirección Y. Ref. dissipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH ICA CASO II	0.1262	0.005314	2.7	0.001968	OK
PISO 8	TH ICA CASO II	0.1209	0.011072	2.7	0.004101	OK
PISO 7	TH ICA CASO II	0.1098	0.014038	2.7	0.005199	OK
PISO 6	TH ICA CASO II	0.0958	0.015681	2.7	0.005808	OK
PISO 5	TH ICA CASO II	0.0801	0.016174	2.7	0.005990	OK
PISO 4	TH ICA CASO II	0.0639	0.017471	3	0.005824	OK
PISO 3	TH ICA CASO II	0.0464	0.016969	3	0.005656	OK
PISO 2	TH ICA CASO II	0.0295	0.015649	3	0.005216	OK
PISO 1	TH ICA CASO II	0.0138	0.013232	3	0.004411	OK
SOTANO	TH ICA CASO II	0.0006	0.000589	2.55	0.000231	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Ica del año 2007 en la dirección Y de la estructura reforzada con dissipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

- Registro sísmica AREQUIPA 2001:
Para el registro de AREQUIPA ajustados al espectro $R=1$, analizado en las dos direcciones consideradas E-W, N-S se obtiene:
CASO I: dirección U1 E-W, dirección U2 N-S.

Tabla 67. TH AREQUIPA CASO I dirección X. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.0758	0.005064	2.7	0.001876	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.0707	0.006458	2.7	0.002392	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.0643	0.00772	2.7	0.002859	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.0566	0.00864	2.7	0.003200	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.0479	0.008975	2.7	0.003324	OK
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.0389	0.010276	3	0.003425	OK
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0287	0.010418	3	0.003473	OK
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0182	0.010065	3	0.003355	OK
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0082	0.007822	3	0.002607	OK
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0004	0.000361	2.55	0.000142	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección X de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 68. TH AREQUIPA CASO I dirección Y. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO I	0.1003	0.003984	2.7	0.001476	OK
PISO 8	TH AREQ CASO I	0.0963	0.008397	2.7	0.003110	OK
PISO 7	TH AREQ CASO I	0.0879	0.010748	2.7	0.003981	OK
PISO 6	TH AREQ CASO I	0.0772	0.011997	2.7	0.004443	OK
PISO 5	TH AREQ CASO I	0.0652	0.012482	2.7	0.004623	OK
PISO 4	TH AREQ CASO I	0.0527	0.013807	3	0.004602	OK
PISO 3	TH AREQ CASO I	0.0389	0.013889	3	0.004630	OK
PISO 2	TH AREQ CASO I	0.0250	0.013164	3	0.004388	OK
PISO 1	TH AREQ CASO I	0.0118	0.01134	3	0.003780	OK
SOTANO	TH AREQ CASO I	0.0005	0.000505	2.55	0.000198	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso I del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección Y de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

CASO II: dirección U1 N-S, dirección U2 E-W.

Tabla 69. TH AREQUIPA CASO II dirección X. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO II	0.0895	0.005706	2.7	0.002113	OK
PISO 8	TH AREQ CASO II	0.0838	0.007507	2.7	0.002780	OK
PISO 7	TH AREQ CASO II	0.0763	0.009237	2.7	0.003421	OK
PISO 6	TH AREQ CASO II	0.0670	0.010361	2.7	0.003837	OK
PISO 5	TH AREQ CASO II	0.0567	0.010872	2.7	0.004027	OK
PISO 4	TH AREQ CASO II	0.0458	0.012385	3	0.004128	OK
PISO 3	TH AREQ CASO II	0.0334	0.012307	3	0.004102	OK
PISO 2	TH AREQ CASO II	0.0211	0.011637	3	0.003879	OK
PISO 1	TH AREQ CASO II	0.0095	0.009077	3	0.003026	OK
SOTANO	TH AREQ CASO II	0.0004	0.00041	2.55	0.000161	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección X de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

Tabla 70. TH AREQUIPA CASO II dirección Y. Ref. disipador SLB

Piso	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
		m				
PISO 9	TH AREQ CASO II	0.0967	0.003208	2.7	0.001188	OK
PISO 8	TH AREQ CASO II	0.0935	0.007558	2.7	0.002799	OK
PISO 7	TH AREQ CASO II	0.0859	0.009634	2.7	0.003568	OK
PISO 6	TH AREQ CASO II	0.0763	0.011077	2.7	0.004103	OK
PISO 5	TH AREQ CASO II	0.0652	0.012062	2.7	0.004467	OK
PISO 4	TH AREQ CASO II	0.0531	0.01362	3	0.004540	OK
PISO 3	TH AREQ CASO II	0.0395	0.013911	3	0.004637	OK
PISO 2	TH AREQ CASO II	0.0256	0.013402	3	0.004467	OK
PISO 1	TH AREQ CASO II	0.0122	0.011685	3	0.003895	OK
SOTANO	TH AREQ CASO II	0.0005	0.000514	2.55	0.000202	OK

Nota: En la tabla se muestra los resultados tiempo historia obtenidos en el caso II del sismo de Arequipa del año 2001 en la dirección Y de la estructura reforzada con disipadores SLB, en base a la deriva límite de la norma E.030 cumpliendo con la normatividad que es 0.007.

Fuente: Propio

RESUMEN DE DERIVAS MÁXIMAS: Producidas por el sismo Lima1966, Ica2007 y Arequipa2001 mediante un análisis TH en la edificación con reforzamiento con disipadores SLB.

Dirección X-X

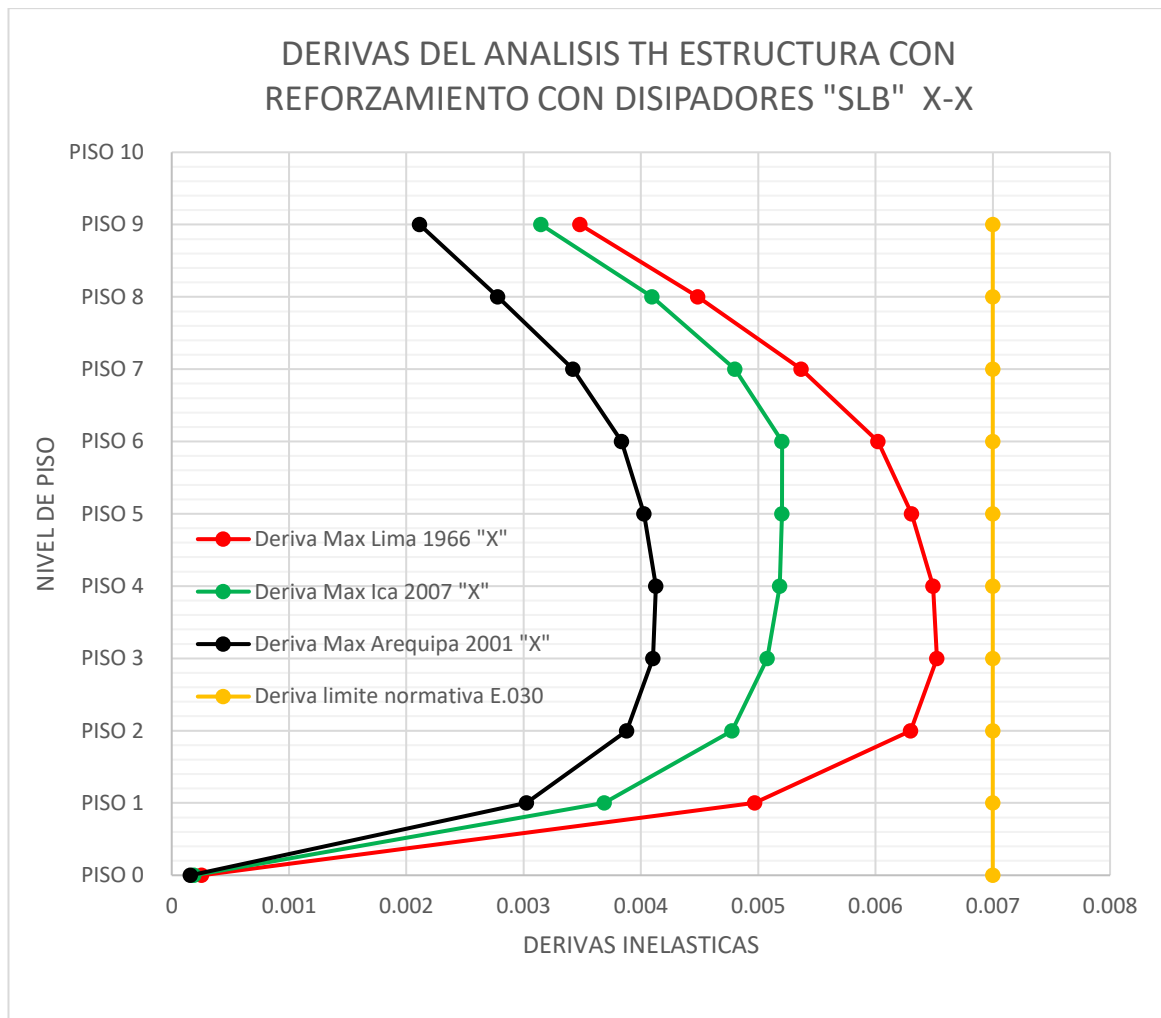


Figura 119. Derivas máx. del Análisis TH estructura con SLB X-X.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 119 se observa el resumen de las maximas derivas de la estructura con reforzamiento de disipadores sismicos Shear Link Bozzo en la direccion X producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 59, Ica 2007 que se presenta en la tabla 65, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 69, mediante un analisis tiempo historia, comparando en base a la deriva limite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos estan dentro del limite de la normativa llegando a derivas adecuadas, la cual es beneficioso a nivel estructural ya que mejoramos el comportamiento de la estructura.

Dirección Y-Y

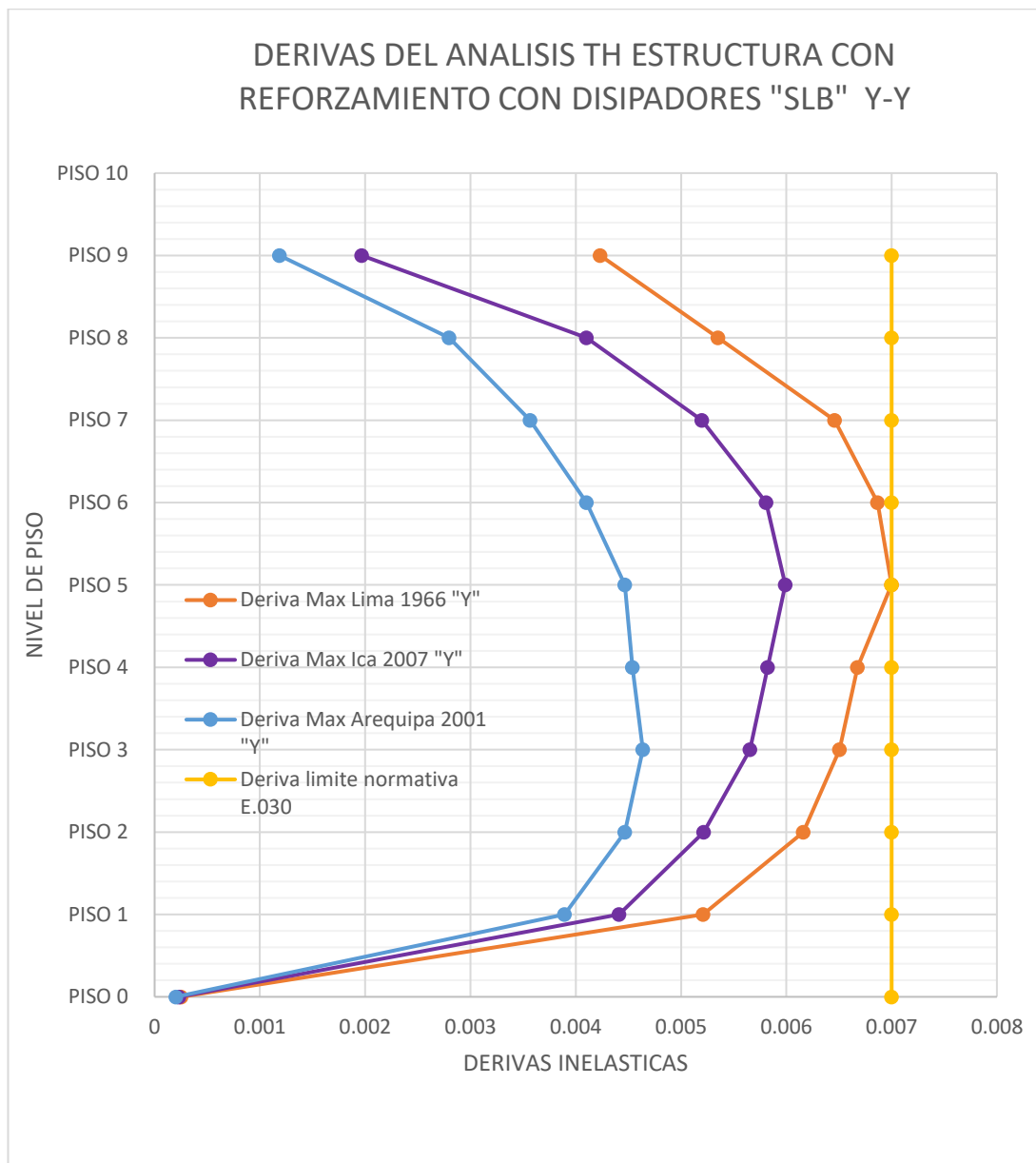


Figura 120. Derivas máx. del Análisis TH estructura con SLB Y-Y.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 120 se observa el resumen de las maximas derivas de la estructura con reforzamiento de disipadores sismicos Shear Link Bozzo en la direccion Y producidas por el sismo de Lima 1966 que se presenta en la tabla 62, Ica 2007 que se presenta en la tabla 66, Arequipa 2001 que se presenta en la tabla 70, mediante un analisis tiempo historia, comparando en base a la deriva limite de la norma E.030 se puede ver que las derivas producidas por los tres sismos estan dentro del limite de la normativa llegando a derivas adecuadas, la cual es beneficioso a nivel estructural ya que mejoramos el comportamiento de la estructura.

CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTOS (cm):

Para el cálculo de los desplazamientos se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento de disipadores Shear Link Bozzo.

Desplazamiento SISMO LIMA 1966

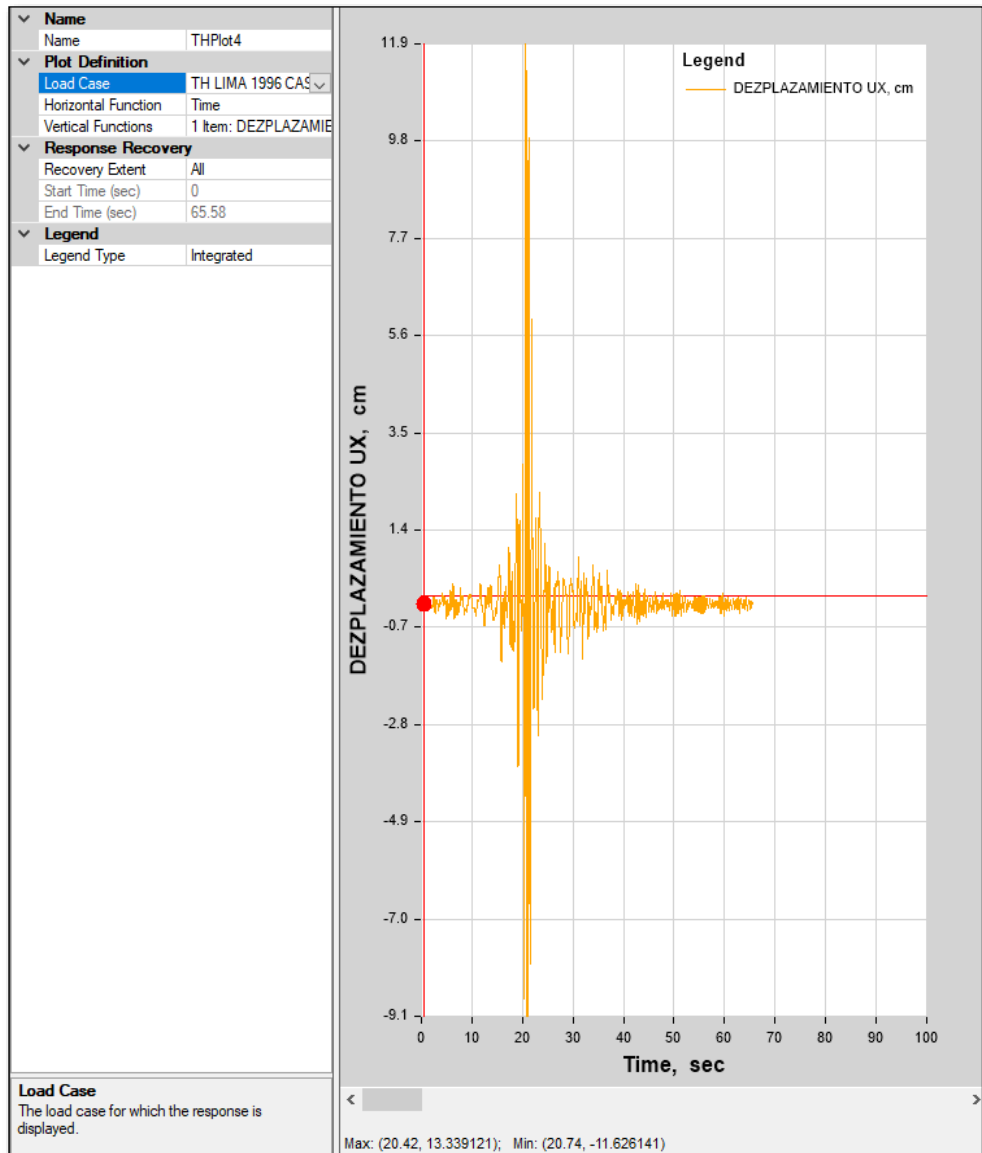


Figura 121. Desplazamiento con el Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Desplazamiento SISMO ICA 2007

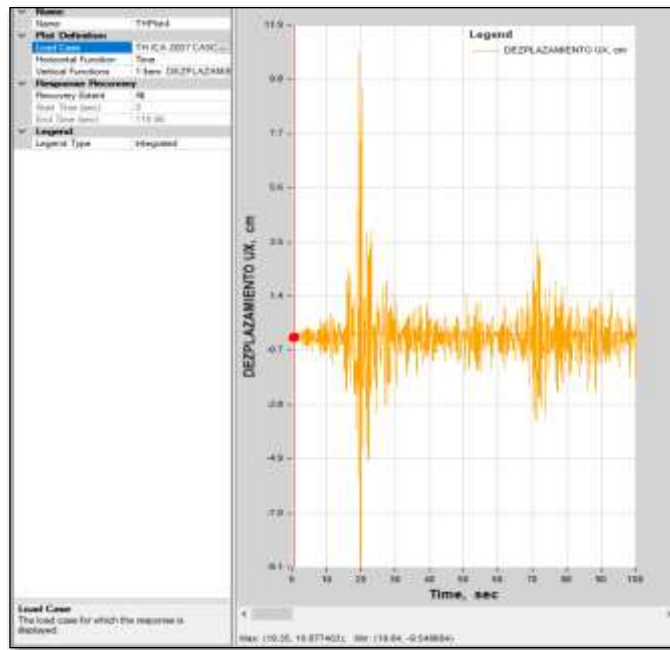


Figura 122. Desplazamiento con el Sismo Ica 2007 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Desplazamiento SISMO AREQUIPA 2001

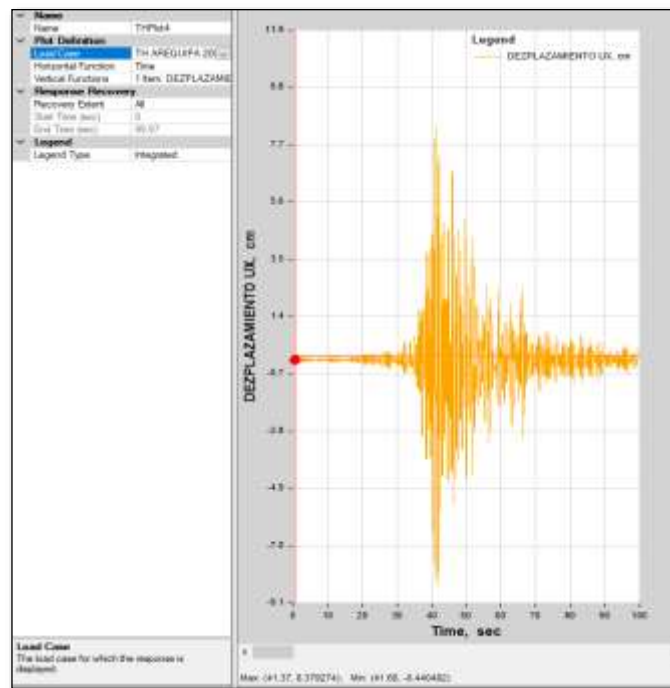


Figura 123. Desplazamiento con el Sismo Arequipa 2001 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 121, 122, 123 se presentan los desplazamientos máximos para la estructura con reforzamiento de disipadores SLB producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.42 donde se produce el máximo desplazamiento de 13.33cm, Ica 2007 siendo el segundo 19.35 donde se produce el máximo desplazamiento de 10.87cm, Arequipa 2001 siendo el segundo 41.68 donde se produce el máximo desplazamiento de 8.44cm teniendo como resumen la figura 124.

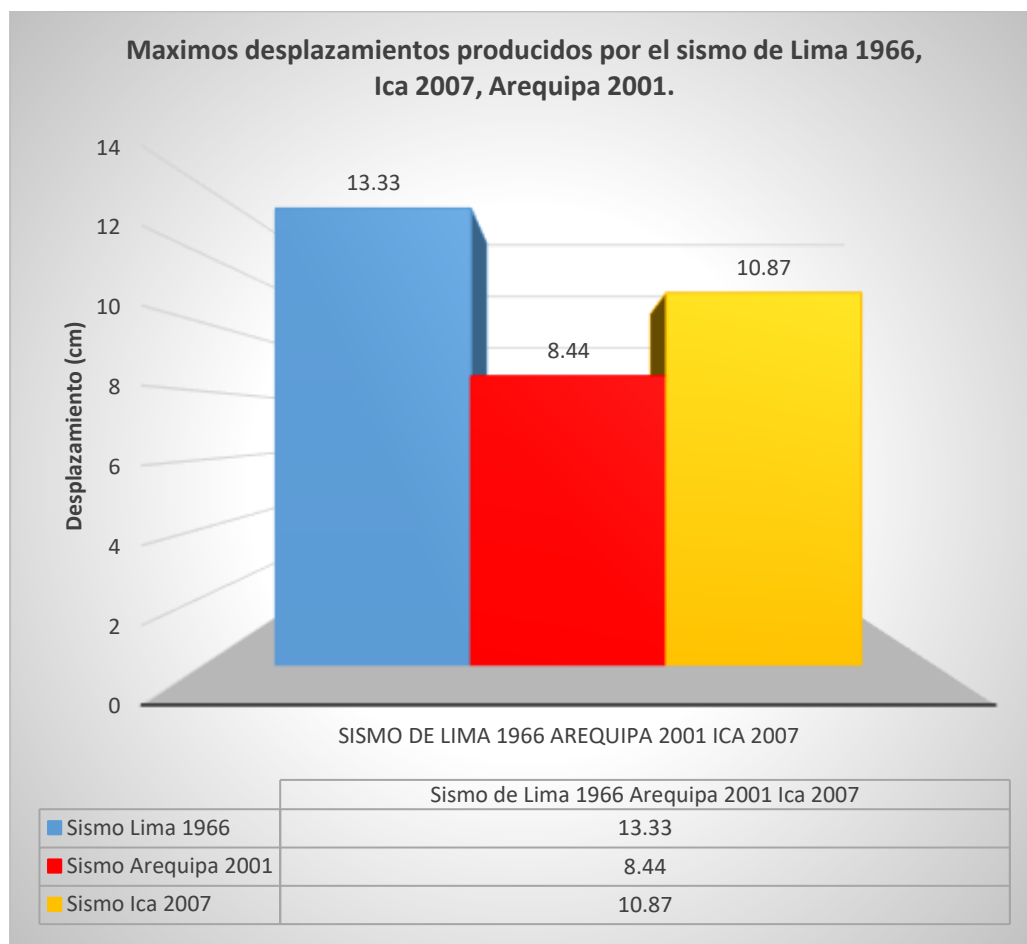


Figura 124. Máximos desplazamientos SLB de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 124 se observa el resumen de los maximos desplazamientos producidos en la estructura con reforzamiento de disipadores Shear Link Bozzo siendo el sismo de Lima 1966 el que mas desplazamiento genera de 13.33cm a la estructura a nivel de un analisis tiempo historia, seguido del sismo de Ica 2007 con 10.87cm y por ultimo el sismo de Arequipa 2001 que genera menor desplazamiento a la estructura con 8.44cm, tomando en cuenta que los datos son obtenidos de un mismo punto elegido que se encuentra en el piso 8 en el centro de masas de la estructura analizada.

Cálculo de Aceleraciones (m/s²):

Para el cálculo de las aceleraciones se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo.

Aceleración SISMO LIMA 1966

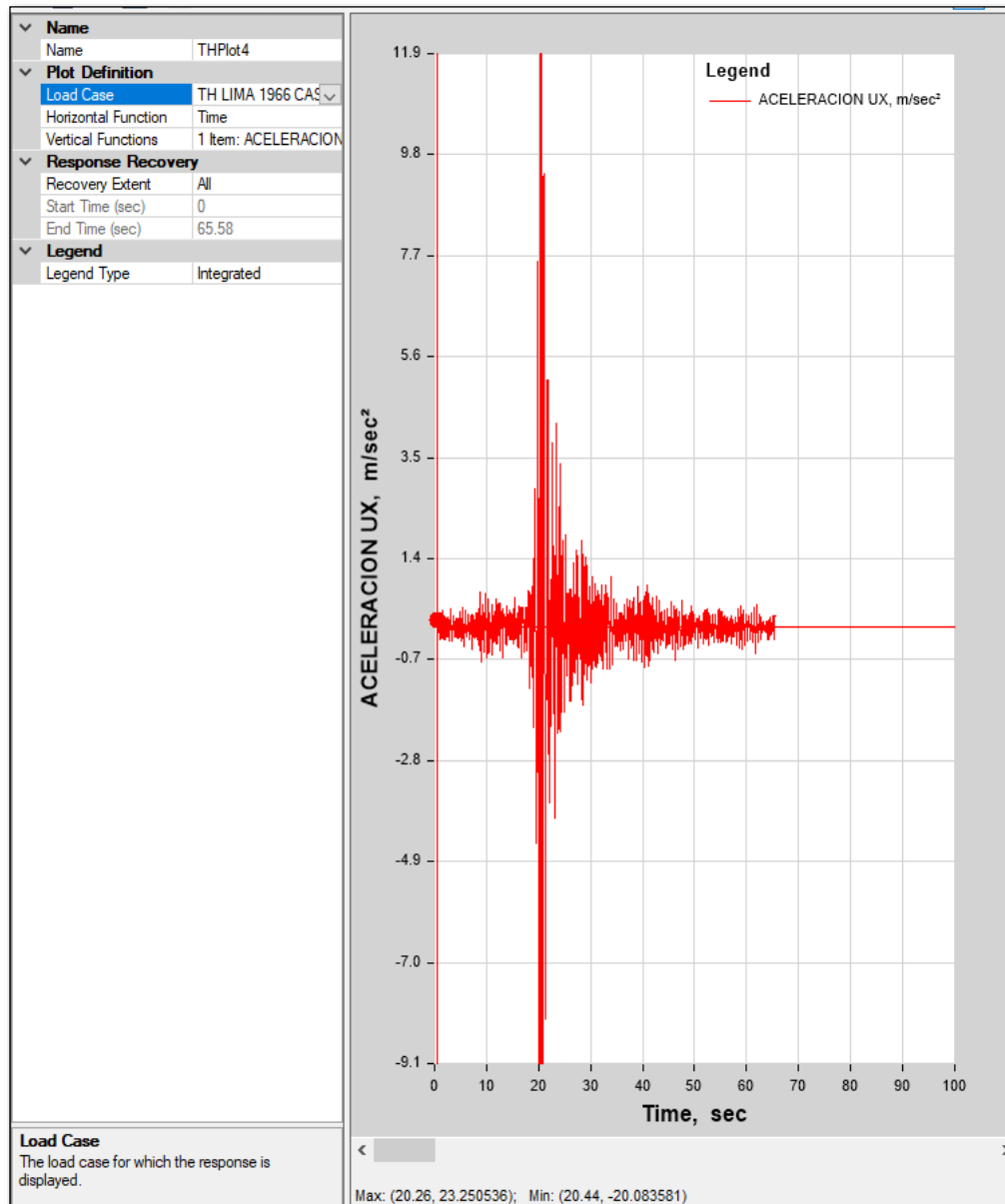


Figura 125. Aceleraciones con el Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Aceleración SISMO ICA 2007

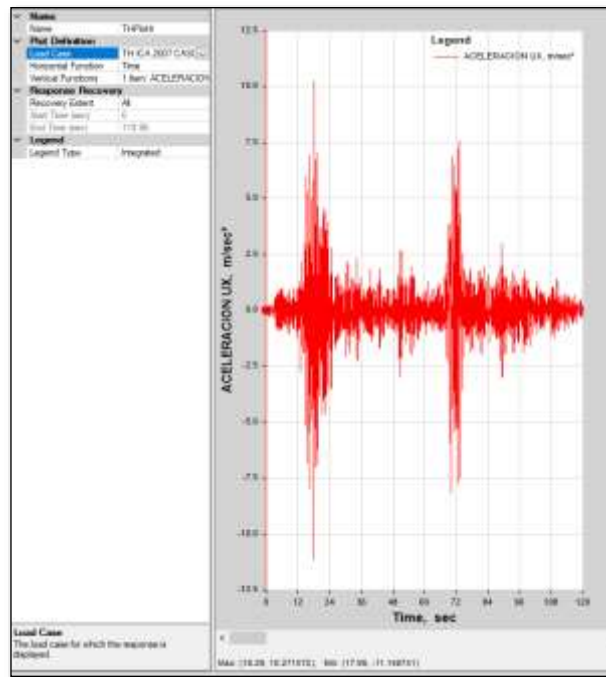


Figura 126. Aceleraciones con el Sismo Ica 2007 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Aceleración SISMO AREQUIPA 2001

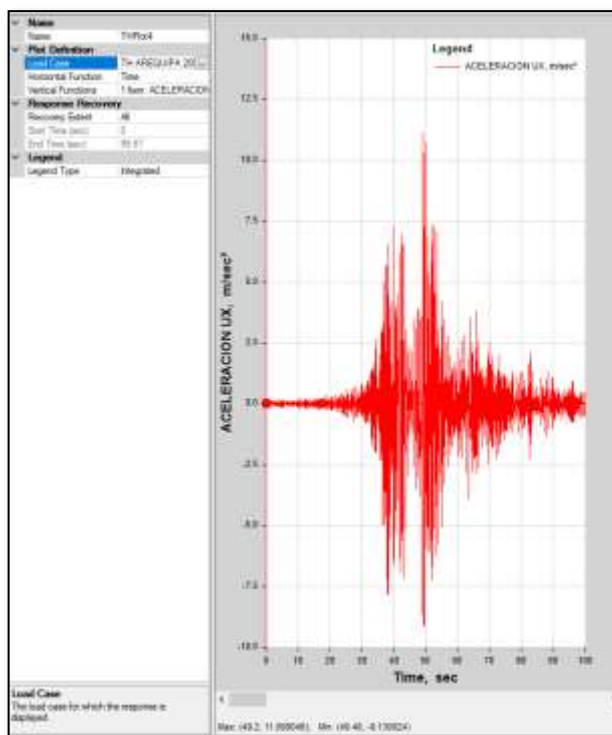


Figura 127. Aceleraciones con el Sismo Arequipa 2001 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 125, 126, 127 se presentan las aceleraciones máximas para la estructura con reforzamiento de disipadores SLB producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.26 donde se produce la maxima aceleracion de 23.25m/s², Ica 2007 siendo el segundo 17.99 donde se produce la maxima aceleracion de 11.14m/s², Arequipa 2001 siendo el segundo 49.20 donde se produce el máximo desplazamiento de 11.04 m/s² teniendo como resumen la figura 128.

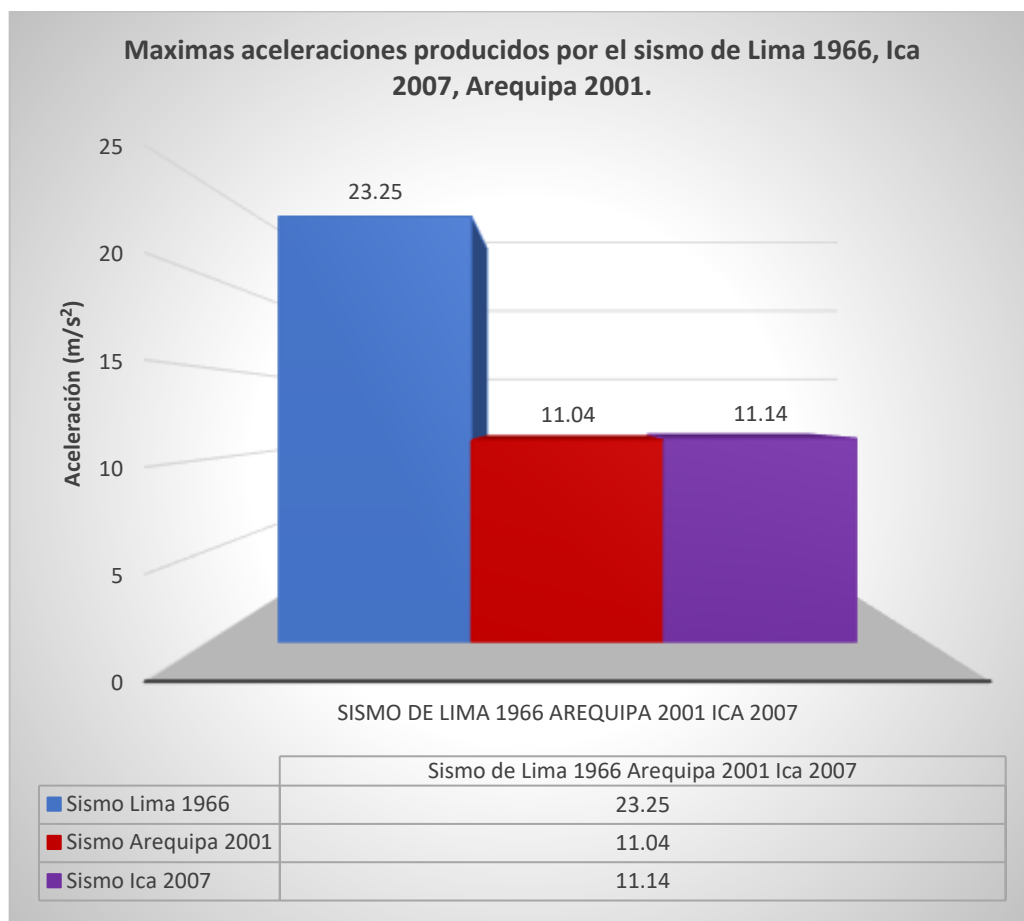


Figura 128. Máximas aceleraciones SLB de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 128 se observa el resumen de las maximas aceleraciones producidos en la estructura con reforzamiento e disipadores SLB siendo el sismo de Lima 1966 el que mas aceleracion genera de 23.25m/s² la estructura a nivel de un analisis tiempo historia, seguido del sismo de Ica 2007 con 11.14m/s² y por ultimo el sismo de Arequipa 2001 que genera menor aceleracion a la estructura con 11.04m/s², tomando en cuenta que los datos son obtenidos de un mismo punto elegido que se encuentra en el piso 8 en el centro de masas de la estructura analizada.

Calculo de Energía disipada (Tonf – m):

La energía disipada producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento convencional de muros estructurales donde el sistema estructural de pórticos y muros de corte son los que disipan toda la energía.

Energía disipada SISMO LIMA 1966

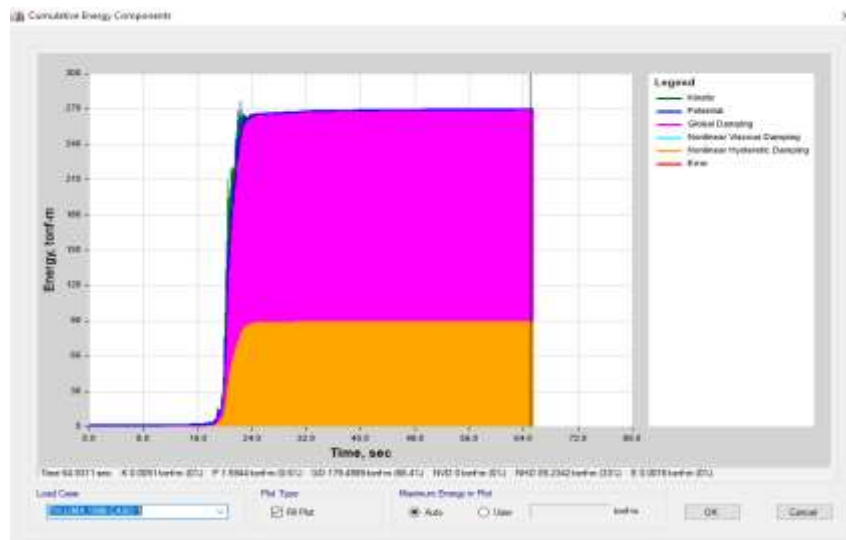


Figura 129. Energía disipada Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Energía disipada SISMO ICA 2007

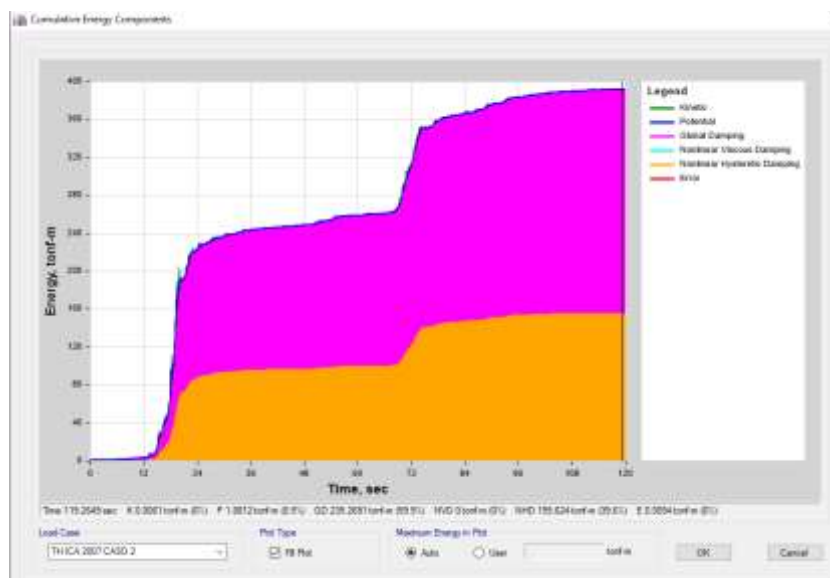


Figura 130. Energía disipada Sismo Ica 2007 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Energía disipada SISMO AREQUIPA 2001

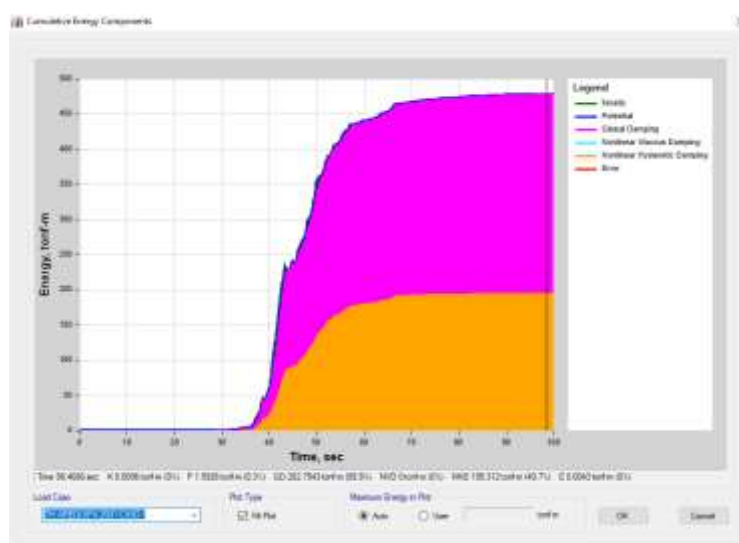


Figura 131. Energía disipada Sismo Arequipa 2001 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 129, 130, 131 se presenta la disipacion de energia para la estructura con reforzamiento de disipadores SLB producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo la energia disipada de 89.23 tonf-m, Ica 2007 siendo la energia disipada de 155.62 tonf-m, Arequipa 2001 siendo la energia disipada de 195.31 tonf-m, en todos los casos la energia disipada por los SLB teniendo como resumen la figura 132.

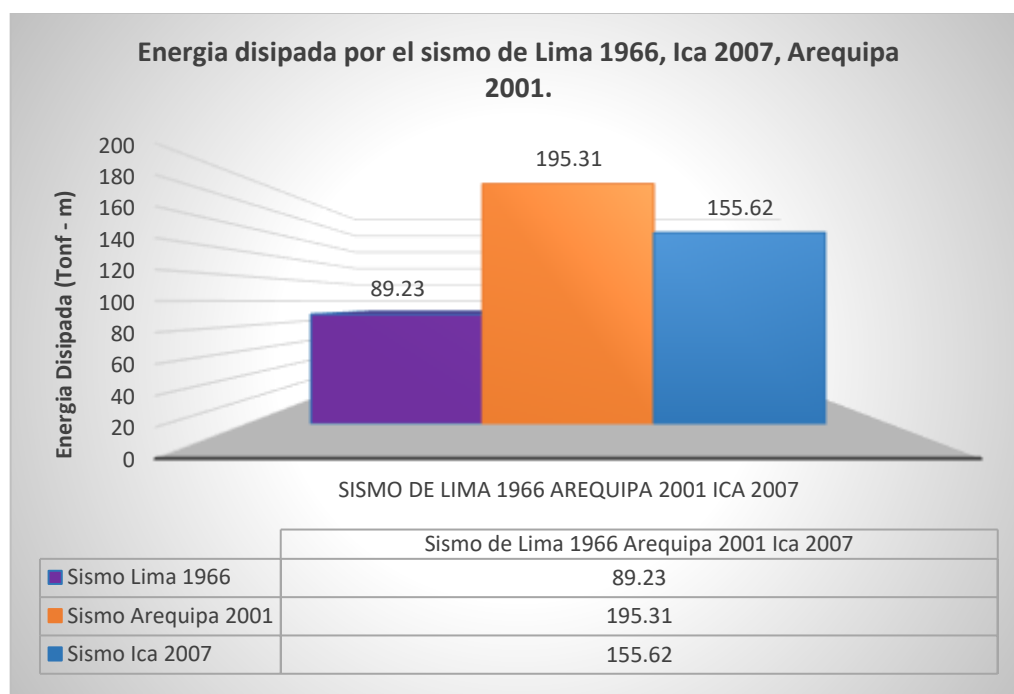


Figura 132. Energía Disipada SLB de los 3 sismos analizados.

Fuente: Propio

Cálculo cortante basal (Ton):

Para el cálculo del cortante basal se toma los valores máximos producidos por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, que presenta la estructura con el reforzamiento con disipadores SLB.

Cortante basal SISMO LIMA 1966

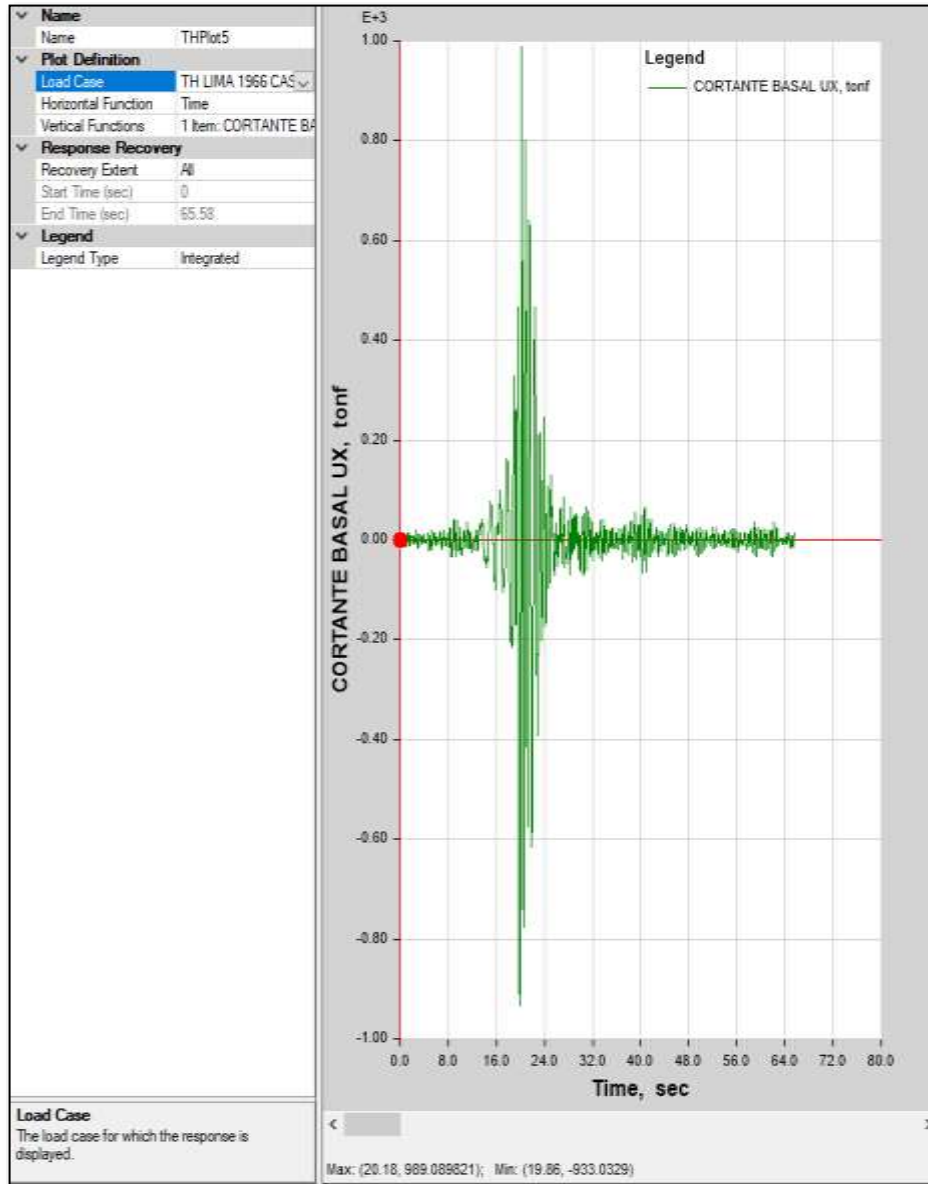


Figura 133. Cortante basal Sismo Lima 1966 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Cortante basal SISMO ICA 2007

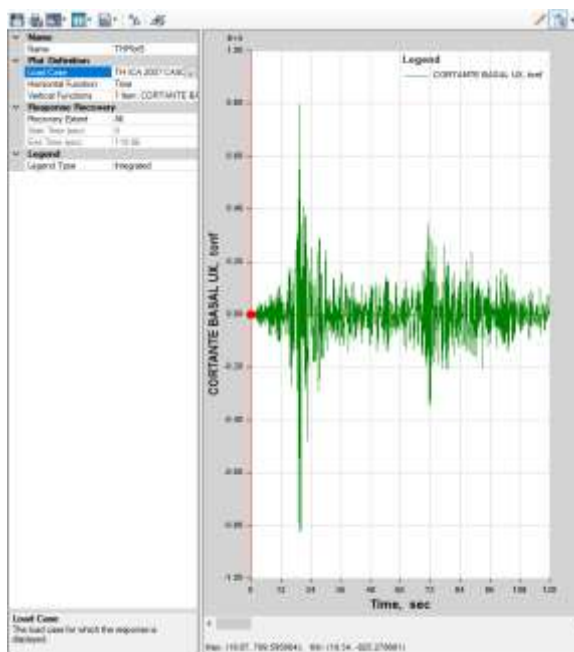


Figura 134. Cortante basal Sísmica Ica 2007 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Cortante basal SISMO AREQUIPA 2001

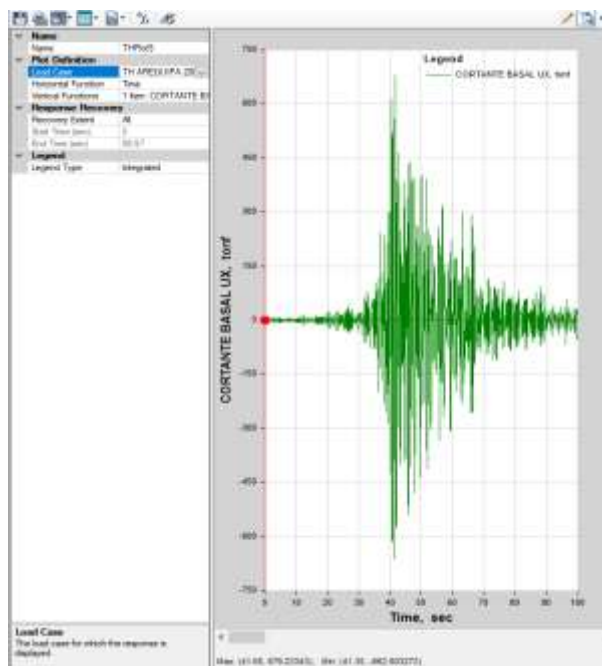


Figura 135. Cortante basal Sísmica Arequipa 2007 con Disipadores SLB

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 133, 134, 135 se presentan las cortantes basales máximas para la estructura con reforzamiento de disipadores SLB producidos por los sismos; Lima de 1966 siendo el segundo 20.18 donde se produce la máxima cortante basal de

989.08Ton, Ica 2007 siendo el segundo 825.27 donde se produce la maxima cortante basal de 825.27Ton, Arequipa 2001 siendo el segundo 679.23 donde se produce la maxima cortante basal de 679.23Ton teniendo como resumen la figura 115.

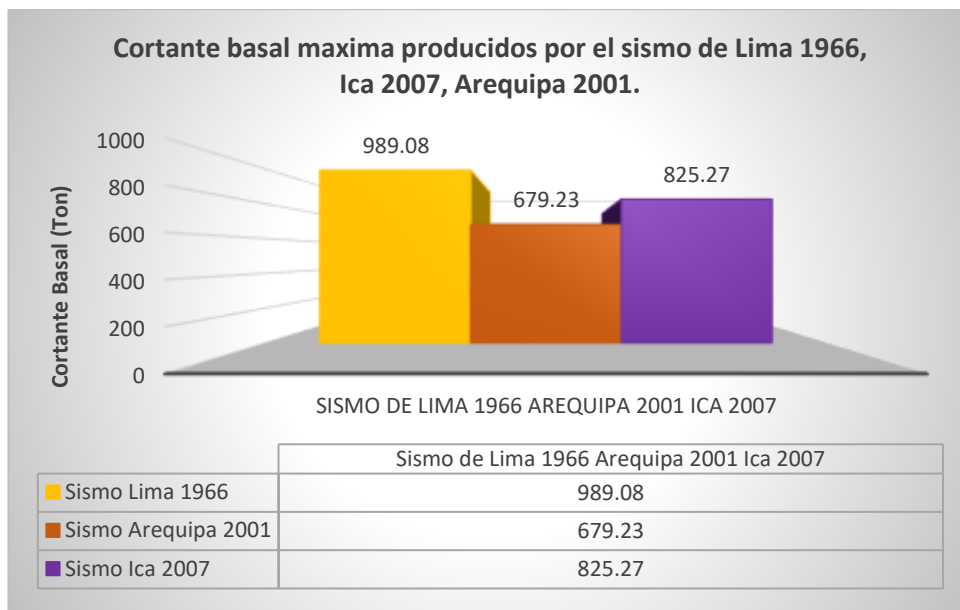


Figura 136. Cortante basal SLB máx. de los 3 sismos analizados

Fuente: Propio

Calculo de Periodo (seg.): El cálculo del periodo considerando el primero modo que presenta la estructura con el reforzamiento de disipadores SLB siendo el periodo de 0.576 seg.

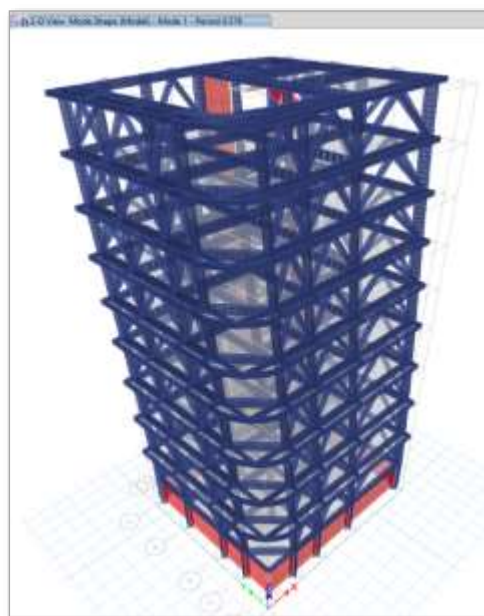


Figura 137. Periodo de vibración incorporando disipadores SLB.

Fuente: Propio

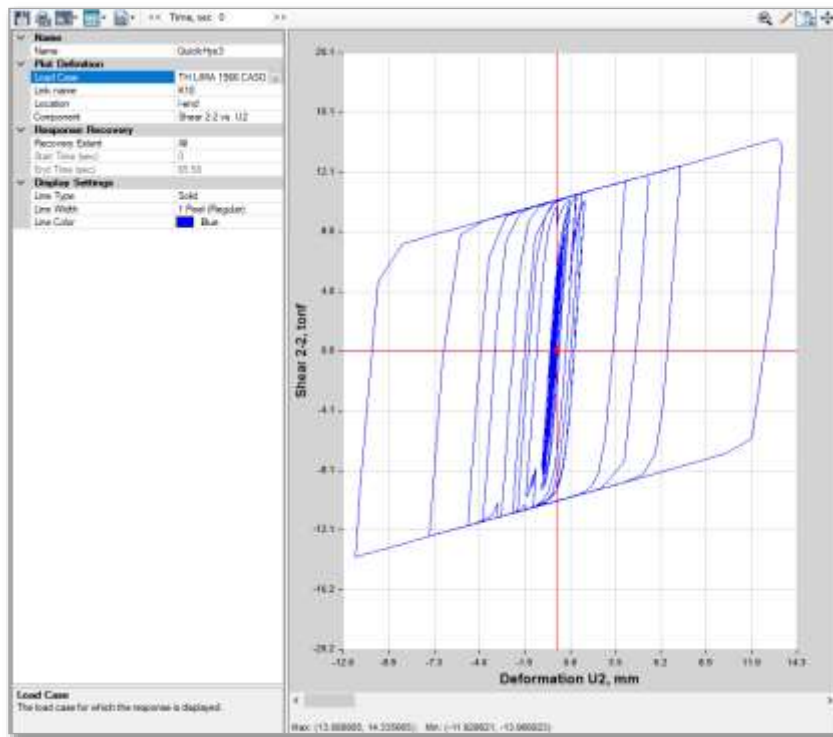


Figura 138. Comportamiento cíclico SLB sismo Lima 1966.

Fuente: Propio

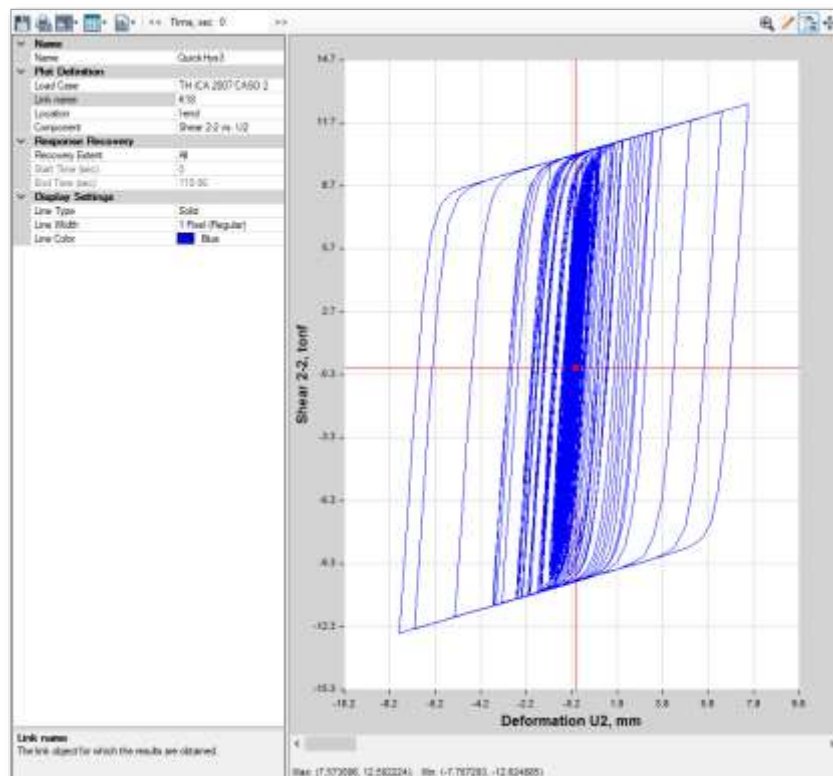


Figura 139. Comportamiento cíclico SLB sismo Ica 2007.

Fuente: Propio

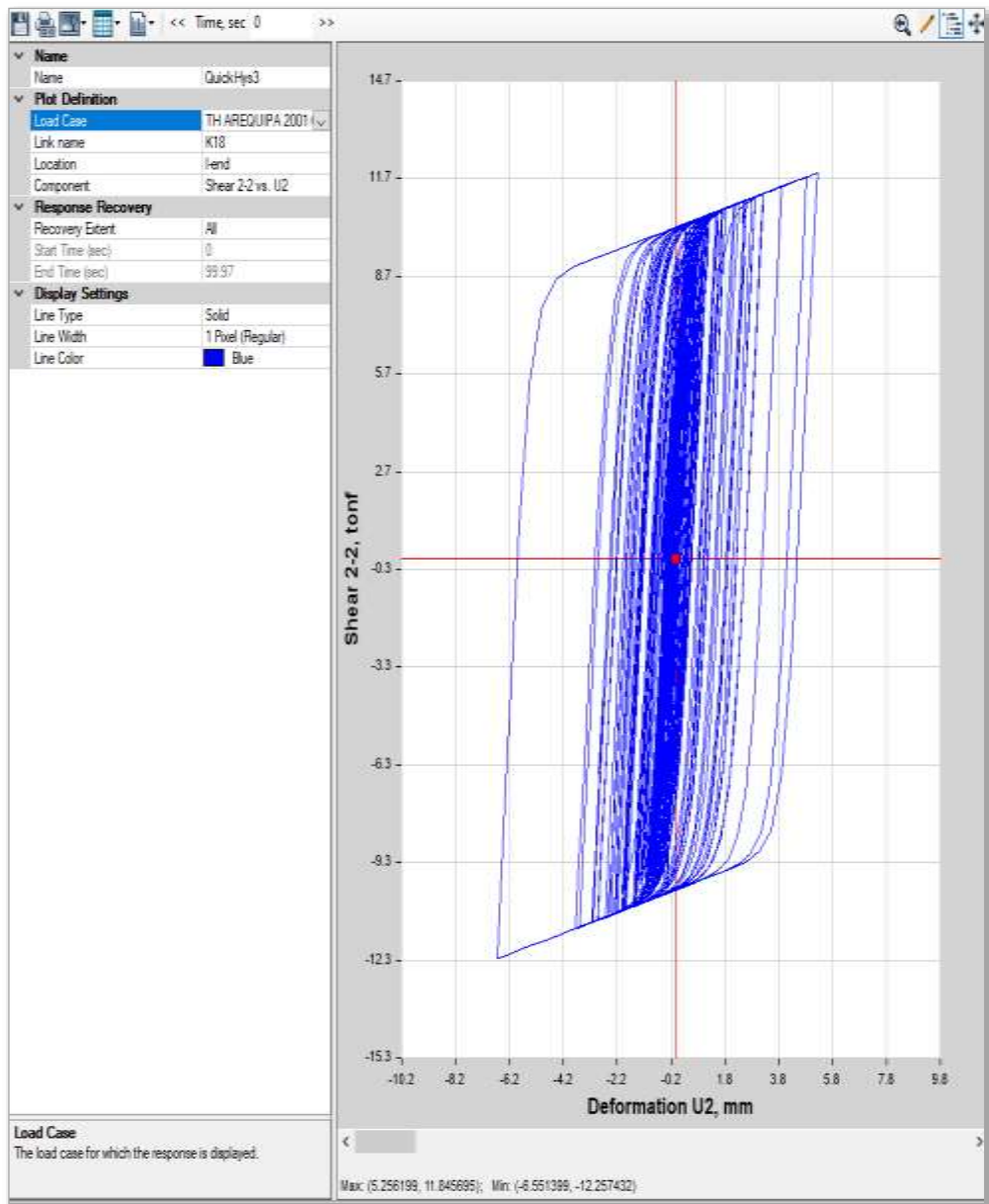


Figura 140. Comportamiento cíclico SLB sismo Arequipa 2007.

Fuente: Propio

Comentario: En la fig. 138, 139, 140 se presentan el comportamiento ciclico de los SLBs considerados para la estructura con reforzamiento con disipadores SLB producidos por los sismos; Lima de 1966 presenta con una cortante 2-2 de 14.33ton un desplazamiento maximo del SLB2 15_2 de 13.08mm, Ica 2007 presenta con una cortante 2-2 de 12.62ton un desplazamiento maximo del SLB2 15_2 de 7.70mm, Arequipa 2001 presenta con una cortante 2-2 de 12.25ton un desplazamiento maximo del SLB2 15_2 de 6.55mm, en todos los casos de sismo no superan el limite de diseño de los SLB siendo el desplazamiento maximo que podrian soportar de 30mm cumpliendo de manera adecuada.

CUARTO, Comparación de la Edificación evaluada, (1) como está concebida, (2) con reforzamiento convencional “muros de corte”, y (3) con reforzamiento de disipadores Shear Link Bozzo (SLB):

RESUMEN DE DERIVAS

Derivas Máximas X-X: Se consideran la deriva máxima generado por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 en la dirección X-X la estructura como está concebida que se presenta en la figura 94, la estructura con reforzamiento con muros de corte que se presenta en la figura 98, la estructura con disipadores SLB que se presenta en la figura 119; en la figura 141 se observa el resumen de la máxima deriva en la dirección X-X, el de línea roja representa a la estructura como está concebida teniendo una deriva máxima de 0.0114, el de línea azul representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo una deriva máxima de 0.0068, el de línea color negro representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo una deriva máxima de 0.0065.

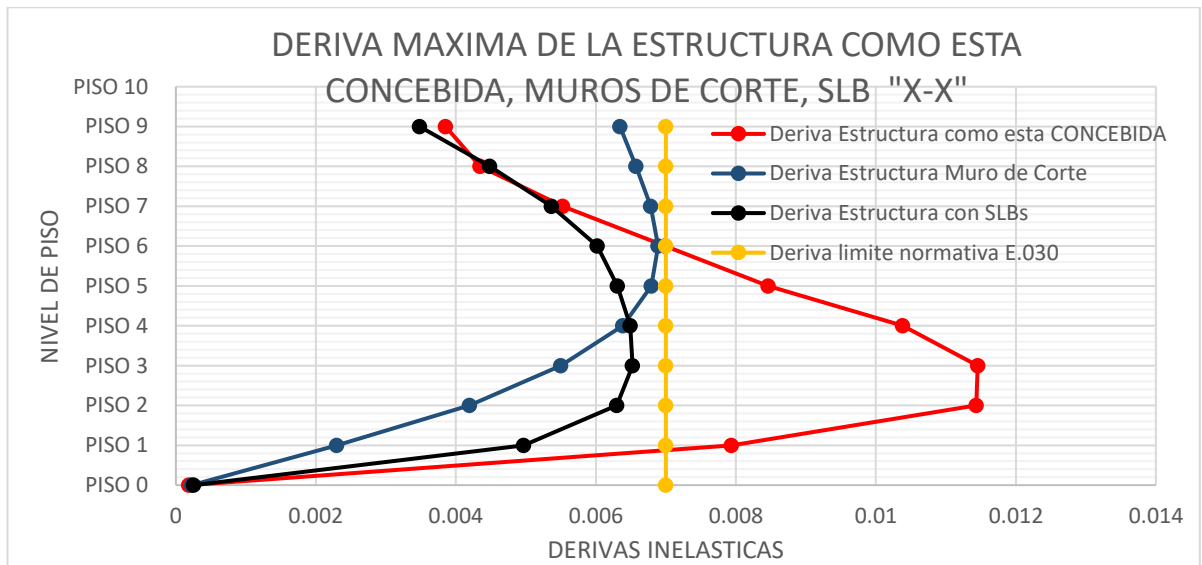


Figura 141. Deriva máxima X de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

Deriva Normativa

0.007 -----100%

Deriva Estructura como está concebida

0.0114-----162.86%

Deriva Estructura con muros de corte

0.0068-----97.14%

Deriva Estructura con disipadores SLB

0.0065-----92.86%

REDUCIENDO:

- Las derivas de la Estructura con **muros de corte** en una **65.72%** respecto a la estructura como está concebida.
- Las derivas de la Estructura con **disipadores SLB** en una **70.00%** respecto a la estructura como está concebida.

Derivas Máximas Y-Y: Se consideran la deriva máxima generado por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 en la dirección Y-Y la estructura como está concebida que se presenta en la figura 95, la estructura con reforzamiento con muros de corte que se presenta en la figura 99, la estructura con disipadores SLB que se presenta en la figura 120; en la figura 142 se observa el resumen de la máxima deriva en la dirección X-X, el de línea verde representa a la estructura como está concebida teniendo una deriva máxima de 0.0193, el de línea naranja representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo una deriva máxima de 0.0063, el de línea color morado representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo una deriva máxima de 0.0069.

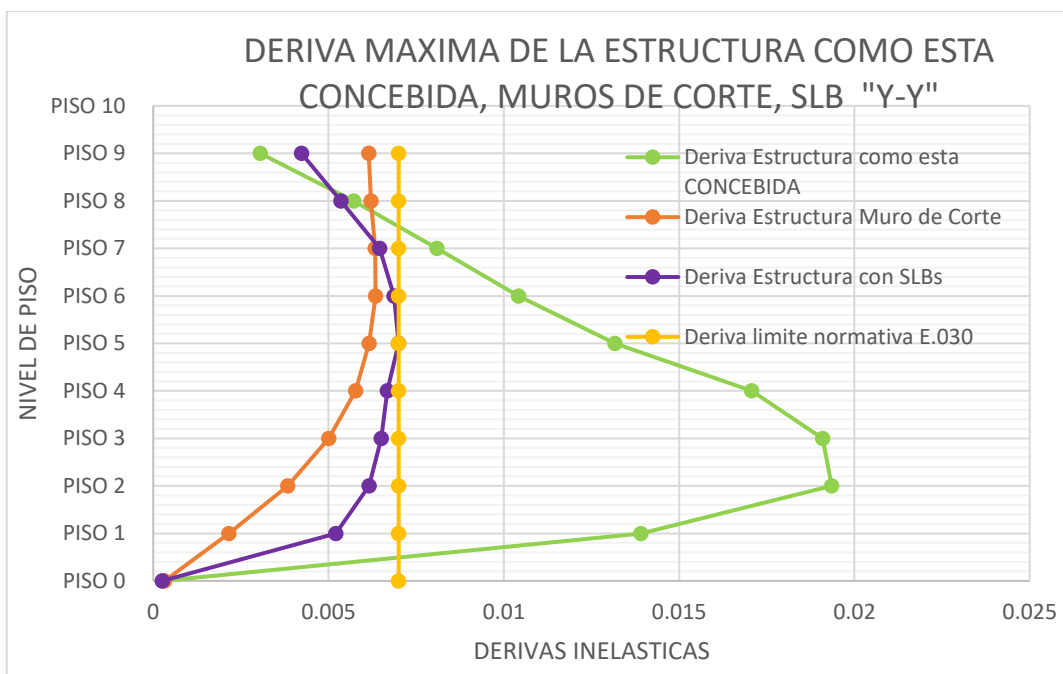


Figura 142. Deriva máxima Y de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

RESUMEN DE DESPLAZAMIENTOS

Desplazamientos Máximos(cm): Se consideran los desplazamientos máximos generados por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 en la estructura como está concebida que se presenta en la figura 143, la estructura con reforzamiento con muros de corte que se presenta en la figura 103, la estructura con disipadores SLB que se presenta en la figura 124; en la figura 143 se observa el resumen de los máximos desplazamientos, la barra color azul representa a la estructura como está concebida teniendo un desplazamiento máximo de 19.34cm, la barra color naranja representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo un desplazamiento máximo de 13.22cm, y la barra color plomo representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo un desplazamiento máximo de 13.33cm.

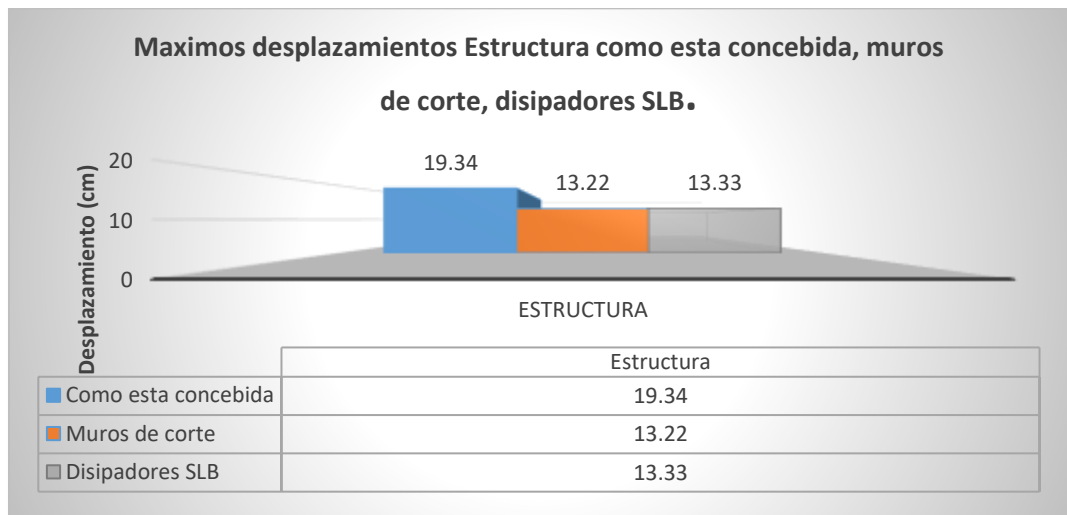
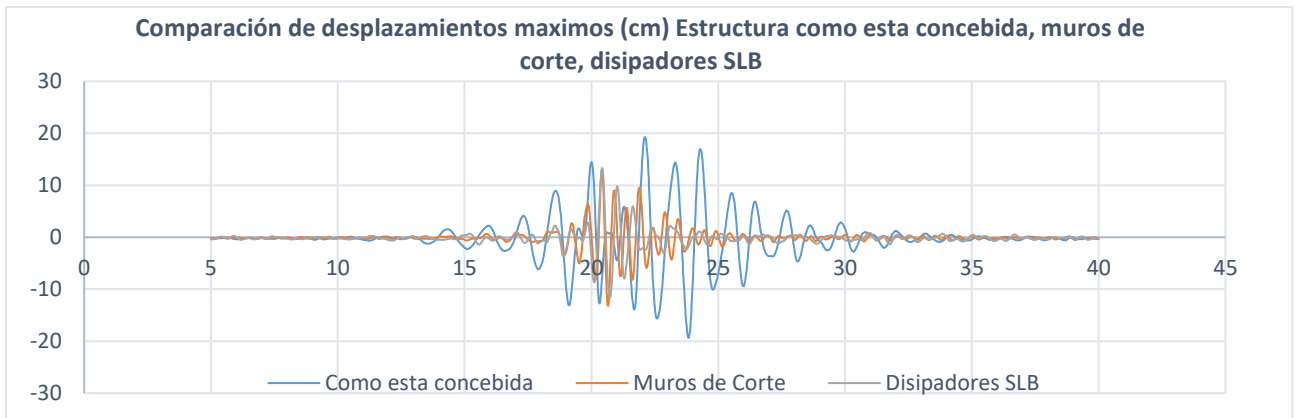


Figura 143. Desplazamiento máx. de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

RESUMEN DE ACELERACIONES

Aceleraciones Máximas(m/s²): Se consideran las aceleraciones máximas generado por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 en la estructura como está concebida que se presenta en la figura 144, la estructura con reforzamiento con muros de corte que se presenta en la figura 107, la estructura con disipadores SLB que se presenta en la figura 128; en la figura 144 se observa el resumen de las máximas aceleraciones, la barra color verde representa a la estructura como está concebida teniendo una aceleración máxima de 16.59m/s², la barra color amarillo representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo una aceleración máxima de 23.33m/s², y la barra color morado representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo una aceleración máxima de 23.25m/s².

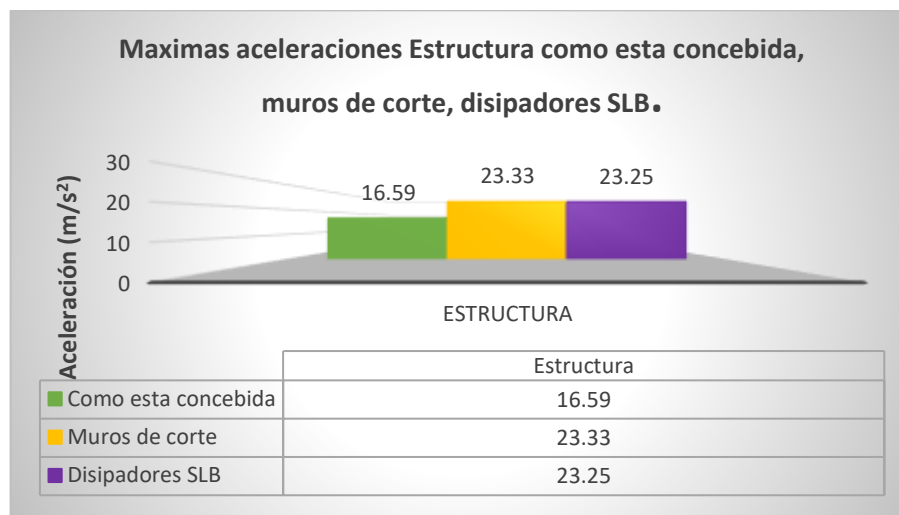
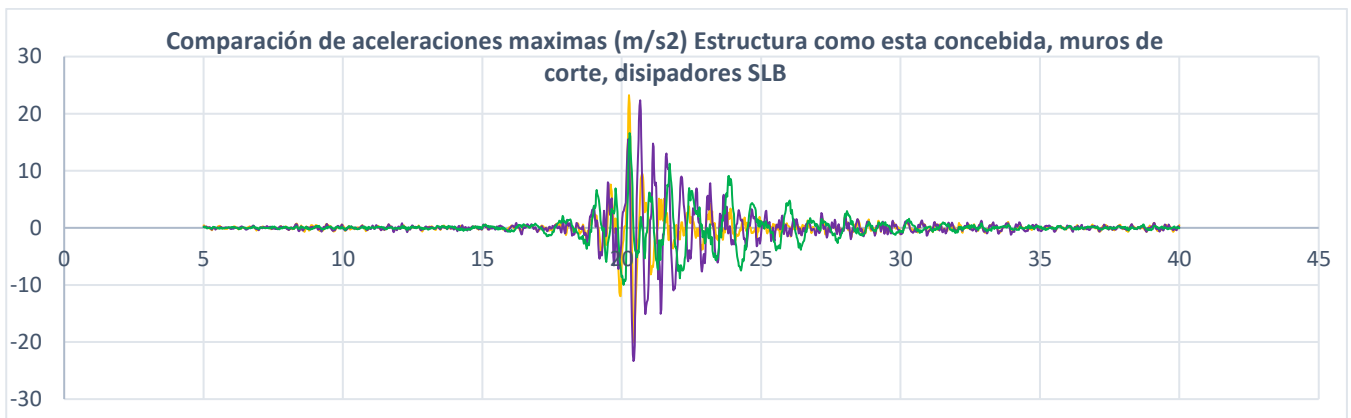


Figura 144. Aceleración máx. de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

RESUMEN DE ENERGIA DISIPADA

Energía Disipada(Ton-m): La mayor energía disipada generada por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001, para la estructura con reforzamiento con muros de corte se presenta en la figura 111, para la estructura con disipadores SLB se presenta en la figura 132; en la figura 145 se observa el resumen de la energía disipada, la barra color naranja representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo una energía disipada tanto de columnas, vigas y muro de corte de 344.09Ton-m, y la barra color celeste representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo una energía disipada únicamente de los dispositivos SLB de 195.31Ton-m.

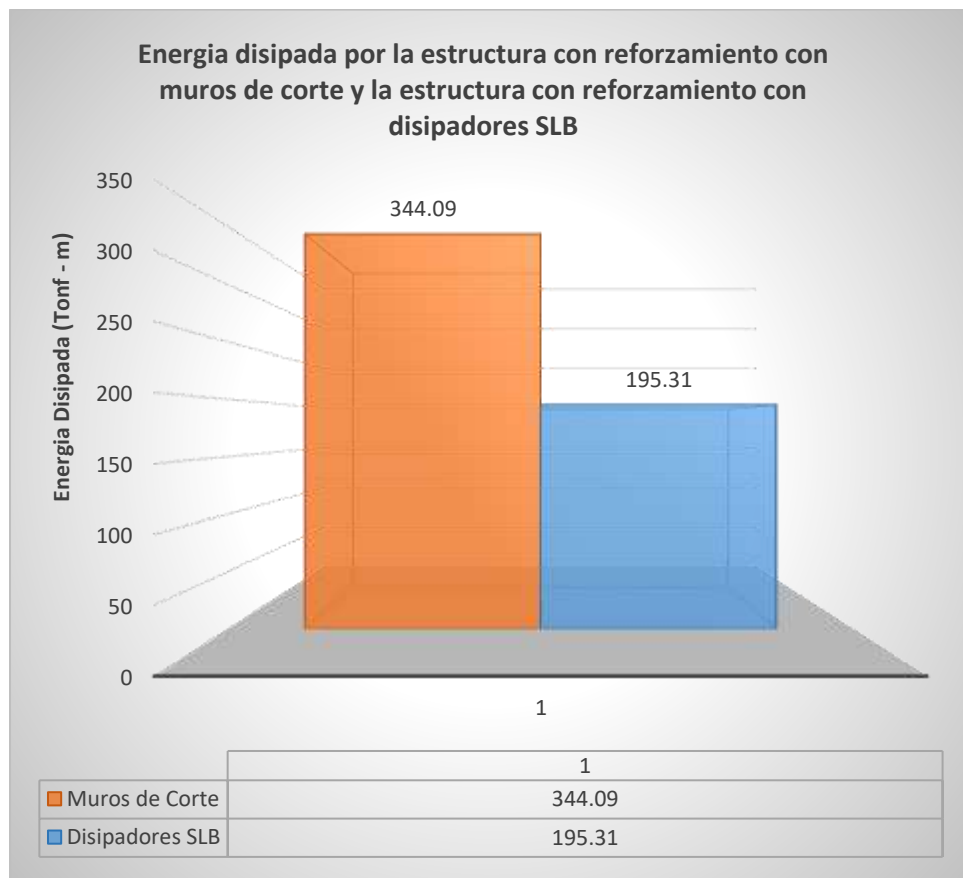


Figura 145. Energía Disipada de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

RESUMEN DE CORTANTES BASALES

Cortante Basal Máxima(Ton): Se consideran las cortante basales máximas generado por los sismos de Lima 1966, Ica 2007 y Arequipa 2001 en la estructura como está concebida que se presenta en la figura 145, la estructura con reforzamiento con muros de corte que se presenta en la figura 115, la estructura con disipadores SLB que se presenta en la figura 136; en la figura 145 se observa el resumen de las máximas cortantes basales, la barra color verde representa a la estructura como está concebida teniendo una cortante basal máxima de 818.22Ton, la barra color amarillo representa a la estructura con reforzamiento convencional “muros de corte” teniendo una cortante basal máxima de 1525.42Ton, y la barra color morado representa a la estructura con reforzamiento de disipadores SLB teniendo una cortante basal máxima de 989.08Ton.

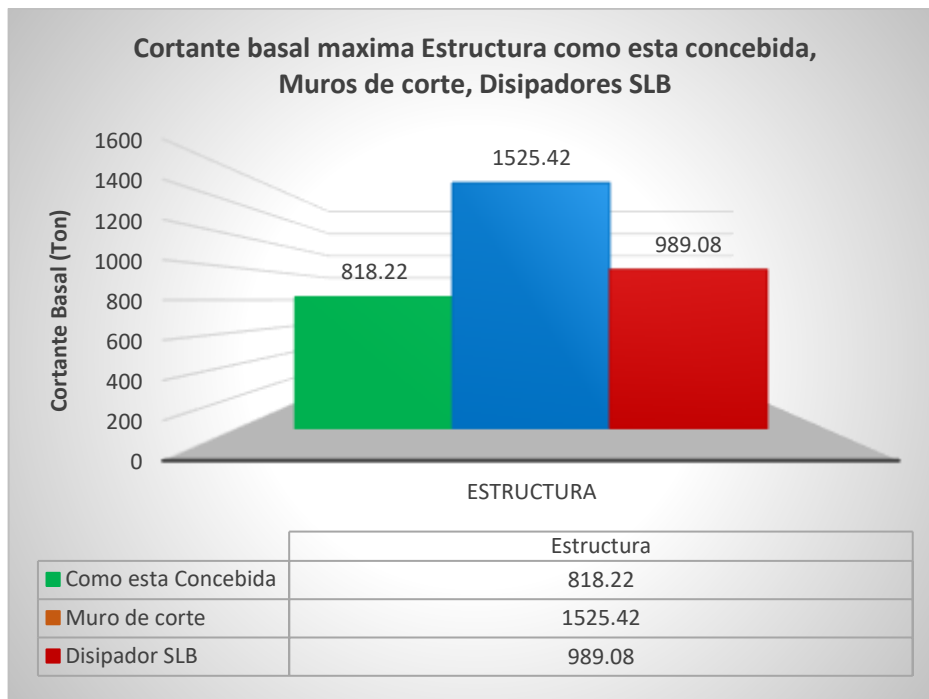


Figura 146. Cortante basal de la Estructura según condición.

Fuente: Propio

RESUMEN DE PERIODOS DE VIBRACION

Calculo de Periodo (seg.): El cálculo del periodo considerando el primer modo, la estructura como está concebida tiene un periodo de 1.139seg, la estructura con muros de corte tiene un periodo de 0.503, la estructura con disipadores SLB tiene un periodo de 0.576 seg.

V. DISCUSIÓN

Antecedentes nacionales considerados: Samillan (2019), en su proyecto: “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”, indicando que la extensa practica de autoconstrucciones en las edificaciones es de esperar que contemplen un comportamiento malo frente a un terremoto, proponiendo la utilizacion de dispositivos sismicos SLB, concluyendo que la reduccion en las distorsiones hasta en un 65% siendo notables las reducciones; asi como la dismunucion de fuerzas internas en elementos estructurales. El en presente estudio de investigacion se pudo ver los resultados y reducir las derivas del edificio como esta concebida en un 65.72% y 70.00% de las maxima deriva obtenidas por los diferentes registros siendo las respuestas casi semejantes lo que afirma Samillan.

Quispe y Garcia (2019), en el tema desarrollado en su investigacion “Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores histeréticos tipo shear link bozzo en un edificio de 14 niveles en la Ciudad de Lima”, fundamentando el reforzamiento del edificio a nivel sismico con dispositivos SLB, concluyendo en cuanto a derivas en X de 0.0134 sin disipador y 0.0066 con disipador reduciendo en un 50.66% mientras en la direccion Y de 0.00131 sin disipador y 0.0064 reduciendo en 48.30% cumpliendo la NTP E.030 (2018); la energia absorbida del sismo en una 40 % reduciendo de un 100% a 59.70% para registro de ICA 2007 cumpliendo la proteccion de la edificacion; el periodo se redujo de 2.41 seg. A 1.542 seg. En el estudio de investigacion se concluye que respecto a las derivas maximas con los tres registros sismicos se obtiene la estructura sin disipadores una deriva de 0.0114 que no cumple con la normativa, puesto que se aplico un sismo severo, con muros estructurales se obtiene una deriva maxima de 0.0068 y con disipadores de energia una deriva de 0.0065 reduciendo de manera considerable con los reforzamientos planteados, en cuanto al periodo la estructura sin disipadores tiene un periodo de 1.139 seg., la estructura con muros de corte tiene un periodo de 0.503 seg., y la estructura

con disipadores tiene un periodo de 0.576 seg. comparando resultados llegamos a las mismas conclusiones en cuanto a deriva y periodos.

Enciso (2018), en el trabajo de investigación denominado “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo”, Teniendo como resultados, la estructura con muros continuos en relación a la estructura con disipadores SLB presenta menores derivas siendo una diferencia del 28.39% y 24.69% y desplazamientos de 26.52% y 23.02% considerando las dos direcciones; la estructura con muro continuo toma mayor fuerza cortante en relación a la estructura con disipadores SLB siendo una diferencia del 28.45% y 24.14% contemplando las dos direcciones X y Y; con lo cual la edificación que cuenta con los muros continuos poseen más rigidez que con la incorporación de disipadores SLB con muros desacoplados, pero teniendo en cuenta que con la incorporación de disipadores SLB se puede tener un mejor desempeño en el rango no lineal en la ocurrencia de un sismo severo. El en presente estudio de investigación se pudo ver los resultados y reducir las derivas del edificio como esta concebida en un 65.72% y 70.00% de las máxima deriva obtenidas por los diferentes registros, y las derivas con muros de corte y con los disipadores Shear Link Bozzo varían en un 4.61% siendo los SLB de menor deriva concluyendo que en relación a la investigación de Enciso (2018) los resultados varían debido a que no se consideró en el estudio muros desacoplados sino armado tipo chevron.

Paredes (2018), en su proyecto de tesis desarrollado “Diseño estructural de un edificio de 8 niveles con disipadores de energía, Trujillo-La Libertad, 2018”, teniendo como objetivo diseñar la edificación incorporando un sistema de protección como los disipadores SLB, realizando trabajos topográficos, EMS, diseño arquitectónico y un análisis estructural con disipadores SLB, obteniendo resultados de desplazamiento en el eje X y Y están en el rango según la NTP E.030. El estudio planteado se cumple con lo estipulado en la NTP E.030.

Antecedentes internacionales considerados: Mena (2019), en su investigación “Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB”, en su proyecto que desarrollo basado en el comportamiento de una estructura de cinco plantas utilizando disipadores sísmicos SLB, donde llegan a la conclusión que se tiene ciertas ventajas en la edificación con la incorporación de disipadores SLB como el aumento de la resistencia de elementos estructurales, permitiendo la reducción de peso eliminando los muros de corte, disminución de vigas, columnas sin afectar una de las características fundamentales en una estructura como es la ductilidad; se aprecia en la estructura desplazamientos menores en el modelo con disipadores SLB se obtuvo 0.77% con relación al modelo tradicional que se obtuvo 1.94% límite cercano a la normatividad NEC-SE-DS-Peligro-Sísmico en cual contempla el valor de 2%; los periodos también reducen el modelo con disipadores SLB son de 0.42 seg. en relación al modelo tradicional de 0.761 seg., el movimiento rotacional es crítico en la estructura sin disipadores con la incorporación de SLB se tienen un mejor control de rotación; al ocurrir un terremoto de magnitud alta la edificación tradicional puede tener daños perjudiciales en los elementos estructurales al contrario con la utilización de disipadores SLB estos reciben la energía disipando y por ende la estructura no recibirá daños severos así como permitiendo el cambio del dispositivo una vez terminado el sismo; y son fáciles de adaptarse en el desarrollo de la construcción de un edificio así como en el desarrollo del modelado, siendo una mejor solución la utilización de disipadores sísmicos frente a la estructura tradicional. En el estudio se llega a los criterios tomados por Mena ya que con elementos del armado tipo chevron tenemos menos peso en la estructura se reducen los desplazamientos y también los periodos.

Ramírez (2018), en su proyecto de investigación realizado del: “Uso de disipadores de energía para controlar torsión en planta y mejorar a redundancia estructural, ejemplo de aplicación bloques 4 y 5 del centro de investigaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe”, concluye en la reducción de desplazamientos, derivas; los disipadores de energía TADAS y SLB absorben un porcentaje de la energía la cual reduce la energía sísmica en los elementos

estructurales; los periodos de la edificación sin disipadores es de 0.703seg., los disipadores SLB aportan 9.84% de rigidez adicional y TADAS 9.50% de rigidez a la estructura; las derivas se reducen con el uso de disipadores en un 15% para los disipadores SLB y 14% para disipadores TADAS; con el uso disipadores se reducen también fuerzas axiales en 39%, cortantes en 68% y momentos 21%. En el estudio de investigación se concluye que respecto a las derivas máximas con los tres registros sísmicos se obtiene la estructura sin disipadores una deriva de 0.0114 que no cumple con la normativa, puesto que se aplicó un sismo severo, con muros estructurales se obtiene una deriva máxima de 0.0068 y con disipadores de energía una deriva de 0.0065 reduciendo de manera considerable con los reforzamientos planteados.

Torres y Matango (2017), en su tesis denominada “Evaluación y Comparación del Reforzamiento de la Puce sede bahía, mediante la utilización de disipadores de energía tipo Shear-Link respecto a un reforzamiento con muros de corte”, se concluye que la curva de capacidad del edificio original presenta la formación de rotulas, al no hallar el punto del desempeño podemos inducir que el edificio estaría colapsado SLB, los diagonales no solo pueden contribuir con el soporte del disipador sino que también sirven para rigidizar la estructura ayudando a reducir desplazamiento y derivas teniendo desplazamiento de 84.08 mm para los SLB y 77.56 mm para muros de corte, viendo que estos desplazamientos son casi iguales pero muy diferentes en cuanto a deriva 1.35% para los SLB y 0.77% para los muros de corte la cual indica que existe menor daño la estructura con refuerzo con muros de corte. En el estudio con los diagonales se vieron que contribuyen en la rigidez del sistema de tal forma que se vio la reducción de los periodos y en cuanto a derivas se redujo en un 65.72% y 70.00% en relación a la estructura como está concebida.

VI. CONCLUSIONES

Al realizar un análisis comparativo del comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento convencional “muros de corte” en relación al reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo se llega a obtener los resultados máximos obtenidos de los tres registros considerados; derivas de 0.0068 con muros de corte y 0.0065 con disipadores SLB siendo la diferencia de un 4.61%; aceleración en el centro de masa de 23.33m/s² con muros de corte y 23.25m/s² con disipadores SLB siendo la diferencia de un 0.34%; energía disipada de 344.09Ton-m con muros de corte siendo la energía total de la estructura y 195.31Ton-m con disipadores SLB siendo la energía disipada por los dispositivos SLB; cortante basal de 1525.42Ton con muros de corte y 989.08Ton con disipadores SLB siendo la diferencia de un 54.22%; periodo de vibración de 0.503seg. con muros de corte y 0.576seg. con disipadores SLB siendo la diferencia de un 14.51%. Concluyendo que los dos sistemas propuestos tanto el reforzamiento convencional como los disipadores SLB cumplen la función de mejorar notablemente el comportamiento sísmico de la estructura.

La respuesta del edificio calculado mediante un análisis dinámico modal espectral siendo la máxima deriva de entrepiso de 0.0130, la cual bajo la norma sísmica del Perú E.030 en estructuras de concreto armado se solicita un valor máximo de 0.007, por lo cual el edificio incumple los parámetros mínimos solicitados.

El edificio con reforzamiento convencional con muros de corte mejora la respuesta sísmica “deriva de entrepiso” en un 65.72% en relación a la estructura como está concebida resultando de gran beneficio ya que con un reforzamiento con muros de corte podemos mejorar el comportamiento estructural y considerando que se mejora la irregularidad torsional que existe en la edificación actual, además de proporcionar al sistema estructural mayor rigidez.

El edificio con reforzamiento de disipadores Shear Link Bozzo mejora la respuesta sísmica “deriva de entrepiso” en un 70.00% en relación a la estructura como está concebida resultando de gran beneficio ya que con un reforzamiento con disipadores SLB podemos mejorar el comportamiento estructural y considerando que se mejora la irregularidad torsional que existe en la edificación actual, además de proporcionar al sistema estructural mayor rigidez y una buena ductilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Promover los sistemas de disipación y aislación sísmica, a nivel de diseño o reforzamiento de estructuras la cual es muy beneficioso para tener desempeños sísmicos óptimos y de esa forma poder cumplir con la filosofía sismorresistente en las estructuras futuras y estructuras existentes.

Utilizar el sistema de disipación SLB en estructuras concebidas por un sistema estructural flexible, estructuras que cuentan con irregularidad torsional, irregularidad piso blando, es adecuado el uso de SLB con diagonales metálicas armado tipo chevron puesto que en edificios altos genera menor peso que considerar muros desacoplados, y puesto que se adecuan perfectamente a la arquitectura, como a la estructura teniendo como alternativa de soluciones eficientes y económicas para nuestro territorio nacional.

Colocar los dispositivos Shear Link Bozzo donde existan mayores desplazamientos que normalmente son en el perímetro de la estructura donde se aprovecha de mejor manera la eficiencia que tiene el disipador SLB frente a eventos sísmicos, y siendo fundamental considerar en el análisis de los disipadores SLB en el caso que no se cuente con registros sísmicos, los registros sísmicos a utilizar deben tener las condiciones de sitio similar al de la estructura de análisis.

Evaluar a un nivel de estudio comparativo de costo – beneficio entre el sistema convencional en base a muros de corte frente a disipadores Shear Link Bozzo y se amplíe su aplicación en diferentes departamentos del Perú puesto que son alternativas que nos ayuda mucho a nivel de condiciones sísmicas.

REFERENCIAS

- ACI 318. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05)*. Michigan: Farmington Hills.
- Aguiar, R., Bozzo, L., Coyago, H., & Andino, C. (2016). Análisis Sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con Disipadores de Energía Shear Link Bozzo. *Revista CIENCIA, Volumen 18, 2, 123-160*.
- Aguiar, R., Rodriguez, M., & Mora, D. (2016). Análisis Sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303256522_Analisis_Sismico_de_Estructuras_con
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación, Introduccion a la Metodologia Cientifica*. Venezuela: Editorial EPISTEME.
- Borja, M. S. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.
- Bozzo , L., Foti, D., & Lopéz, F. (1998). Desing Criteria for Earthquake resistant builndigs with energy dissipators. *Elevant World Conference on Earthquake Engineering*. Mexico. Obtenido de http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/11_1933.PDF
- Bozzo, L. (2017). Filosofía del diseño de proyectos con disipación de Energía: Casos de estudio. *Diseño de proyectos con disipación de energía*. Barcelona - España.
- Bozzo, L. (2018). Disipadores SLB para diseño sismorresistente. Obtenido de http://luisbozzo.com/wp-content/uploads/2018/05/Dossier_disipadores_2017_V6.pdf
- Bozzo, L. M., & Gaxiola, G. (2015). El concepto "Rigido-Flexible-Ductil" y las Conexiones SLB. *Sociedad Mexicana de Ingenieria Sismica XX Congreso Nacional de Ingenieria Sismica*.
- Bozzo, L., & Barbat, A. (1999). Diseño sismorresistente en edificios Técnicas Convencionales y avanzadas. *Editorial Reverte, Barcelona*.
- Carrasco Diaz, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Editorial San Marcos E I R LTDA.

- Computers and Structures, Inc., (CSI). (2017). *ETABS (2017). Integrated Building Desing Software, v.17.0.1*. California - USA.
- Cutimbo Choque, W. (2016). *INGENIERIA SISMORRESISTENTE*.
- Chacon Alvarez, R., & Ramirez Caparo, J. E. (2014). Analisis de una Edificacion de 4 Pisos con Disipadores de Fluido Viscoso. (*Tesis de Pregrado*). Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Chopra, A. (2014). *Dinámica de Estructuras*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Diario el Comercio. (2016). Los terribles daños que dejó sismo de 6 grados en Puno. Recuperado el 12 de 01 de 2021, de <https://elcomercio.pe/peru/sismo-puno-hay-registro-temblores-intensos-lampa-151559-noticia/>
- Diario el Comercio. (2016). Sismo en Puno: no hay registro de temblores intensos en Lampa. Recuperado el 12 de 01 de 2021, de <https://elcomercio.pe/peru/sismo-puno-hay-registro-temblores-intensos-lampa-151559-noticia/>
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- Enciso Navarro, F. (2018). Analisis comparativo del diseño sismico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la Ciudad de Huancayo. (*Tesis para optar el título de INGENIERO CIVIL*). Universidad Nacional de Centro del Perú, Huancayo.
- Garcia Reyes, L. E. (1998). *Dinamica Estructural Aplicada al Diseño Sismico*. Bogotá - Colombia: Editorial Universidad de los Andes.
- Gaxiola, G., Bozzo, L., & Gonzales, H. (2016). Proceso de Analisis y Diseño Utilizando Disipadores. *Ejemplos de Aplicación*. Obtenido de <http://luisbozzo.com/wp-content/uploads/2018/05/Procedimiento-para-el-dise%C3%B1o-con-SLB-Rev7.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Editorial: McGRAW-HILL /.
- Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI. (2006). Recuperado el 10 de 01 de 2021, de https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf

- López, C. (2011). *Protección Sísmica de Estructuras*. Santiago de Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción.
- Lopez, S. Y., & Plasencia, C. S. (2017). Diseño estructural del edificio multifamiliar las flores del glof de 9 niveles empleando disipadores de energía "shear link bozzo". (*Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil*). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Meli Piralla, R. (2013). *Diseño Estructural*. Mexico: NORIEGA.
- Mena Ramírez, A. S. (2019). Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB. (*Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERA CIVIL*). Quito.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). NTP E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). NTP E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú.
- Morales-Soto, N., & Zavala, C. (2008). Terremotos en el litoral central del Perú: ¿podría ser Lima el escenario de un futuro desastre?. . *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(2), 217-224. Recuperado el 28 de 01 de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000200011&lng=es&tlng=es
- Muñoz, A., Tinman, M., & Quiun, D. (2001). Riesgo sísmico de edificios peruanos. *Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ingeniería, Sección Ingeniería Civil*.
- Nuzzo, L., Lossano, D., Serino, G., & Bozzo Rotondo, L. M. (2015). A Seismic-resistant Precast r.c. System equipped with. Nápoles - Italia.
- Padilla Quincot, G. (2010). Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú. (*Tesis para optar el título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Paredes Chuquilin, E. J. (2018). Diseño estructural de un edificio de 8 niveles con disipadores de energía, Trujillo-La Libertad, 2018. (*Tesis para obtener el título profesional de INGENIERO CIVIL*). Universidad César Vallejo, Trujillo.

- Proaño, R. (2014). Diseño Sísmico y Mitigación de Desastres Naturales - Reforzamiento de Estructuras.
- Quispe Huamán, C. K., & García Urrutia, P. A. (2019). Reforzamiento sísmico mediante el uso de disipadores histeréticos tipo shear link bozzo en un edificio de 14 niveles en la Ciudad de Lima. (*Tesis para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL*). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Ramírez Pino, J. I. (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. (*Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de ingeniero civil*). Sangolqui.
- Samillan Ley Cuen, C. A. (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". (*Tesis para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL*). Universidad Nacional Hermilio Vadizán, Huanuco.
- Symans, M., Charney, F., Whittaker, A., Constantinou, M., Kircher, C., Johnson, M., & McNamara, R. (2008). Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: Current Practice and Recent Developments, New York - USA.
- Tavera, H. (2011). Mapa sísmico del Perú. Periodo: 1960 - 2011. Recuperado el 10 de 01 de 2021, de <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1184>
- Tavera, H., Fernández, E., & Cuya, A. (2016). Sismo de Lampa del 1 de Diciembre del 2016 (6.0 ML). Recuperado el 2020 de 12 de 16, de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1065>
- Torres Jaramillo, P. X., & Matango Angamarca, A. S. (2017). Evaluación y comparación del reforzamiento de la puce sede bahía. mediante a utilización de disipadores de energía tipo shear-link respecto a un reforzamiento con muros de corte. (*Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero civil*). Quito.
- Villareal Castro, G., & Díaz la Rosa Sánchez, M. (2016). *EDIFICACIONES CON DISIPADORES VISCOSOS*. Lima: Gráfica Norte S.C.R.L.
- Villareal Castro, G., & Oviedo Sarmiento, R. (2009). *Edificaciones con Disipadores de Energía*. Lima: PREMIO NACIONAL ANR 2008.

Wikipedia, c. d. (4 de diciembre de 2020). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Anexo:Los_10_mayores_terremotos_de_la_historia&oldid=131440126

Wikipedia, c. d. (24 de noviembre de 2020). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Terremoto_de_Hait%C3%AD_de_2010&oldid=131184552

Wilson, E. (1995). *Análisis y Dinámico de Estructuras*. Berkeley: Computers and Structures.

ANEXOS

- **ANEXO 01.** Matriz de consistencia.
- **ANEXO 02.** Matriz de operacionalización.
- **ANEXO 03.** Constancia de autorización del edificio.
- **ANEXO 04.** Tabla de parámetros de diseño de los disipadores SLB.
- **ANEXO 05.** Fotografías del edificio comercial-hotel en estudio.
- **ANEXO 06.** Precio de los disipadores SLB, armado con diagonales tipo chevron con los disipadores SLB en un pórtico.
- **ANEXO 07.** Planos de arquitectura y estructuras del edificio comercial-hotel.

ANEXO 01. Matriz de consistencia.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO CON REFORZAMIENTO CONVENCIONAL Y REFORZAMIENTO CON DISIPADORES SHEAR LINK BOZZO, JULIACA, 2020						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VI ₁ : Muros de corte		Razón	TIPO DE INVESTIGACION Aplicada DISEÑO DE INVESTIGACION No experimental NIVEL DE INVESTIGACION Descriptivo, Comparativo
¿En qué medida se diferencia el comportamiento sísmico del edificio de 10 niveles con reforzamiento con muros de corte y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo de la Ciudad de Juliaca?	Comparar la diferencia entre el comportamiento sísmico del edificio de 10 niveles con reforzamiento con muros de corte y reforzamiento con disipadores Shear Link Bozzo de la Ciudad de Juliaca.	El reforzamiento con disipadores Shear link bozzo presentara un mejor comportamiento sísmico en cuanto al reforzamiento con muros de corte en la edificación de 10 niveles de la ciudad de Juliaca.	DIMENSIONES	INDICADORES		
			Características de los Muros de Corte.	Dimensiones en (cm) Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
			VI ₂ : Disipadores Shear Link Bozzo			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	Razón	ENFOQUE DE INVESTIGACION Cuantitativo POBLACION La población de estudio en la investigación está constituida por edificaciones de concreto armado que tengan la concepción estructural de un sistema de PORTICOS mayor a 5 niveles en la ciudad de Juliaca.
¿Cuál será la respuesta del edificio evaluado mediante un análisis dinámico en cuanto a la distorsión máxima de la norma técnica peruana E.030?	Calcular la respuesta del edificio evaluado mediante un análisis dinámico en cuanto a la distorsión máxima de la normativa técnica peruana E.030.	La respuesta que presentará el edificio en cuanto a la distorsión máxima de la norma técnica peruana E.030, será mayor por ende no cumplirá la NTP E.030.	Características de los Disipadores SLB.	Dimensiones del disipador SLB (cm) espesor del fresado en (mm) rigidez inicial y post fluencia (KN/cm)		
¿En cuánto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento con muros de corte mediante un análisis tiempo historia?	Evaluar en cuanto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento con muros de corte mediante un análisis tiempo historia.	El comportamiento sísmico del edificio mejora con el reforzamiento con muros de corte.	VD: Comportamiento Sísmico		Razón	MUESTRA La muestra de estudio es no probabilística, la muestra que se elige es un edificio de 10 niveles (Edificio comercial, hotel). MUESTREO El muestreo será de tipo discrecional, la muestra es elegida a criterio y juicio del investigador.
¿En cuánto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento de disipadores Shear link bozzo?	Evaluar en cuanto mejora el comportamiento sísmico del edificio con reforzamiento de disipadores Shear link bozzo mediante un análisis tiempo historia.	El comportamiento sísmico del edificio mejora con el reforzamiento de disipadores Shear link bozzo.	DIMENSIONES	INDICADORES		
			Respuestas Sísmicas.	Derivas (cm/cm)		
				Desplazamientos (cm)		
				Aceleración en el centro de masa (m/s ²)		
				Energía disipada (ton-m)		
Cortante basal (ton)						
Periodos de vibración (seg.)						

ANEXO 02. Matriz de operacionalización.

VARIABLES OPERACIONALES						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION DE OPERACIONALIDAD	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	
INDEPENDIENTE	Muros de corte	La normativa E.060, (2009) define a los muros de corte como: "elementos estructurales diseñados para resistir la combinación de fuerzas máximas como son los momentos, fuerzas axiales, y fuerzas cortantes, producidos por fuerzas horizontales" (p.16).	Para evaluar las dimensiones en cuanto al espesor se aplicará en cumplimiento a la normativa E.030 y la resistencia a la compresión en cumplimiento a la normativa E.060 concreto armado del reglamento nacional de edificaciones.	Características de los Muros de Corte	Dimensiones en (cm)	Razón
		Los muros de corte son elementos estructurales son los que absorbe gran cantidad de fuerza cortante proveniente de un sismo ya que poseen una alta rigidez y poseen la capacidad de deformaciones que les admite resistir sismos.			Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Razón
	Disipadores Shear Link Bozzo	"El disipador SLB fabricado de acero, teniendo la forma de un perfil metálico vertical con rigidizadores horizontales" (Aguiar, Bozzo, Coyago, & Andino, 2016) Considerando que los SLB son un tipo de disipador metálico basado en la fluencia de estos, el principio de disipación energía está basada en la plasticidad del material que la compone.	Las características de los disipadores Shear Link Bozzo se identificará en términos de la respuesta sísmicas de la estructura como son las dimensiones del disipador, el espesor, serán evaluadas según el porcentaje de corte que tome cada uno de ellos en las cuales se considerara la rigidez inicial, la rigidez Post fluencia.	Características de los Disipadores SLB	Dimensiones del disipador SLB (cm)	Razón
					Espesor del fresado en (mm)	Razón
Rigidez inicial y post fluencia (KN/cm)					Razón	
DEPENDIENTE	Comportamiento Sísmico	"En los últimos periodos de tiempo en la mayoría de estudios de investigación que se han realizado en relación al comportamiento estructural de estructuras en zonas de alta sismicidad. Como posibles soluciones a las expectativas sismorresistente basado en los criterios de redundancia estructural y ductilidad, pudiendo minimizar de manera significativa todas las fuerzas producidas por un terremoto severo" Bozzo&Barbat(1999). El comportamiento sísmico siendo así una característica importante de la estructura, los movimientos horizontales son los que más causan daño en un terremoto, las edificaciones en la parte estructural deben ser diseñados para soportar la máxima aceleración horizontal y mejorar las respuestas sísmicas de la estructura.	Para evaluar el comportamiento estructural de una estructura va a depender de varios factores de la estructura, como son las respuestas sísmicas que se obtendrán cuando se evalúen con los diferentes sismos que se utilizarán, mejorando a la estructura en cuanto a resistencia, rigidez y ductilidad.	Respuestas Sísmicas	Derivas (cm/cm)	Razón
					Desplazamientos (cm)	Razón
					Aceleración en el centro de masa (m/s ²)	Razón
					Energía disipada (ton/m)	Razón
					Cortante basal (ton)	Razón
					Periodos de vibración (seg.)	Razón

ANEXO 03. Constancia de autorización del edificio.

CONSTANCIA DE AUTORIZACION

Por medio de la presente Yo, Emilio Santiago Villasante Pacheco, dueño del edificio ubicado en la Jr. Mariano E. Nuñez con el Jr. Bolívar N° 101 - Juliaca, identificado con DNI N° 02398469, con domicilio en el Jr. Mariano E. Nuñez N° 265 - Juliaca, expresamente **AUTORIZO** al Bach. Brayhan Lorenz Tapra Guispe identificado con DNI N° 70090037, con domicilio en el Jr. Piscopata Ma. Ce. LT. 14 - Juliaca Para que pueda utilizar la información de mi edificio con fines académicos.

Se expide el presente documento para fines que el interesado crea conveniente.


Atentamente



EMILIO SANTIAGO VILLASANTE PACHECO
DNI: 02398469

ANEXO 04. Tabla de parámetros de diseño de los disipadores SLB.

Parámetros de diseño para los disipadores SHEAR LINK BOZZO										
Dispositivo	ed (mm)	er1 (mm)	er2 (mm)	ev (mm)	K ₁ (KN/cm)	K ₂ (KN/cm)	D _y (mm)	F _y (KN)	F _{Máx} (KN)	E _D (KN.cm)
SLB2 6_2	19	13	-	2	363.33	9.75	0.980	35.60	69.01	87.08
SLB2 6_3	19	13	-	3	397.80	10.75	1.031	41.00	79.21	99.25
SLB2 6_4	19	13	-	4	421.73	11.65	1.065	44.90	88.58	108.31
SLB2 6_5	19	13	-	5	439.60	12.78	1.078	47.40	96.67	115.18
SLB2 8_2	19	15	-	2	592.87	13.86	0.811	48.10	92.76	119.78
SLB2 8_3	19	15	-	3	676.27	15.38	0.858	58.00	107.57	141.77
SLB2 8_4	19	15	-	4	737.00	16.28	0.900	66.30	120.87	159.39
SLB2 8_5	19	15	-	5	784.27	17.43	0.927	72.70	133.29	173.71
SLB2 10_2	19	20	-	2	893.40	19.15	0.761	68.00	128.71	168.89
SLB2 10_3	19	20	-	3	1039.13	21.57	0.780	81.10	148.63	198.84
SLB2 10_4	19	20	-	4	1149.53	22.96	0.809	93.00	166.26	224.54
SLB2 10_5	19	20	-	5	1237.80	14.93	0.906	112.20	182.26	246.55
SLB2 15_2	19	20	-	2	1571.47	31.17	0.648	101.80	199.61	258.66
SLB2 15_3	19	20	-	3	1961.47	37.36	0.643	126.10	240.45	318.16
SLB2 15_4	19	20	-	4	2290.27	42.03	0.654	149.70	276.57	373.16
SLB2 15_5	19	20	-	5	2575.60	45.69	0.670	172.50	310.13	424.52
SLB2 20_2	19	25	5	2	2073.33	37.83	0.601	124.60	243.14	316.64
SLB2 20_3	19	25	5	3	2630.13	46.27	0.597	156.90	298.30	396.26
SLB2 20_4	19	25	5	4	3105.53	53.03	0.606	188.30	348.53	470.63
SLB2 20_5	19	25	5	5	3520.20	58.63	0.620	218.40	395.71	540.18
SLB3 25_2	25	30	5	2	3214.07	58.98	0.606	194.80	383.50	494.69
SLB3 25_3	25	30	5	3	4046.67	70.69	0.589	238.20	457.15	602.54
SLB3 25_4	25	30	5	4	4783.20	81.04	0.585	279.60	526.49	703.70
SLB3 25_5	25	30	5	5	5447.47	90.85	0.586	319.00	592.39	799.88
SLB3 25_6	25	30	5	6	6064.13	99.65	0.589	357.10	655.63	891.48
SLB3 25_7	25	30	5	7	6644.13	107.41	0.594	394.50	716.83	979.51
SLB3 25_8	25	30	5	8	7191.47	114.57	0.599	430.70	776.40	1064.12
SLB3 25_9	25	30	5	9	7711.07	120.73	0.605	466.40	834.90	1145.71
SLB3 30_2	25	30	5	2	3666.73	64.22	0.578	212.10	415.33	539.19
SLB3 30_3	25	30	5	3	4717.00	78.76	0.563	265.70	507.23	672.79
SLB3 30_4	25	30	5	4	5661.33	92.21	0.560	316.90	594.62	799.16
SLB3 30_5	25	30	5	5	6525.67	104.99	0.561	366.10	678.62	920.34
SLB3 30_6	25	30	5	6	7336.60	116.45	0.565	414.20	759.77	1036.63
SLB3 30_7	25	30	5	7	8106.07	126.92	0.569	461.30	838.79	1149.06
SLB3 30_8	25	30	5	8	8840.00	135.98	0.575	508.00	915.50	1257.99
SLB3 30_9	25	30	5	9	9542.20	145.74	0.579	552.50	992.12	1363.85
SLB3 40_2	25	30	5	2	4571.07	76.44	0.543	248.30	482.60	634.54
SLB3 40_3	25	30	5	3	6043.67	97.23	0.531	321.00	609.64	817.79
SLB3 40_4	25	30	5	4	7393.67	116.17	0.530	391.60	732.20	993.03
SLB3 40_5	25	30	5	5	8650.00	133.79	0.533	460.80	851.48	1162.82
SLB3 40_6	25	30	5	6	9843.00	149.92	0.537	528.70	967.95	1327.13
SLB3 40_7	25	30	5	7	10988.00	165.19	0.542	595.40	1082.30	1487.36
SLB3 40_8	25	30	5	8	12091.27	179.81	0.547	660.90	1195.00	1643.93
SLB3 40_9	25	30	5	9	13156.07	194.00	0.551	725.10	1306.30	1797.11
SLB3 50_2	25	30	5	2	5479.60	88.67	0.520	284.90	551.27	730.67
SLB3 50_3	25	30	5	3	7367.13	114.64	0.512	377.50	713.65	963.00
SLB3 50_4	25	30	5	4	9116.00	138.30	0.513	468.10	871.40	1186.77
SLB3 50_5	25	30	5	5	10759.13	160.81	0.518	557.00	1025.70	1404.77
SLB3 50_6	25	30	5	6	12328.87	181.80	0.523	644.40	1177.30	1616.83
SLB3 50_7	25	30	5	7	13844.20	202.03	0.528	730.30	1326.80	1824.36
SLB3 50_8	25	30	5	8	15312.67	221.80	0.532	814.70	1474.50	2028.05
SLB3 50_9	25	30	5	9	16737.00	241.37	0.536	897.70	1621.20	2228.51

Donde,  Estos dispositivos plastifican primero por flexión antes que por cortante.

K1: Rigidez inicial

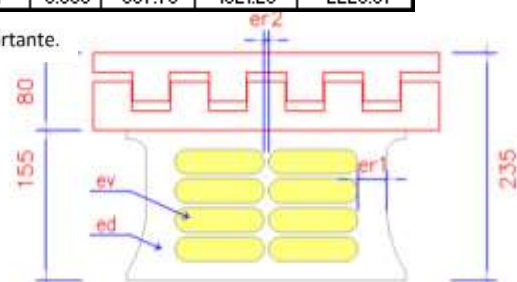
F_y=Fuerza de plastificación

K2: Rigidez post-plastificación

F_{máx}: Fuerza máxima

D_y: Desplazamiento de plastificación

E_D: Energía disipada.



Fuente: Luis Bozzo Estructuras y Proyectos; POSTENSA

ANEXO 05. Fotografías del edificio comercial-hotel en estudio.



Figura. Edificación Comercial-hotel durante la construcción.

Fuente: Propio

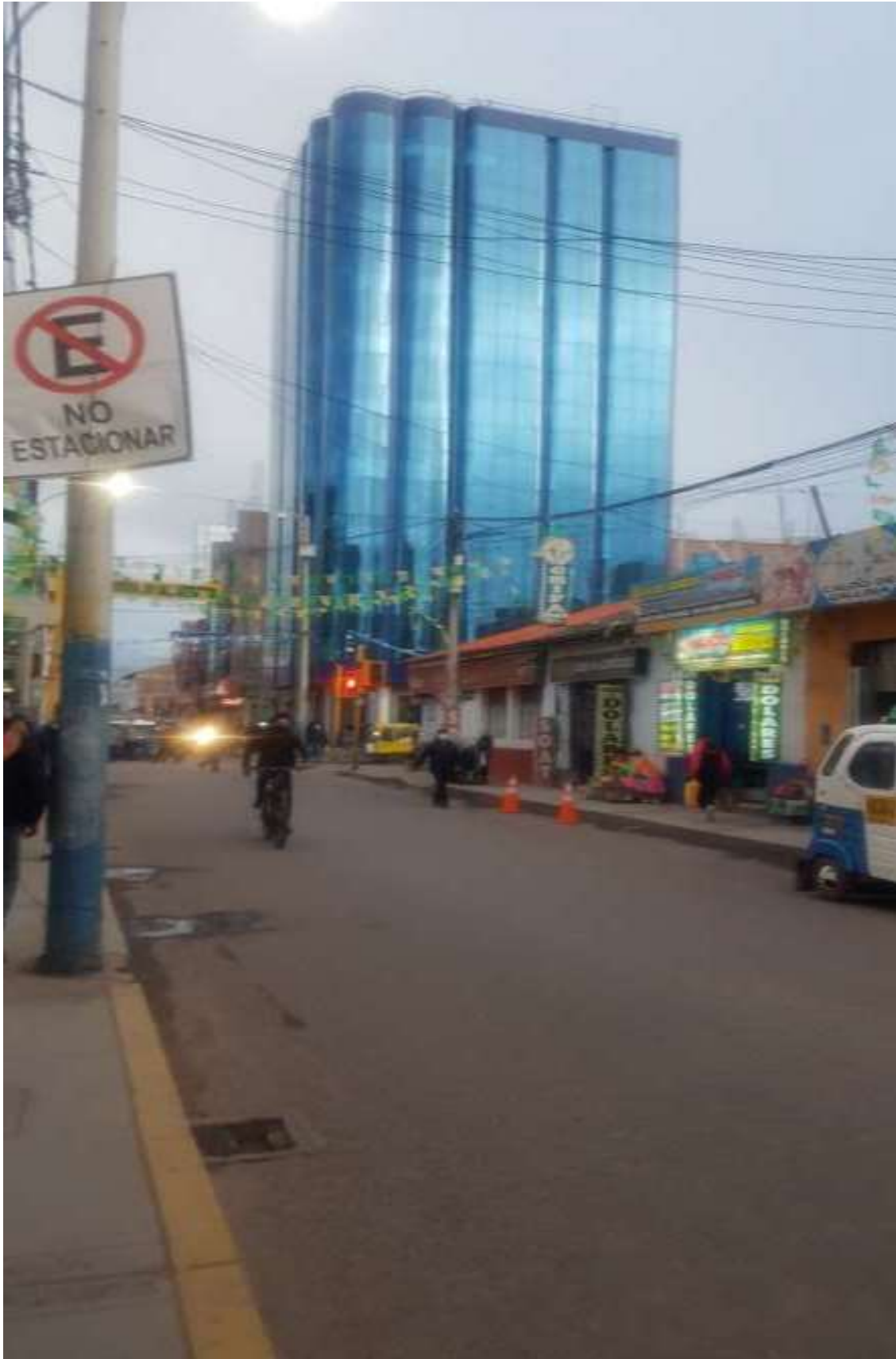


Figura. Edificación Comercial-hotel en la actualidad.

Fuente: Propio

ANEXO 06. Precio de los disipadores SLB, armado con diagonales tipo chevron con los disipadores SLB en un pórtico.

Tabla. Precio de los disipadores SLB

Item	DISIPADOR	TOTAL	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	SL3-50-A	1	\$880.00	\$880.00
2	SL3-40-A	1	\$700.00	\$700.00
3	SL3-30-A	1	\$630.00	\$630.00
4	SL3-25-A	1	\$530.00	\$530.00
5	SL2-20-A	1	\$480.00	\$480.00
6	SL2-15-A	1	\$420.00	\$420.00
7	SL2-10-A	1	\$400.00	\$400.00
8	SL2-08-A	1	\$350.00	\$350.00
9	SL2-06-A	1	\$320.00	\$320.00

Fuente. Luis Bozzo Estructuras y Proyectos.

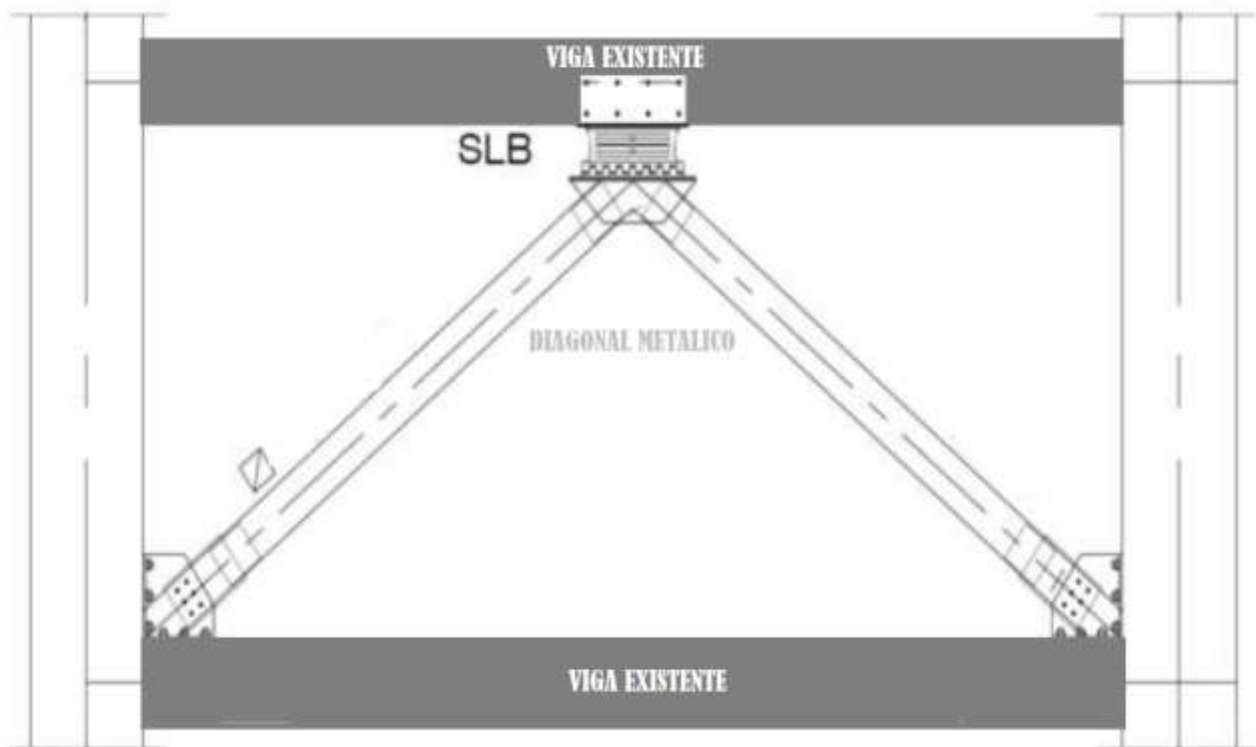
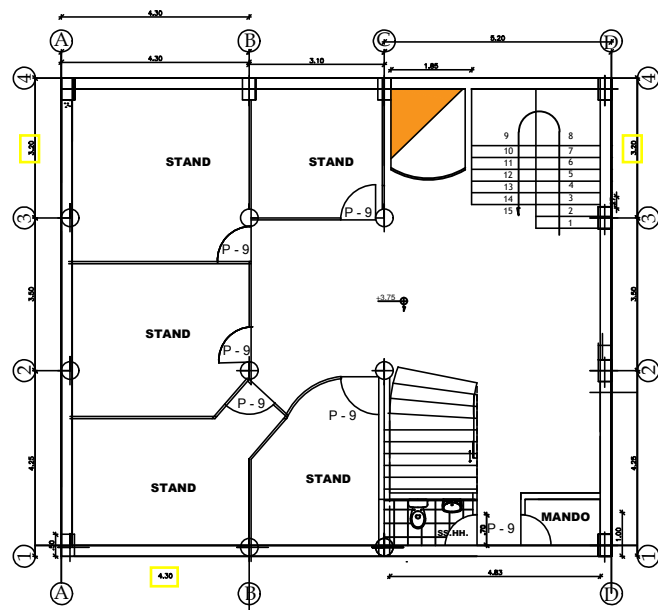


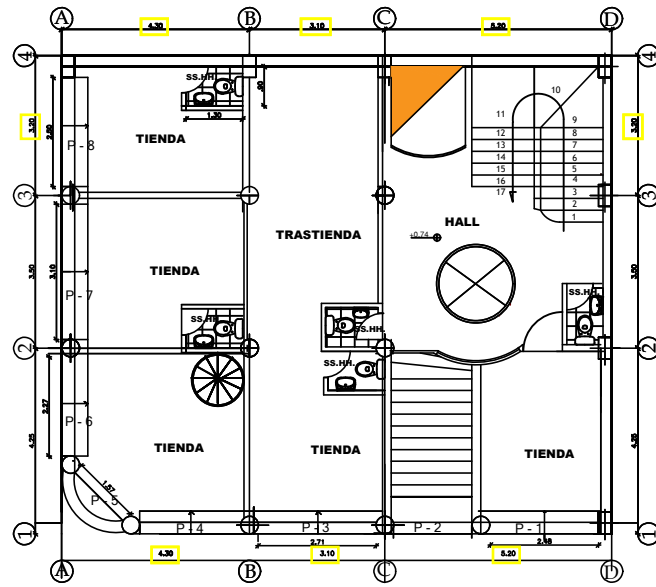
Figura. Conexión tipo chevron con disipadores SLB en un pórtico de concreto armado.

Fuente. Propio

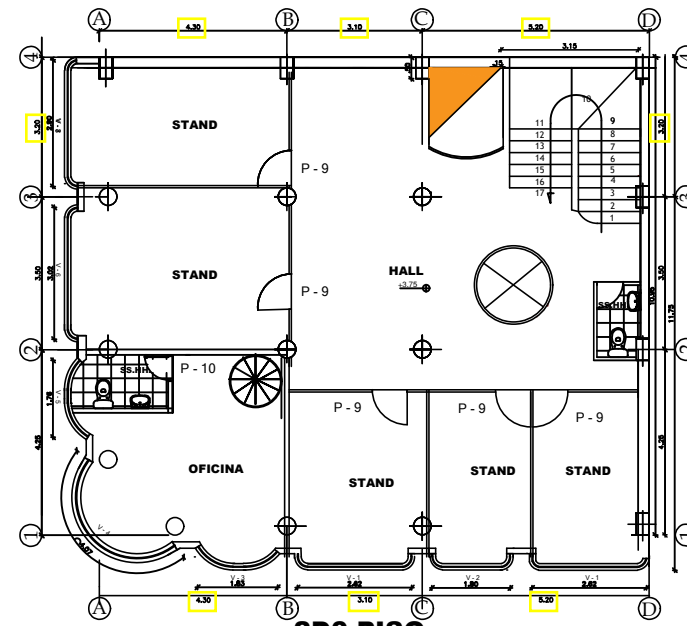
ANEXO 07. Planos de arquitectura y estructuras del edificio comercial-hotel.



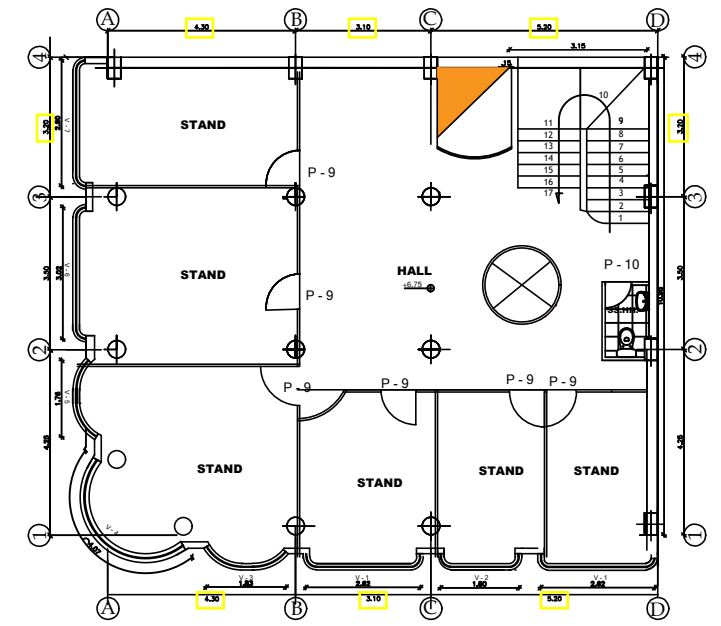
SOTANO



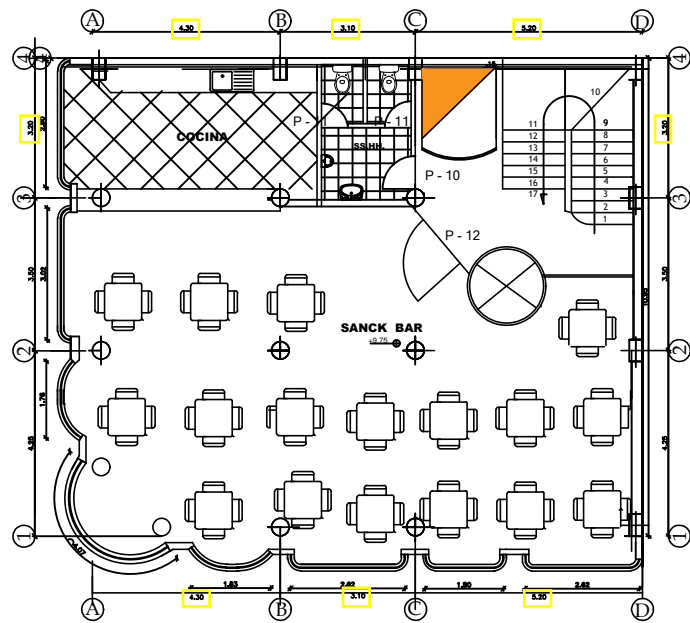
1ER PISO



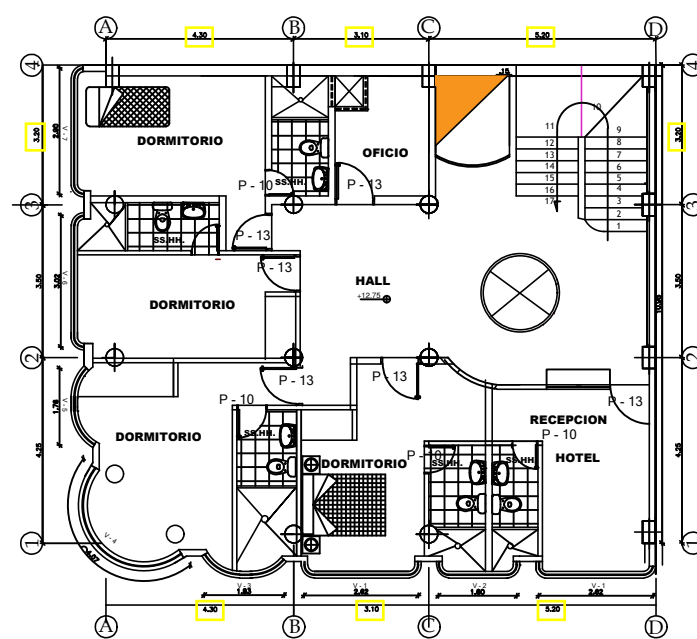
2DO PISO



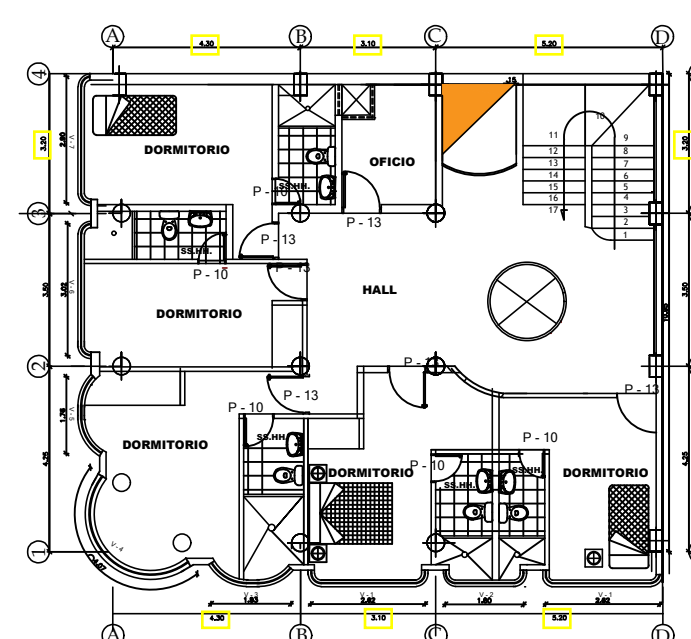
3er PISO



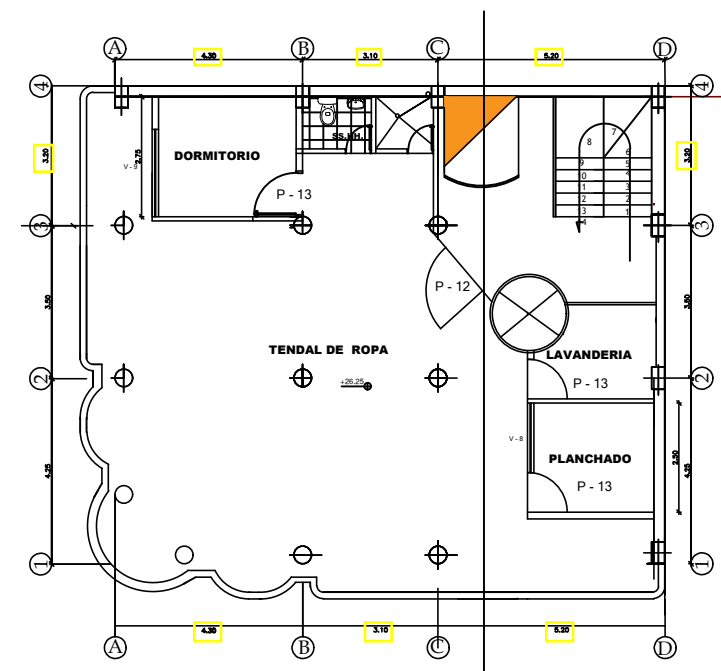
4TO PISO



5TO PISO



6to al 9no PISO



AZOTEA

CUADRO VANOS PUERTAS			DETALLES
TIPO	ANCHO	ALTO	
P-1	2.50	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-2	1.80	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-3	2.70	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-4	2.30	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-5	2.50	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-6	1.76	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-7	3.10	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-8	2.50	3.20	METALICO ENRROLLABLE
P-9	0.80	2.10	MADERA TABLERO REBAJADO
P-10	1.70	2.10	MADERA TABLERO REBAJADO
P-11	2.50	2.10	MADERA TABLERO REBAJADO
P-12	1.00	2.10	MADERA TABLERO REBAJADO
P-13	1.70	2.10	MADERA TABLERO REBAJADO

CUADRO VANOS VENTANA				DETALLES
TIPO	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO	
V-1	-	2.62	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-2	-	1.80	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-3	-	2.62	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-4	-	1.83	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-5	-	4.07	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-6	-	3.02	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-7	-	2.90	2.80	VIDRIO TEMPLEX
V-8	1.00	1.60	1.20	
V-9	1.00	2.00	1.20	

PROYECTO DE EDIFICIO

PROPIETARIO: EMILIO SANTIAGO VILLASANTE PACHECO Y ESPOSA

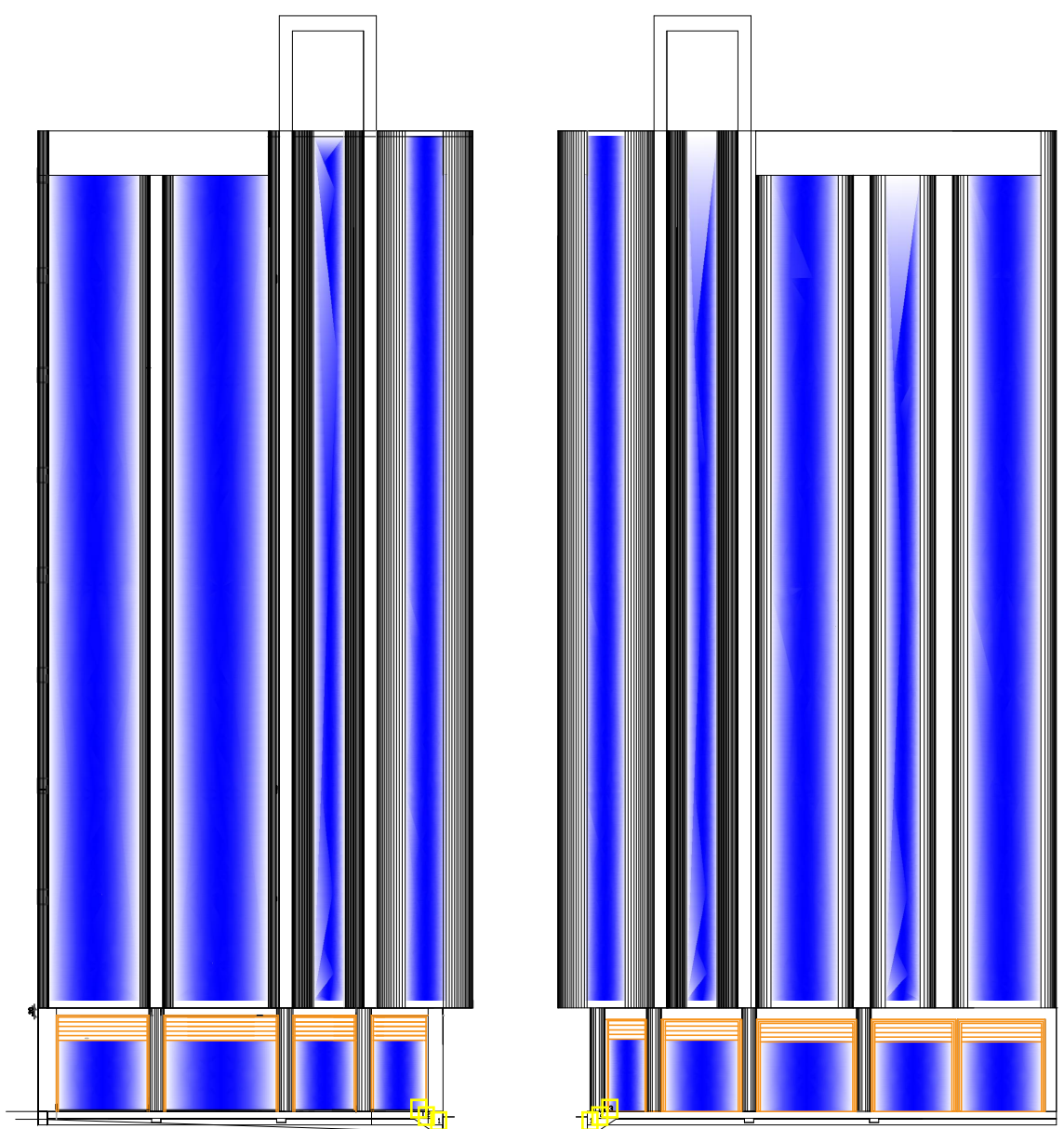
ARQUITECTURA

UBICACION: SECTOR JULIACA, PROVINCIA SAN ROMAN, PERU

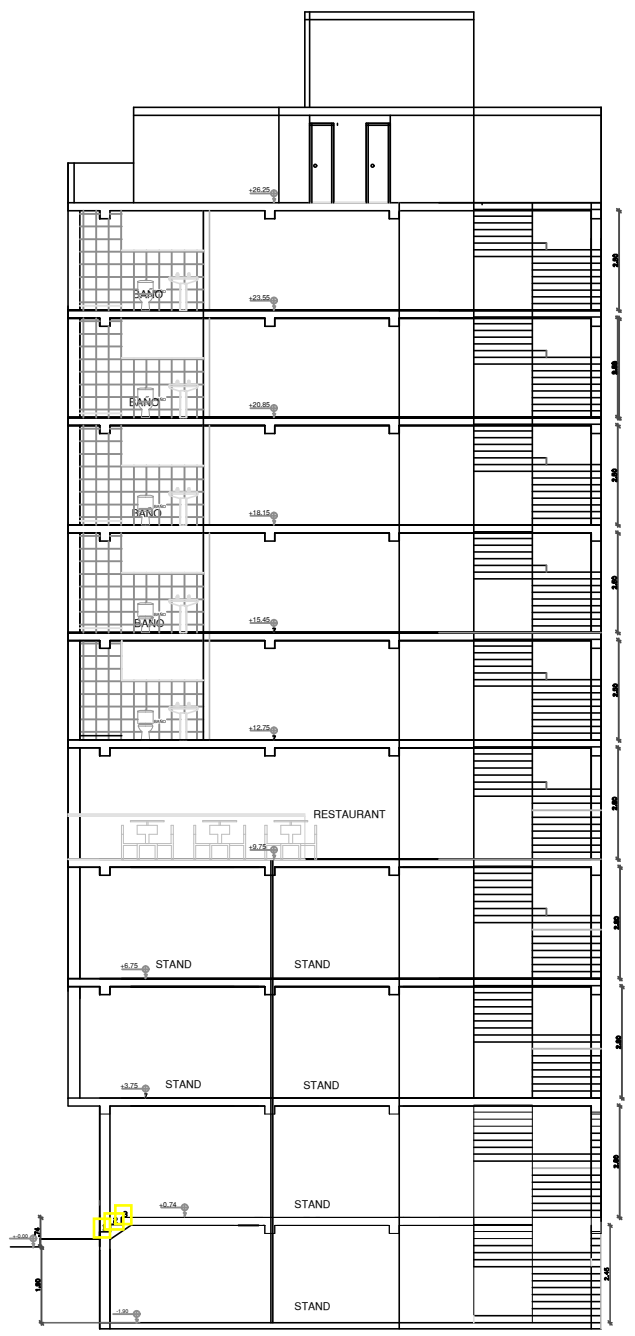
FECHA: 1.2007

ESCALA: 1:200

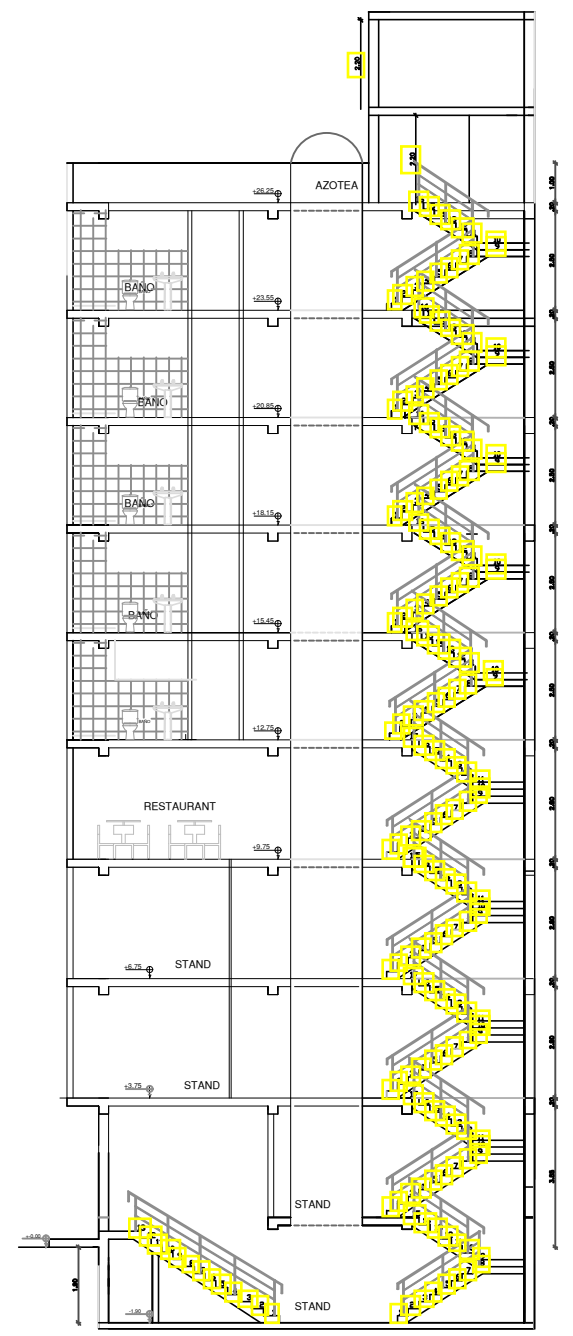
LABORATORIO: A-02



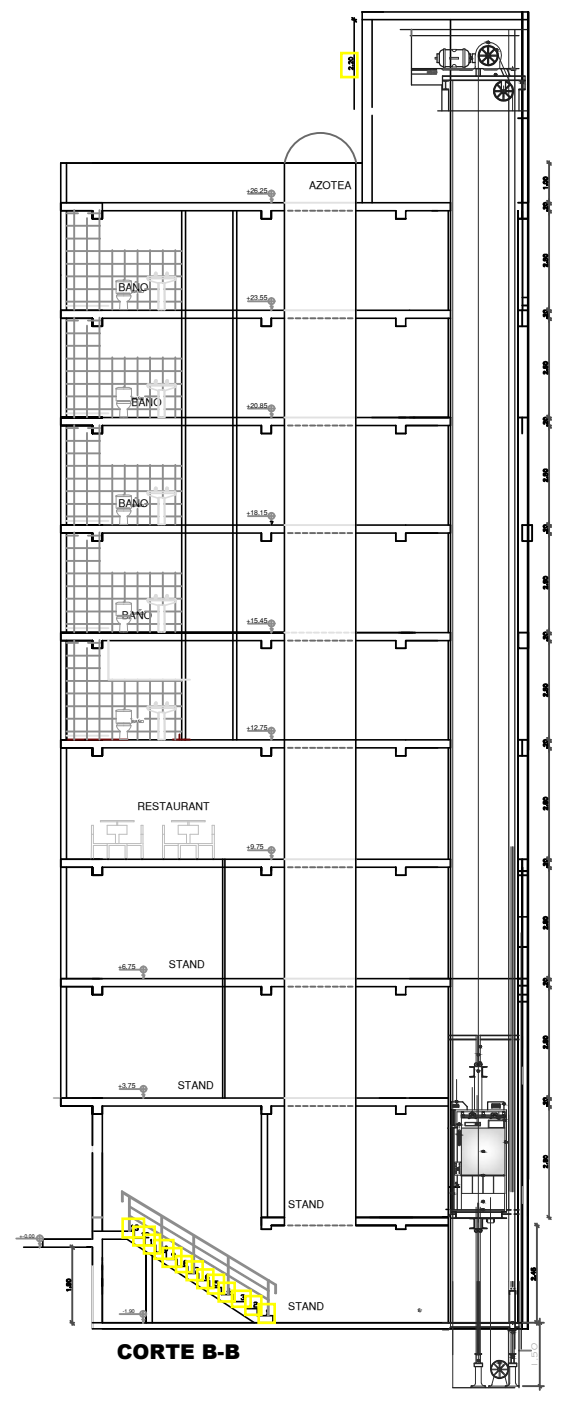
ELEVACION 2 ELEVACION 1



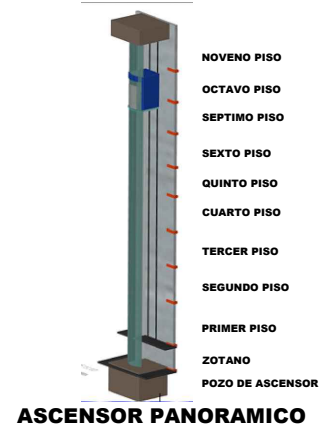
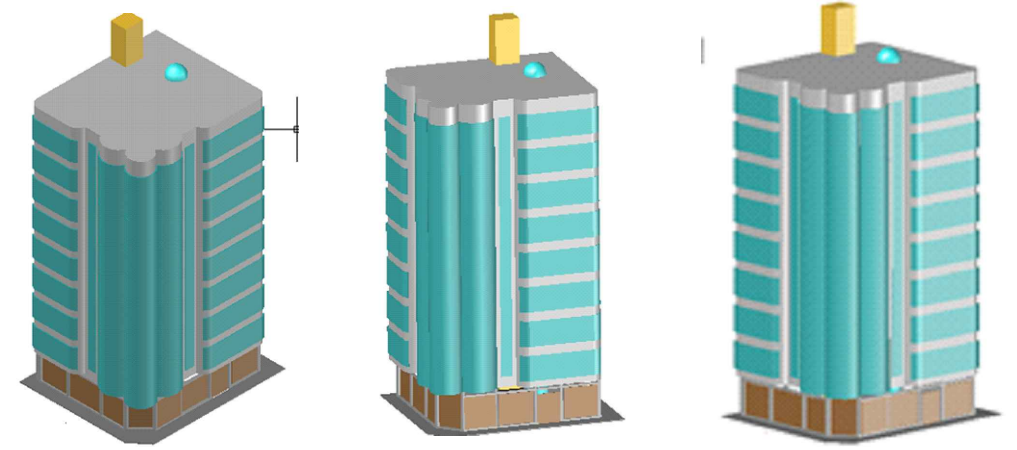
CORTE A-A



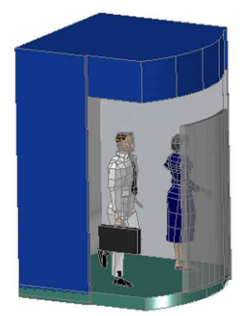
CORTE B-B



CORTE B-B



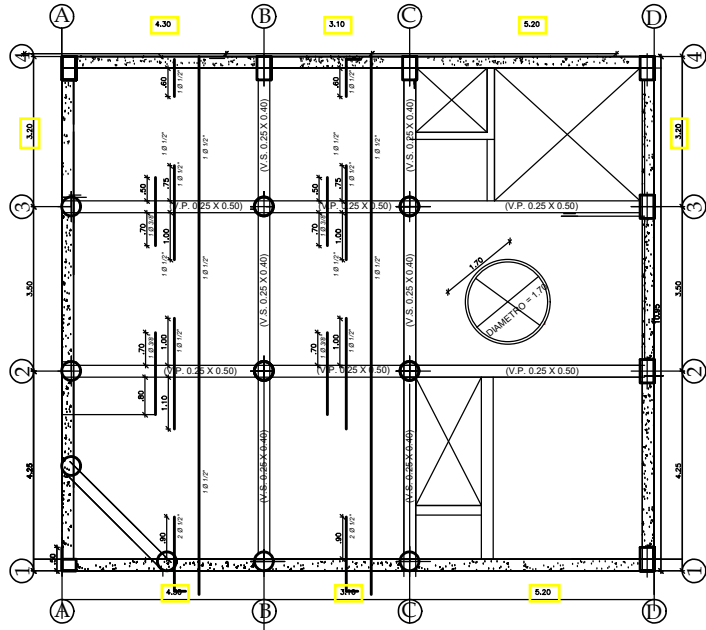
ASCENSOR PANORAMICO



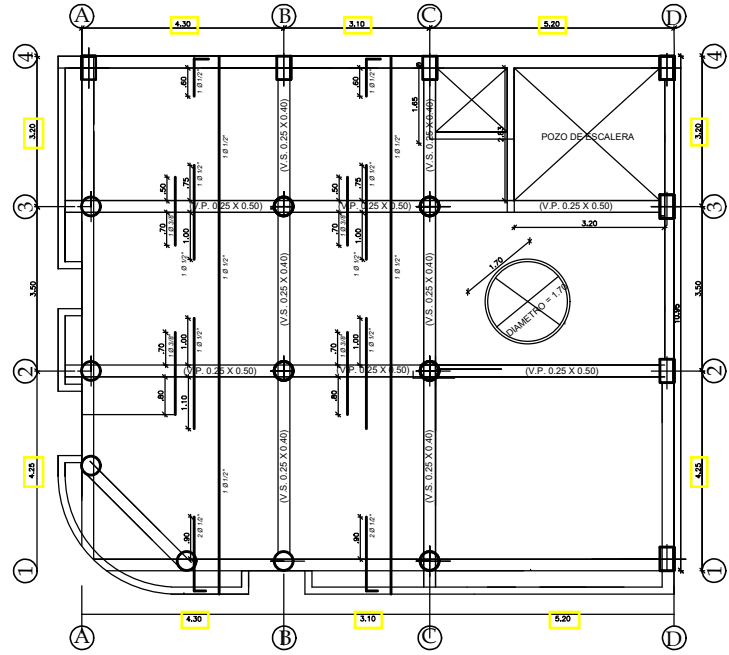
CABINA DE ASCENSOR

- NOVENO PISO
- OCTAVO PISO
- SEPTIMO PISO
- SEXTO PISO
- QUINTO PISO
- CUARTO PISO
- TERCER PISO
- SEGUNDO PISO
- PRIMER PISO
- ZOTANO
- POZO DE ASCENSOR

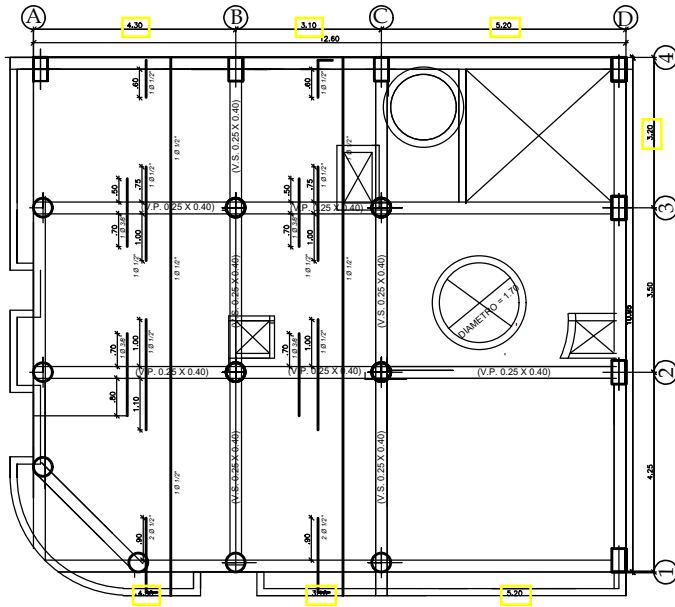
OBRA: PROYECTO DE EDIFICIO			
PROPIETARIO: EMILIO SANTIAGO VILLASANTE PACHECO Y ESPOSA			
PLANO: ARQUITECTURA CORTES-ELEVACIONES, VISTAS 3D			
UBICACION:	DISTRITO: JULIACA	PROVINCIA: SAN ROMAN	REGION: PUNO
FECHA: 1-2020	FECHA:	FECHA:	FECHA:
LÁMINA NO. A-02			



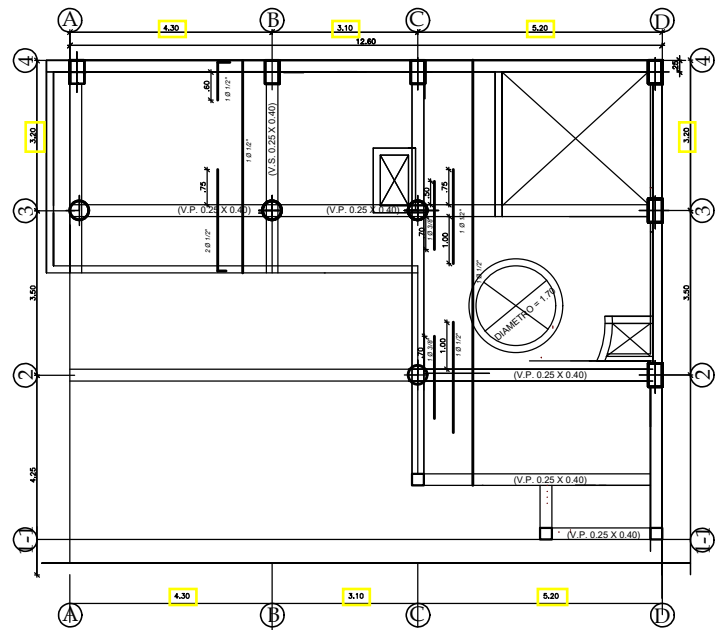
ALIGERADO ZOTANO



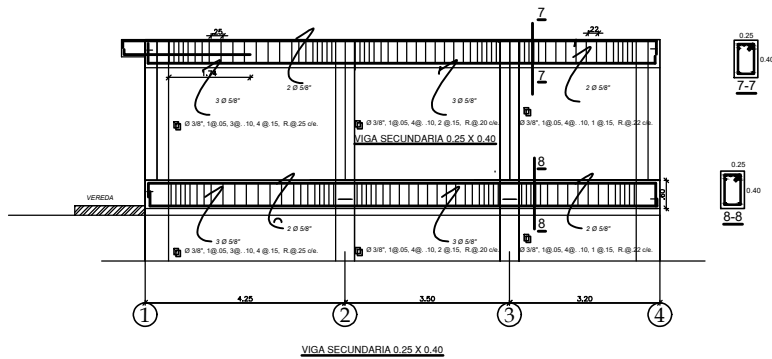
ALIGERADO 1ER PISO



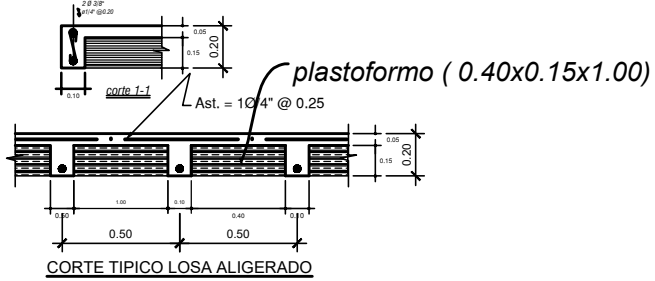
ALIGERADO 2DO PISO



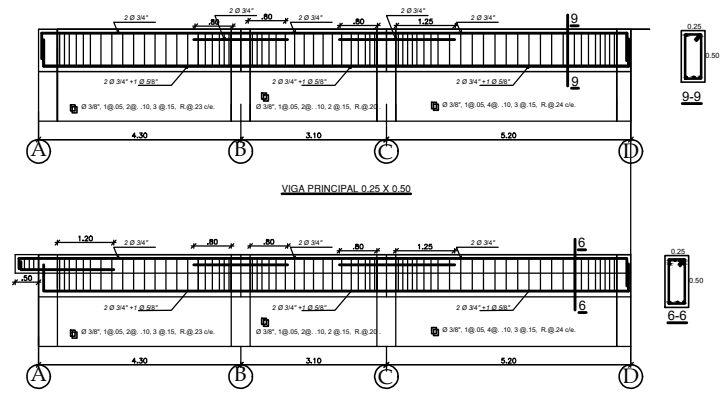
ALIGERADO AZOTEA



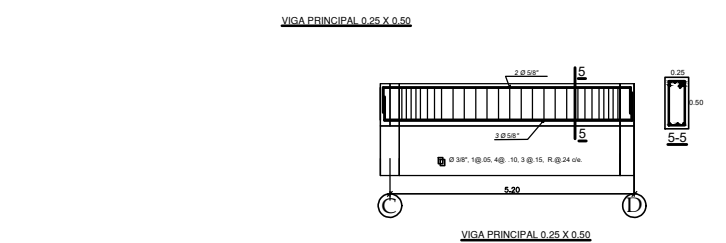
VIGA SECUNDARIA 0.25 X 0.40



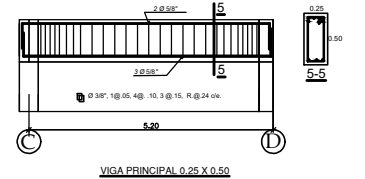
CORTE TÍPICO LOSA ALIGERADO



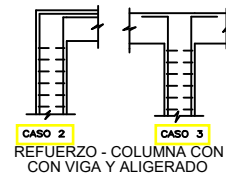
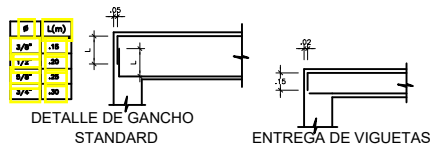
VIGA PRINCIPAL 0.25 X 0.50



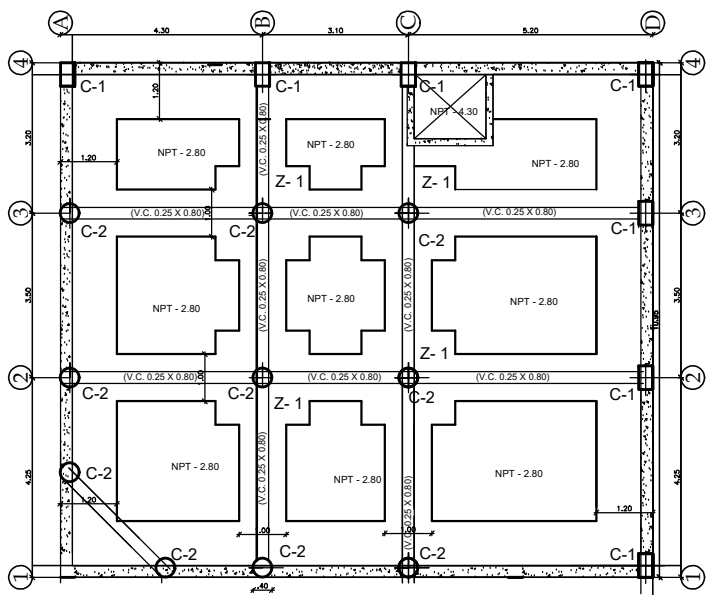
VIGA PRINCIPAL 0.25 X 0.50



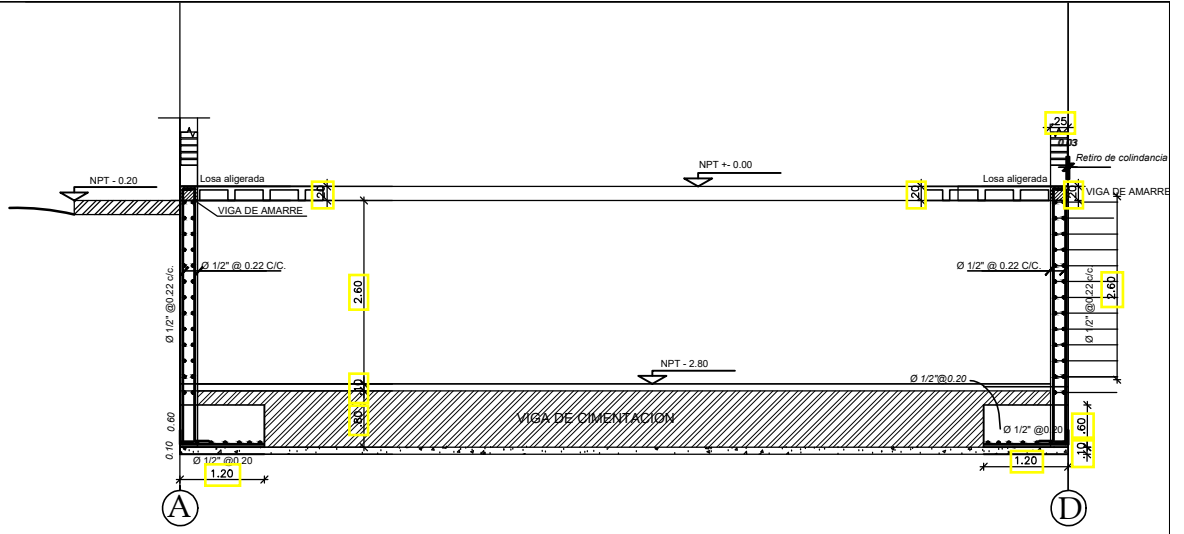
VIGA PRINCIPAL 0.25 X 0.50



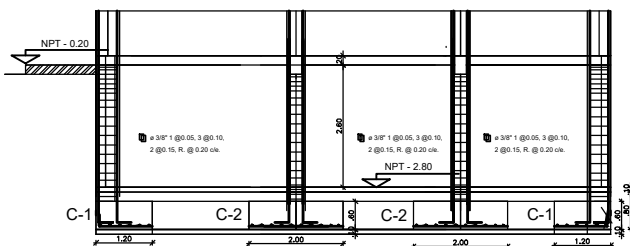
PROYECTO DE EDIFICIO VIVIENDA COMERCIO			
AUTOR: EMILIO SANTIAGO VILLASANTE PACHECO Y ESPOSA			
ESTRUCTURAS LOSA - VIGAS			
PROYECTISTA:	PROVINCIA:	SECCION:	CARTELA No. E-01
FECHA:	ESCALA:	PROYECTO:	



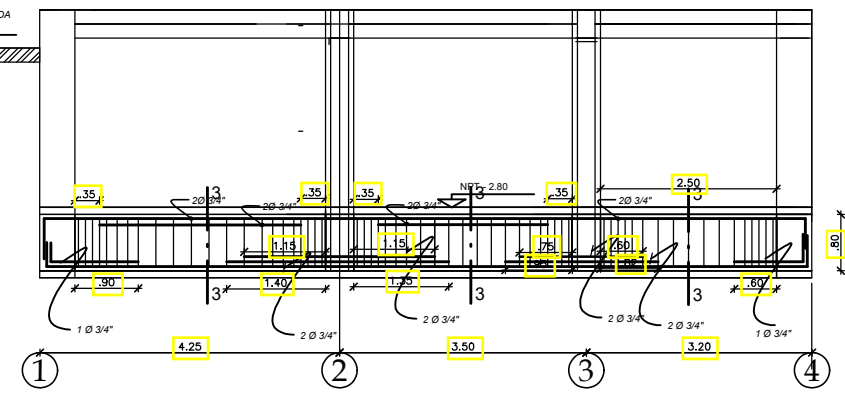
CIMENTACION



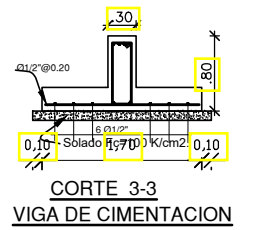
CIMENTACION- MUROS DE CONTENSION



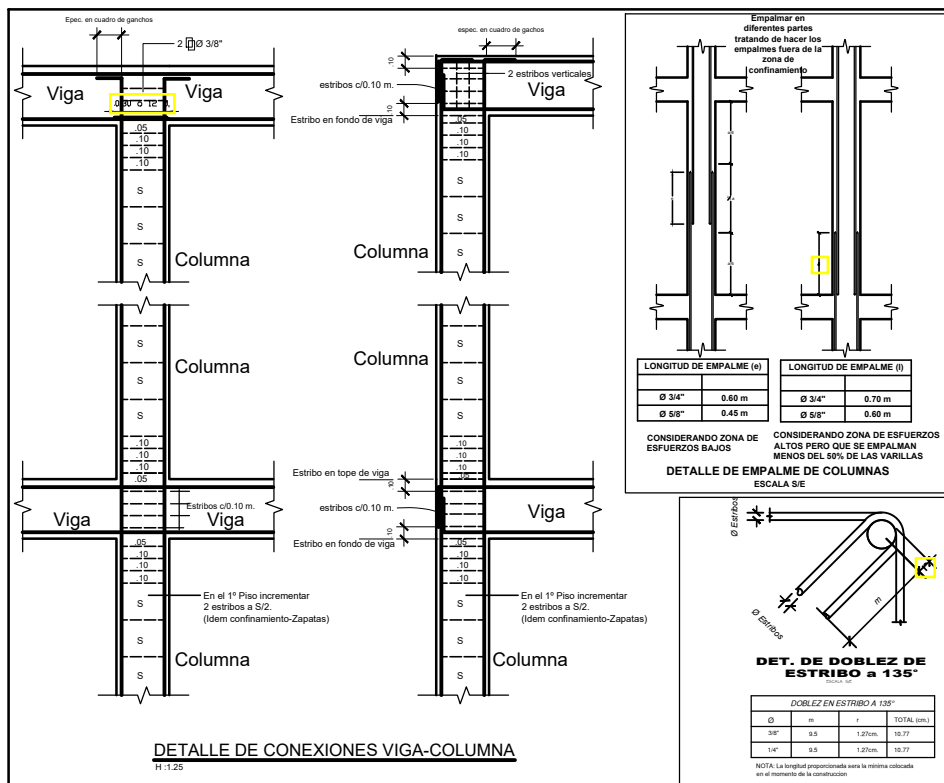
ZAPATAS



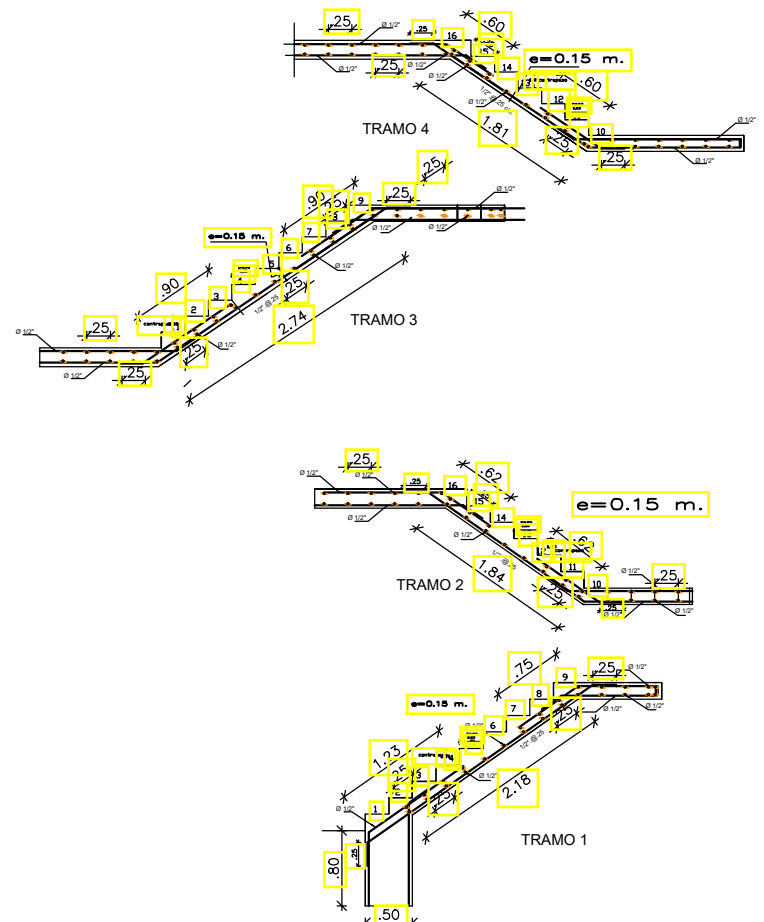
VIGA DE CIMENTACION



CORTE 3-3 VIGA DE CIMENTACION



DETALLE DE CONEXIONES VIGA-COLUMNA



SECCION DE ESCALERA

CUADRO DE ZAPATAS	
TIPO	Z-1
ESPECIFICACIONES (a x b) m.	2.00 x 2.00
ALTURA (h) m.	0.60
REFUERZO	Ø 5/8" @ 0.20 a/s.

CUADRO DE COLUMNAS		
TIPO	C-1	C-2
4º		
3º		
2º		
1º		
Sot		

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:
 Cimiento corrido: Cemento - hormigón 1:10 + 30 % P.G. tamaño máx. 6"
 Sobrecimiento: Cemento - hormigón 1:8 + 25 % P.M. tamaño máx. 3"
 Zapatas, columnas, Vigas, Losas: f'c = 210 K/cm², (a los 28 días)

ACERO:
 fy = 4200 K/cm², (Grado 60)

RESISTENCIA DEL TERRENO:
 qt = 1.25 K/cm², (verificar en obra)

SOBRECARGA DE DISEÑO:
 Segundo Piso: 400 K/m²

RECUBRIMIENTOS:
 Clase de barras: todas Ø5/8" o men. Ø3/4" o may. todas
 Zapatas y vigas de cimentación: r = 7.50 cm. r = 4.00 cm. r = 5.00 cm.
 Columnas y vigas principales: r = 4.00 cm. r = 5.00 cm.
 Losas, Escaleras, Vigas chatas, Placas: r = 2.50 cm.

NORMAS Y REGLAMENTO DE DISEÑO:
 - Reglamento Nacional de Construcciones (R.N.C.)
 - Normas Peruanas de estructuras 206, Edic. 2001
 - Reglamento del American Concrete Institute (A.C.I.) (318-99)

LONGITUD DE ANCLAJE Y EMPALMES:

Ø	ANCLAJES		EMPALMES	
	TENSION	COMPRESION	TENSION	COMPRESION
1/4"	0.35	0.30	0.55	0.30
3/8"	0.35	0.30	0.35	0.30
1/2"	0.45	0.30	0.50	0.30
5/8"	0.55	0.40	0.60	0.40
3/4"	0.75	0.55	0.80	0.50

NOTA: Los Muros de los pisos superiores serán ejecutados con bloques huecos de arcilla tipo Pandereta

PROYECTO DE EDIFICIO VIVIENDA COMERCIO

PROYECTISTA: EMILIO SANTIAGO VILLASANTE PACHECO Y ESPOSA

ESTRUCTURAS

PROYECTISTA: E-01