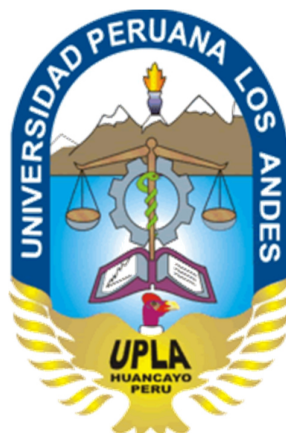


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DEL REFORZAMIENTO DE
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO CON
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELASTICOS EN LA
CIUDAD DE HUANCAYO**

LINEA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD:

TRANSPORTE Y URBANISMO

LINEA DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL:

ESTRUCTURAS

PRESENTADO POR:

Bach. EDUARDO GENARO VENTURA CAMAC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2019

ASESOR
PH.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

DEDICATORIA

Dedico la presente a aquellos que me apoyaron cada momento de mi vida académica, mis padres.

A mi familia, motivadores de mi desarrollo personal y profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

**DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ
PRESIDENTE**

**MSC. JULIO CESAR LLALLICO COLCA
JURADO**

**ING. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ
JURADO**

**ING. CARLOS ALBERTO JESUS SEDANO
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE IMAGENES.....	xiv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPITULO I.....	21
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	22
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	22
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:.....	22
1.3. JUSTIFICACIÓN:.....	23
1.3.1. PRACTICA O SOCIAL.....	23
1.3.2. METODOLÓGICA.....	23
1.4. DEMILITACIONES:.....	24
1.4.1. GEOGRÁFICOS.....	24
1.4.2. TEMPORAL.....	26
1.5. LIMITACIONES:.....	26
1.5.1. DE INFORMACION.....	26
1.5.2. ECONÓMICO.....	26
1.5.3. TECNICO.....	26
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	26
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	26
CAPITULO II.....	28
2. MARCO TEÓRICO.....	28

2.1. ANTECEDENTES:	28
2.1.1. ANTECEDENTE NACIONALES	28
2.1.2. ANTECEDENTE INTERNACIONALES	38
2.2. MARCO CONCEPTUAL EDIFICACIONES CON SISTEMAS DE PROTECCIÓN POR AMORTIGUAMIENTO	47
2.2.1. ENFOQUE SISMORRESISTENTE TRADICIONAL	47
2.2.2. ENFOQUE SISMORRESISTENTE CON SISTEMAS DE PROTECCIÓN POR AMORTIGUAMIENTO	49
2.2.3. CONCEPTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	52
2.3. SISTEMAS MODERNOS PASIVOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA:	53
2.3.1. ESPECTRO GENERAL DE DISEÑO	55
2.3.2. AISLAMIENTO EN LA BASE	56
2.3.3. DISIPACIÓN DE ENERGÍA	57
2.4. DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELASTICOS:	57
2.4.1. COMPORTAMIENTO HISTERÉTICO	58
2.4.2. MODELO MECÁNICO DEL DISIPADOR	59
2.4.3. MODELO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO	61
2.4.4. ECUACIÓN GENERAL:	65
2.4.5. CRITERIOS DE UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN	75
2.4.6. FABRICANTES	78
2.5. HIPÓTESIS:	79
2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	79
2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:	79
2.6. VARIABLES:	80
2.6.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	80
2.6.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	80
CAPITULO III	81
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION:	81
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	81
3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	81
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	81
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	82
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA:	82
3.5.1. POBLACIÓN	82
3.5.2. MUESTRA	82

3.6. ANÁLISIS Y DISEÑO UTILIZANDO DISIPADORES SÍSMICOS VISCOELÁSTICOS DEL TIPO FLUIDO VISCOZO.....	82
3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACION:.....	84
3.8. MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO:.....	86
3.8.1. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO.....	87
3.8.2. NIVELES DE DESEMPEÑO	87
3.8.3. SISMOS DE DISEÑO	88
3.9. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DISEÑO:	90
3.9.1. RELACIÓN DESEMPEÑO-DERIVA.....	90
3.9.2. DERIVA OBJETIVO	92
3.9.3. AMORTIGUAMIENTO OBJETIVO	94
3.9.4. REDUCCIÓN DE LA RESPUESTA, COEFICIENTE “B”	95
3.9.5. AMORTIGUAMIENTO EQUIVALENTE, FACTOR “β”	96
3.9.6. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL AMORTIGUADOR	97
3.9.7. UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS AMORTIGUADORES	98
3.10. MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO	99
3.11. PROCEDIMIENTO RESPUESTA-SPECTRUM CON SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO:	99
3.11.1. MODELADO	99
3.11.2. RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO EN EDIFICACIONES.	100
3.11.3. DERIVAS	104
3.11.4. BALANCE ENERGÉTICO.....	105
3.12. TÉCNICAS Y ANALISIS DE DATOS:.....	105
3.12.1. TÉCNICAS	105
3.12.2. ANALISIS DE DATOS:.....	105
CAPITULO IV:.....	107
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS EDIFICACIÓN CON SISTEMA DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELASTICOS:.....	107
4.1. MODELO BASE:.....	107
4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO	107
4.1.2. DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO.....	112
4.1.3. ANÁLISIS ESTÁTICO.....	115
4.1.4. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL.....	119

4.1.5.	ESCALAMIENTO DE ACELEROGRAMAS AL ESPECTRO DE DISEÑO	127
4.1.6.	RESPUESTA DEL EDIFICIO SIN DISIPADORES:	135
4.2.	DISEÑO ESTRUCTURAL CON DISIPADORES:	164
4.2.1.	ELECCIÓN DEL OBJETIVO DE DESEMPEÑO	164
4.2.2.	UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE DISIPACION	165
4.2.3.	ANÁLISIS LINEAL DE DISIPADORES:	170
4.2.4.	ANÁLISIS NO LINEAL DE DISIPADORES:	188
CAPITULO V:		215
5.	DISCUSION DE RESULTADOS	215
5.1.	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS:	215
5.1.1.	COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS	215
5.1.2.	COMPARACIÓN DE DERIVAS	223
5.1.3.	RESUMEN DE LA COMPARACION DE DATOS	229
5.2.	DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS DE AMORTIGUAMIENTO:	230
5.2.1.	AGRUPACIÓN DE DISPOSITIVOS POR NIVELES DE FUERZA	230
5.2.2.	ELECCIÓN DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA	235
CONCLUSIONES		ccxxxvii
RECOMENDACIONES		ccxxxviii
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		ccxxxix
ANEXOS		ccxli
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO		ccxlii
ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS EN EL PROGRAMA ETABS		ccxlili
ANEXO 3: PROCEDIMIENTO PARA EL ESCALAMIENTO DE ACELOGRAMAS A ESPECTRO DE DISEÑO EN EL PROGRAMA SISMOMATCH 2016.		cclv
ANEXO 4: CUADROS EXTRAÍDAS DEL PROGRAMA (EDIFICIO 1)		cclx
ANEXO 5: IMAGENES DE LAS CORTANTES AL INCLUIR DISIPADORES.		cccv
ANEXO 6: PLANOS DE LA EDIFICACIÓN 1		cccxi
ANEXO 7: PLANOS DE LA EDIFICACIÓN 2		cccxvii

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Movimientos Sísmicos de Diseño (SEAOC Vision 2000 Committee, 1995).	89
Cuadro 2. Objetivos de desempeño sísmico recomendado para estructuras (SEAOC Vision 2000 Committee, 1995).	90
Cuadro 3. Objetivos de desempeño para estructuras básicas.	90
Cuadro 4. Descripción de daño para cada nivel de desempeño (SEAOC Vision 2000)	91
Cuadro 5. Relación Daño-Deriva según el tipo de la estructura (extraído de “Multihazard Loss Estimation Methodology- HAZUS”).	92
Cuadro 6. Relación Daño-Deriva según el tipo de la estructura sugeridos por HAZUS para edificios de concreto.	93
Cuadro 7. Coeficiente de amortiguamiento en función del amortiguamiento equivalente (Cuadro extraída del ASCE 7-10, capítulo 18)	97
Cuadro 8. Recomendaciones de la aplicación del Sistema de amortiguamiento y de aislamiento de la base según el Nivel de Desempeño Deseado.	101
Cuadro 9. Datos Generales.	108
Cuadro 10. Sistema Estructural.	108
Cuadro 11. Cargas Consideradas.	109
Cuadro 12. Cortante dinámico en la base – edificio 1.	114
Cuadro 13. Cortante dinámico que absorbe los muros estructurales – edificio 1.	114
Cuadro 14. Cortante dinámico en la base – edificio 2.	115
Cuadro 15. Cortante dinámico que absorbe los muros estructurales – edificio 2.	115
Cuadro 16. Peso de la edificación por cada nivel – edificio 1.	116
Cuadro 17. Cortante estático en la base – edificio 1.	117
Cuadro 18. Peso de la edificación por cada nivel edificio 2.	117
Cuadro 19. Cortante estático en la base – edificio 2.	118
Cuadro 20. Parámetros Sísmicos.	120
Cuadro 21. Datos del Espectro Respuesta - Edificación 1 y 2.	120
Cuadro 22. Revisión de los modos de vibración del edificio 1.	122
Cuadro 23. Revisión de los modos de vibración del edificio 2.	125
Cuadro 24. Ubicación de las Estaciones.	128
Cuadro 25. Datos del Espectro de Pseudo aceleraciones para escalamiento - Edificación 1 y 2.	130
Cuadro 26. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección x-x:	135
Cuadro 27. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección y-y:	136
Cuadro 28. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección x-x:	138
Cuadro 29. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección y-y:	139
Cuadro 30. Revisión de deriva máxima edificio 1(Dirección X).	140
Cuadro 31. Revisión de deriva máxima edificio 1(Dirección Y).	140
Cuadro 32. Revisión de deriva máxima edificio 2 (Dirección X).	141
Cuadro 33. Revisión de deriva máxima edificio 2 (Dirección Y).	142

Cuadro 34. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, Dirección x-x:.....	142
Cuadro 35. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, Dirección Y-Y:	144
Cuadro 36. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, Dirección X-X:	145
Cuadro 37. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, Dirección Y-Y:	147
Cuadro 38. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección X).....	148
Cuadro 39. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección Y).....	149
Cuadro 40. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección X).....	150
Cuadro 41. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección Y).....	150
Cuadro 42. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección X-X:.....	151
Cuadro 43. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección Y-Y:.....	153
Cuadro 44. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección X-X:.....	154
Cuadro 45. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección Y-Y:.....	156
Cuadro 46. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección X)	157
Cuadro 47. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección Y)	158
Cuadro 48. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección X)	159
Cuadro 49. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección Y)	159
Cuadro 50. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 1, (Dirección X)	161
Cuadro 51. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 1, (Dirección Y)	161
Cuadro 52. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 2, (Dirección X)	162
Cuadro 53. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 2, (Dirección Y)	163
Cuadro 54. Objetivos de desempeño para estructuras básicas.....	164
Cuadro 55. Niveles de desempeño y derivas objetivo para edificios tipo CH2 (HAZUS Y SEAOC VISION 2000).....	165
Cuadro 56. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en x diagonal	171
Cuadro 57. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en Y	172
Cuadro 58. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en X	173
Cuadro 59. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en Y	174

Cuadro 60. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X.....	178
Cuadro 61. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y.....	178
Cuadro 62. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X.....	179
Cuadro 63. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y.....	180
Cuadro 64. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X, edificio 1185	
Cuadro 65. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y, edificio 1185	
Cuadro 66. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X, edificio 2186	
Cuadro 67. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y, edificio 2186	
Cuadro 68. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en x diagonal.....	190
Cuadro 69. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en Y.....	191
Cuadro 70. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en X.....	192
Cuadro 71. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en Y.....	193
Cuadro 72. Las propiedades del perfil del tipo HSS 11.250 – Edificio 1 Dirección X-X.....	194
Cuadro 73. Las propiedades del perfil del tipo HSS 12.250 – Edificio 1 Dirección Y-Y.....	195
Cuadro 74. Las propiedades del perfil del tipo HSS 10.000 – Edificio 2 Dirección X-X.....	197
Cuadro 75. Las propiedades del perfil del tipo HSS 16.000 – Edificio 2 Dirección Y-Y.....	198
Cuadro 76. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X.....	203
Cuadro 77. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y.....	203
Cuadro 78. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X.....	204
Cuadro 79. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y.....	205
Cuadro 80. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X, edificio 1211	
Cuadro 81. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y, edificio 1211	
Cuadro 82. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X, edificio 2212	
Cuadro 83. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y, edificio 2212	
Cuadro 84. Variación del desplazamiento máximo edificio 1 en dirección X.....	216
Cuadro 85. Variación del desplazamiento máximo edificio 1 en dirección Y.....	217
Cuadro 86. Variación del desplazamiento máximo edificio 2 en dirección X.....	219
Cuadro 87. Variación del desplazamiento máximo edificio 2 en dirección Y.....	220
Cuadro 88. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 1 dirección X.....	224
Cuadro 89. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 1 dirección Y.....	225
Cuadro 90. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 2 dirección X.....	227
Cuadro 91. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 2 dirección Y.....	228

Cuadro 92. Comparación de respuestas globales entre el edificio con disipador y sin disipador.	229
Cuadro 93. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 1 Eje X.....	230
Cuadro 94. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 1 Eje Y.....	231
Cuadro 95. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 2 Eje X.....	232
Cuadro 96. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 2 Eje Y.....	233
Cuadro 97. Resumen cantidad de Amortiguadores.....	234

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. plano de ubicación del proyecto de edificación 1.....	25
Imagen 2. plano de ubicación del proyecto de edificación 2.....	25
Imagen 3. Curva capacidad de una estructura y niveles de desempeño.....	48
Imagen 4. Distribución de la energía sísmica en un edificio sin Disipadores y en otro con Disipadores.....	50
Imagen 5. Reducción en las demandas de resistencia debido al incremento de amortiguamiento.....	51
Imagen 6. Cuadro conceptual de Protección Sísmica de estructuras.....	52
Imagen 7. Comparación de respuesta sísmica de edificio sin aislación y edificio con aislamiento basal.....	54
Imagen 8. Comparación de edificio sin disipadores y edificio con disipadores de energía.....	54
Imagen 9. Reducción de aceleración mediante aislación sísmica.....	55
Imagen 10. Efecto de disipación de energía.....	56
Imagen 11. Relación fuerza - desplazamiento del disipador de fluido viscoelástico. (Chen Franklin. Smart Structures).....	58
Imagen 12. (a) Esquema de un disipador de fluido viscoelásticos, (b) Diagrama de Maxwell (Chen Franklin. Smart Structures).	59
Imagen 13. Relaciones fuerza - velocidad de disipadores viscosos.....	60
Imagen 14. "Modelo dinámico del sistema de amortiguamiento de un sólo grado de libertad (Disposición Diagonal y Chevron)".....	61
Imagen 15. Diagrama de bloques (a) y Representación Matemática (b) del modelo de Maxwell.....	63
Imagen 16. Diagrama de bloques (a) y Representación Matemática (b) detallada del modelo del dispositivo de amortiguamiento viscoelastico.....	64
Imagen 17. Pórtico con disipador de fluido viscoelástico.....	66
Imagen 18. Fuerza por amortiguamiento vs Velocidad (extraído de "Seismic Design of Structures with Viscous Dampers_Jenn-Shin Hwang).....	69
Imagen 19. Relación Fuerza - Desplazamiento para exponentes de velocidad de 1 y 0.5.....	71
Imagen 20. Funcionamiento de un disipador de fluido viscoelástico - Fuente: Taylor, 2004.....	72
Imagen 21. "Esquema general de un Disipador de Energía TAYLOR DEVICES INC".....	73
Imagen 22. Propiedades del Dispositivo TAYLOR DEVICES – Argollas.....	74
Imagen 23. Propiedades del Dispositivo TAYLOR DEVICES" - Plancha Base.....	75
Imagen 24. Disposiciones en Chevron.....	77
Imagen 25. Disposiciones en diagonal.....	77
Imagen 26. Disposición Scissor Jack.....	78
Imagen 27. Propiedades del dispositivo en el software ETABS.....	86
Imagen 28. Relación Factor B y Amortiguamiento efectivo β_{eff}	95
Imagen 29. Reducción del espectro por incremento del amortiguamiento viscoso.	96
Imagen 30. Esquema del edificio 1, modelo en el software de cálculo ETABS.....	110
Imagen 31. Esquema del edificio 2, modelo en el software de cálculo ETABS.....	111
Imagen 32. Espectro de respuesta de la estructura norma E030-2016.....	122
Imagen 33. Modo fundamental edificio 1 en la dirección X.....	124

Imagen 34. Modo fundamental edificio 1 en la dirección Y	124
Imagen 35. Modo fundamental edificio 2 en la dirección X.....	126
Imagen 36. Modo fundamental edificio 2 en la dirección Y	127
Imagen 37. Asignación Periodo fundamental (T) máximo y mínimo - edificación 1....	129
Imagen 38. Asignación Periodo fundamental (T) máximo y mínimo - edificación 2...	129
Imagen 39. Modelos de registros sísmicos.....	130
Imagen 40. Espectro de Pseudo aceleraciones para escalamiento - norma E030-2016	132
Imagen 41. Comparación de acelerograma original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 1.....	133
Imagen 42. Comparación de registros sísmico original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 1.....	133
Imagen 43. Comparación de acelerograma original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 2.....	134
Imagen 44. Comparación de registros sísmico original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 2.....	134
Imagen 45. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección x = 25.92 mm. Estructura sin disipadores.....	136
Imagen 46. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección y = 34.77mm. Estructura sin disipadores.....	137
Imagen 47. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección x = 32.262 mm. Estructura sin disipadores.....	138
Imagen 48. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 46.74 mm. Estructura sin disipadores.....	139
Imagen 49. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección x = 181.4354 mm. Estructura sin disipadores.....	143
Imagen 50. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección Y =208.604 mm. Estructura sin disipadores.....	145
Imagen 51. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección X = 193.57 mm. Estructura sin disipadores.....	146
Imagen 52. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 280.44 mm. Estructura sin disipadores.....	148
Imagen 53. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección X = 194.69 mm. Estructura sin disipadores.....	152
Imagen 54. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección Y = 215.43 mm. Estructura sin disipadores.....	154
Imagen 55. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección X = 200.25 mm. Estructura sin disipadores.....	155
Imagen 56. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 301.12 mm. Estructura sin disipadores.....	157
Imagen 57. Dispositivos en el eje 1, Dirección X Edificio 1.....	166
Imagen 58. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 1.....	166
Imagen 59. Dispositivos en el eje A, Dirección Y Edificio 1.	167
Imagen 60. Dispositivos en el eje I, Dirección Y Edificio 1.....	167
Imagen 61. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.....	168
Imagen 62. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.....	168
Imagen 63. Dispositivos en el eje A, Dirección Y Edificio 2.	169
Imagen 64. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.....	169

Imagen 65. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 1. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.	176
Imagen 66. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 2. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.	177
Imagen 67. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje x) = 96.01 mm.....	181
Imagen 68. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje y) = 100.19 mm.....	181
Imagen 69. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje x) = 122.18 mm.....	182
Imagen 70. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje y) = 61.68 mm.....	182
Imagen 71. Deriva máxima Edificio 1 (dirección X) = 0.42 – CUMPLE.....	183
Imagen 72. Deriva máxima Edificio 1 (dirección Y) = 0.44 – CUMPLE.....	183
Imagen 73. Deriva máxima Edificio 2 (dirección X) = 0.51 – CUMPLE.....	184
Imagen 74. Deriva máxima Edificio 2 (dirección Y) = 0.30 – CUMPLE.....	184
Imagen 75. Edificio 1 - Histéresis de Dispositivos Lineales.	187
Imagen 76. Edificio 2 - Histéresis de Dispositivos Lineales.	188
Imagen 77. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 1. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.	201
Imagen 78. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 2. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.	202
Imagen 79. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje x) = 136.07 mm.....	206
Imagen 80. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje y) = 138.81 mm.....	207
Imagen 81. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje x) = 139.23 mm.....	207
Imagen 82. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje y) = 86.88 mm.....	208
Imagen 83. Deriva máxima Edificio 1 (dirección X) = 0.54 – CUMPLE.....	208
Imagen 84. Deriva máxima Edificio 1 (dirección Y) = 0.64 – CUMPLE.....	209
Imagen 85. Deriva máxima Edificio 2 (dirección X) = 0.61 – CUMPLE.....	209
Imagen 86. Deriva máxima Edificio 2 (dirección Y) = 0.43 – CUMPLE.....	210
Imagen 87. Edificio 1 - Histéresis de Dispositivos No Lineales.	213
Imagen 88. Edificio 2 - Histéresis de Dispositivos No Lineales.	214
Imagen 89. Comparación de desplazamiento máximo edificio 1 en dirección X.....	217
Imagen 90. Comparación de desplazamiento máximo edificio 1 en dirección Y.....	218
Imagen 91. Comparación de desplazamiento máximo edificio 2 en dirección X.....	219
Imagen 92. Comparación de desplazamiento máximo edificio 2 en dirección Y.....	221
Imagen 93. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas de edificio 1 en dirección X.....	222
Imagen 94. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas de edificio 1 en dirección Y.....	222
Imagen 95. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas edificio 2 en dirección X.....	223
Imagen 96. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas edificio 2 en dirección Y.....	223
Imagen 97. Comparación de derivas edificio 1 en dirección X.....	225
Imagen 98. Comparación de derivas edificio 1 en la dirección Y.....	226
Imagen 99. Comparación de derivas edificio 2 en dirección X.....	227
Imagen 100. Comparación de derivas edificio 2 en la dirección Y.....	228
Imagen 101. Dispositivos TAYLOR DEVICES – Argollas, elegidas	235
Imagen 102. Dispositivos TAYLOR DEVICES” - Plancha Base, elegidas.....	236
Imagen 103. Cortante máxima en la base con la señal SXT66-EW = 20.16. Ton.....	ccciv

Imagen 104. Cortante máxima en la base con la señal SXT66-NS= 19.68. Ton.....ccciv
Imagen 105. Cortante máxima en la base con la señal SXT70-EW = 6.18. Ton.....cccv
Imagen 106. Cortante máxima en la base con la señal SXT70-NS = 4.58. Toncccv
Imagen 107. Cortante máxima en la base con la señal SXT74-EW = 12.58. Toncccv
Imagen 108. Cortante máxima en la base con la señal SXT74-NS = 45.80. Toncccv
Imagen 109. Cortante máxima en la base con la señal SXT07-EW = 18.43. Toncccv
Imagen 110. Cortante máxima en la base con la señal SXT07-NS = 19.09. Toncccv
Imagen 111. Cortante máxima en la base con la señal SYT66-EW= 20.14. Toncccv
Imagen 112. Cortante máxima en la base con la señal SYT66-NS = 19.70. Toncccv
Imagen 113. Cortante máxima en la base con la señal SYT70-EW = 6.08. Ton.....cccix
Imagen 114. Cortante máxima en la base con la señal SYT70-NS = 4.64. Toncccix
Imagen 115. Cortante máxima en la base con la señal SYT74-EW = 12.6. Ton.....cccix
Imagen 116. Cortante máxima en la base con la señal SYT74-NS= 45.82. Toncccix
Imagen 117. Cortante máxima en la base con la señal SYT07-EW= 18.46. Toncccix
Imagen 118. Cortante máxima en la base con la señal SYT07-NS= 21.44. Toncccix

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuáles son los resultados del análisis del reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo?, el objetivo general fue: “Determinar los resultados del análisis del reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo” y la hipótesis general fue: “Los resultados del análisis del reforzamiento de las edificaciones de concreto armado, con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo, disminuyen las derivas máximas.”.

El método general de investigación es el Científico, como métodos específicos es analítico - sintético, inductivo – deductivo y con un enfoque cuantitativo. El tipo de investigación es Aplicada, de nivel Descriptivo – Explicativo y de diseño No Experimental. La población está conformada por las edificaciones de concreto armado mayores a 8 pisos construidos en ciudad de Huancayo. El tipo de muestreo es el no aleatorio o dirigido, se eligió dos edificaciones de concreto armado: Edificación 1 de 10 pisos ubicada en la Cooperativa el Centenario, y la edificación 2 de 10 pisos ubicada en la intersección de la Av. Centenario y el Pasaje San Antonio en el distrito de Huancayo.

La conclusión principal fue: Los resultados del análisis del reforzamiento de las edificaciones de concreto con disipadores de fluido viscoelásticos disminuyen las derivas máximas donde se obtuvo en la EDIFICACIÓN 1 un 35.59% (0.0085 a 0.0055) en la dirección X y un 34.77% (0.0097 a 0.0063) en la dirección Y, en la EDIFICACIÓN 2 un 27.41% (0.0084 a 0.0061) en la dirección X y un 69.25% (0.0136 a 0.0042) en la dirección Y.

Palabras claves: Reforzamiento de Edificaciones, Concreto Armado, Disipadores de Fluido Viscoelásticos.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What are the results of the analysis of the reinforcement of reinforced concrete buildings with viscoelastic fluid dissipaters in the city of Huancayo ?, the general objective was: "To determine the results of the analysis of the reinforcement of buildings of concrete reinforced with viscoelastic fluid dissipaters in the city of Huancayo "and the general hypothesis was:" The results of the analysis of the reinforcement of the reinforced concrete buildings, with viscoelastic fluid dissipaters in the city of Huancayo, diminish the maximum drifts. " .

The general method of investigation is the Scientist, as specific methods is analytic - synthetic, inductive - deductive and with a quantitative approach. The type of research is Applied, Descriptive level - Explanatory and Non-Experimental design. The population is conformed by the reinforced concrete buildings greater than 8 floors built in the city of Huancayo. The type of sampling is non-random or directed, two buildings of reinforced concrete were chosen: Building 1 of 10 floors located in Cooperativa el Centenario, and building 2 of 10 floors located at the intersection of Centennial Avenue and the Passage San Antonio in the district of Huancayo.

The main conclusion was: The results of the analysis of the reinforcement of concrete buildings with viscoelastic fluid dissipaters decrease the maximum drifts where it was obtained in BUILDING 1 a 35.59% (0.0085 to 0.0055) in the X direction and 34.77% (0.0097 to 0.0063) in the Y direction, in BUILDING 2 27.41% (0.0084 to 0.0061) in the X direction and 69.25% (0.0136 to 0.0042) in the Y direction.

Keywords: Reinforcement of Buildings, Reinforced Concrete, Viscoelastic Fluid Dissipaters.

INTRODUCCIÓN

En el Perú los sistemas de protección sísmica, tanto disipación de energía como aislamiento, se van incrementando a medida que avanza la tecnología y ya están disponibles comercialmente y se están desarrollando muchos proyectos empleando estas tecnologías.

La experiencia ha demostrado que el uso de los sistemas de disipadores de fluido viscoelásticos mejora el desempeño sísmico de los edificios, disminuyendo el riesgo de pérdida de vidas humanas y de materiales importantes o de valor histórico. Los sistemas de disipadores de fluido viscoelásticos permiten un ahorro importante en gastos de reparación y costos indirectos producidos por la interrupción del servicio de la edificación.

El objetivo de este trabajo es realizar una investigación sobre los alcances del análisis dinámico de una edificación con disipadores de fluido viscoelásticos.

Esta investigación está estructurada en 5 capítulos:

Capítulo I: Planteamiento de la investigación que consta del planteamiento del problema, formulación del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y el objetivo de la investigación.

Capítulo II: Marco Teórico donde se describen los antecedentes, marco conceptual, la hipótesis y las variables.

Capítulo III: Metodología de investigación donde describe el método, tipo, nivel, diseño, población, muestra, el procedimiento de la información, técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Análisis y resultados de las edificaciones sin disipadores y con disipadores tanto lineal y no lineal.

Capítulo V: Discusión de resultados comparando los desplazamientos y derivas de ambas edificaciones estudiadas.

Y finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach: Eduardo Genaro Ventura Camac

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“El Perú, al igual que Chile, son países altamente sísmicos, dado que se ubican dentro de la región más crítica en nuestro planeta, que es el Cinturón del Fuego del Pacífico, donde se libera más del 80% de energía acumulada cada año” (Tavera, 2014, párr.3)

En la región Central existen tres fallas que ponen en alerta a la población, “la del Huaytapallana, Ricrán (Jauja) y Satipo”, en el caso de la Falla del Huaytapallana mide aproximadamente entre 25 a 100 kilómetros recorriendo parte de la cordillera central. El empinamiento actual fue creado durante dos sismos intensos en 1969: el primero tuvo lugar el 24 de julio y llegó a una magnitud de 5,6 en la escala de Richter y el segundo, más catastrófico, ocurrió el 1 de octubre llegando a una intensidad de 6,2,

que produjeron intensidades de VI-VII (MM) en dicha ciudad, en la zona del nevado Huaytapallana, las intensidades habrían llegado a valores de X (MM). El Geólogo del IGP, Juan Carlos Gómez, afirmó que, debido a la falla, los sismos en el lugar son del tipo superficial y pueden causar serios daños a Huancayo y el valle del Mantaro.

En la ciudad de Huancayo la mayoría de edificaciones son de diseño sismorresistente convencionales diseñadas para que: i) Soporten sin daños, movimientos sísmicos de intensidad media; ii) Disminuyan los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad; y iii) aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente fuerte, salvaguardando la vida de sus ocupantes. Esta filosofía de diseño no está orientada a que no se produzcan daños en las estructuras y sus contenidos, los que, en casos extremos, pueden incluso limitar o imposibilitar el uso de una estructura con posterioridad a un sismo muy fuerte. En el caso de estructuras críticas, esenciales, estratégicas, y/o con contenidos de gran valor, tales como hospitales, colegios, edificios públicos e industriales, museos, puertos, puentes y aeropuertos, entre otros, el objetivo de desempeño de la norma es el de prevenir el colapso estructural no es suficiente, ya que se requiere proteger los contenidos y/o que la estructura continúe operando durante o inmediatamente después de ocurrido un sismo muy fuerte.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los resultados del análisis del reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

a) ¿Cuál es el nivel de desempeño que se puede lograr en las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos?

- b) ¿Qué normativa es más eficiente para el estudio y diseño de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos?
- c) ¿Cuáles son los beneficios al emplear disipadores de fluido viscoelásticos?

1.3. JUSTIFICACIÓN:

1.3.1. PRACTICA O SOCIAL

Una de las más grandes causas de daño o problemas en las edificaciones ha sido el uso de configuraciones arquitectónicas y estructurales inapropiadas. Dada la naturaleza de los sismos, los niveles de diseño se pueden exceder, por lo que es aconsejable evitar el uso de configuraciones riesgosas, de ahí la importancia de esta investigación radicaré en el planteamiento de soluciones nuevas para problemas estructurales, como irregularidad de piso blando, que puedan incentivar a una mayor investigación. La presente tesis se desarrollarán dos casos prácticos, se eligió dos infraestructuras, la infraestructura 1 actualmente funciona como oficinas y la infraestructura 2 funciona como hogares o de familia, se emplearán disipadores de fluido viscoelásticos para llevar a cabo un reforzamiento tratando de evitar el colapso o daño que puedan causar en sismos.

1.3.2. METODOLÓGICA

La investigación se realizó con el propósito de comparar los métodos tradicionales y el uso de los disipadores de fluido viscoelásticos, es decir se hará uso de una metodología (conjunto de métodos) para lograr verificar la hipótesis de estudio; es así que la presente investigación posee justificación metodológica puesto que se usarán diversas metodologías para el cumplimiento de los objetivos, dichas metodologías podrían ser fuente de investigación o uso para posteriores investigaciones, como por ejemplo en aspecto de detalle como en la determinación del óptimo contenido

de humedad y la densidad máxima seca por ejemplo. Es así que se explicarán el funcionamiento de los disipadores de fluido viscoelásticos y los factores de los que depende su eficiencia. Se presentan las distintas configuraciones en las que pueden ser utilizados los dispositivos y la eficiencia vinculada a cada una.

La presente investigación nos ayudara a minimizar las pérdidas mediante la aportación de conocimientos y experiencias para que sean acogidos por los profesionales de la Ingeniería Civil y las pongan en práctica en las construcciones existentes que necesitan ser reforzadas y en las nuevas construcciones que estén diseñando.

1.4. DEMILITACIONES:

1.4.1. GEOGRÁFICOS

La presente investigación se ejecutará a cabo en la ciudad de Huancayo donde la edificación 01 se ubica en la Cooperativa el Centenario, y la edificación 2 se ubica en la intersección de la Av. Centenario y el Pasaje San Antonio en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo y departamento de Junín.



Imagen 1. plano de ubicación del proyecto de edificación 1.

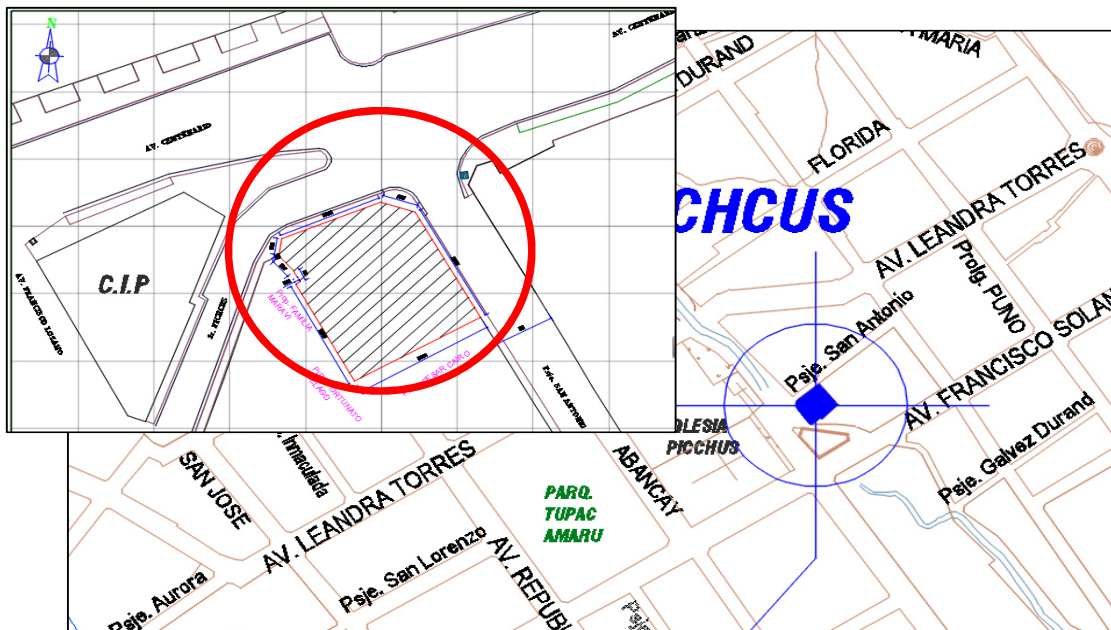


Imagen 2. plano de ubicación del proyecto de edificación 2.

1.4.2. TEMPORAL

El tiempo de estudio y ejecución se realizó en los meses de diciembre del 2016 hasta el mes de octubre del 2018.

1.5. LIMITACIONES:

1.5.1. DE INFORMACION

No hay accesibilidad de documentos y planos por parte de las entidades y propietarios para la investigación del comportamiento sísmico de sus edificaciones.

1.5.2. ECONÓMICO

Para la elaboración de este proyecto de investigación los costos (recursos, materiales y equipos) fueron asumidos por el titulado.

1.5.3. TECNICO

No hay muchos especialistas que se dediquen a los reforzamientos estructurales con sistemas de protección sísmica, por lo que en nuestra región debería haber profesionales que se dediquen a este rubro.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los resultados del análisis del reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Identificar el nivel de desempeño que se puede lograr en las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.
- b) Describir la normativa más eficiente para el estudio y diseño de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.

- c) Determinar los beneficios de emplear disipadores de fluido viscoelásticos

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES:

2.1.1. ANTECEDENTE NACIONALES

- **MOSQUEIRA MORENO, Miguel Ángel; TARQUE RUÍZ, Sabino Nicola; en sus tesis “Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana”. Lima - Perú. 2005.** El objetivo de la tesis fue realizar recomendaciones técnicas ingenieriles el cual con lleven a mejorar la seguridad ante posibles sismos en viviendas de albañilería confinada de la costa peruana. En esta investigación se desarrolla una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada. Esta metodología

fue aplicada a una muestra de 270 viviendas distribuidas en 5 ciudades de la costa peruana (Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo). Los datos de campo recogieron las principales características de ubicación, arquitectónicas, estructurales y constructivas de cada vivienda. La información obtenida se procesó en hojas de cálculo para determinar el riesgo sísmico de las viviendas ante sismos severos, y se elaboró una base de datos para clasificar los principales defectos de las viviendas analizadas. Los resultados obtenidos contribuyeron al desarrollo de una cartilla para la construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería confinada en zonas de alto peligro sísmico. La cartilla presenta información sobre cada paso del proceso constructivo en forma gráfica y con lenguaje muy simple. Se espera que, con una adecuada difusión, esta cartilla pueda servir para que los pobladores y albañiles puedan conocer mejor cómo pueden construir viviendas sismorresistentes de albañilería confinada. El autor llega a las siguientes conclusiones: La mayoría de las viviendas de albañilería de arcilla de la costa peruana son construidas informalmente (son construidas por los mismos pobladores, albañiles o maestros de obras), existe una mala situación económica del país es una de las razones importantes para que las personas de más bajos recursos económicos construyan sus viviendas de manera informal y sin importarles los peligros naturales que pueden afectar sus viviendas; una adecuada configuración estructural de las viviendas permite disminuir en gran medida su vulnerabilidad sísmica, la mayoría de las viviendas informales de la costa son vulnerables por tener deficiente configuración estructural; la mayoría de pobladores y albañiles no tienen conocimiento sobre cómo proteger los refuerzos de acero de las viviendas, esto trae consigo el problema de corrosión que pueden sufrir los aceros de refuerzo se evidencia un mal encofrado que se realiza en construcciones

informales hace que se produzcan cangrejeras en el concreto, es así que el 78% de las viviendas informales analizadas tiene problemas de cangrejeras. La mayoría de viviendas informales se construyen por etapas y de acuerdo a las necesidades de los pobladores (por lo general, el proceso constructivo dura más de 10 años). En la zona norte del país, muchas viviendas han sido construidas con unidades de adobe y ladrillo de arcilla (el 20% de las viviendas analizadas mezclan en un muro unidades de adobe y de ladrillo de arcilla, éstas son elaboradas de manera artesanal) y el 76% de las viviendas analizadas se han usado ladrillos de baja calidad. Durante la construcción de las viviendas, los pobladores no controlan la dosificación y mezclado del concreto (origina que el concreto no logre la resistencia a compresión recomendada). Existe un desconocimiento general sobre el curado en los elementos de concreto armado. Un factor determinante para el peligro sísmico es la ubicación de las viviendas el 23% de las viviendas analizadas se ubica sobre suelos de relleno e igual porcentaje en pendientes pronunciadas. Existe la mala tendencia de construir muchos muros en la dirección perpendicular a la calle y pocos muros en la dirección paralela (genera que en una de las direcciones la vivienda no tenga adecuada densidad de muros). El 61% del total de viviendas analizadas no tiene adecuada densidad de muros al menos en una de sus direcciones principales (implica que estas viviendas estarán más propensas a que sufran daños durante la ocurrencia de sismos raros 0,4g). El 72% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja. Es decir, solo el 10% de las viviendas han sido construidas adecuadamente. El 40% de las viviendas autoconstruidas analizadas tiene peligro sísmico alto, el 60% peligro sísmico medio. El 84% de las viviendas informales analizadas de la

costa peruana tiene riesgo sísmico alto, el 16% riesgo sísmico medio. Esto implica que ante un evento sísmico raro (0,4g) el 84% de éstas viviendas podrían colapsar. El 28% de las viviendas analizadas presenta una mano de obra de mala calidad. El 60% presenta una mano de obra de regular calidad. Solo el 12% presenta mano de obra de buena calidad. El 83% de las viviendas analizadas han sido construidas sin dejar juntas sísmicas respecto a las viviendas contiguas. El 21% de las viviendas analizadas tiene muros portantes de ladrillos panderetas. En algunos casos toda una segunda planta ha sido construida con ladrillo pandereta. El 49% de las viviendas analizadas tiene tabiquería no arriostrada. El 30% de las viviendas analizadas tiene grietas en los muros. Las grietas en los muros han sido caudadas en mayoría por asentamientos diferenciales. El 26% de las viviendas encuestadas tiene presencia de humedad en sus muros, generalmente causado por fugas de agua de las tuberías.

- **VIZCONDE CAMPOS, Adalberto; desarrolló su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica San Miguel, Piura”. Piura 2004,** ésta investigación tuvo como objetivo primordial el de descubrir, en el edificio de la Clínica San Miguel, aquellos puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico para posteriormente proceder a una intervención estructural. Cuando se evalúa un edificio existente se determina como responde realmente las fuerzas ya dadas. Se trabaja con las propiedades reales del material, las cargas reales sin amplificarlas, el modelo lo más exacto posible y se analiza cómo serán realmente la interacción de elementos estructurales con los no estructurales y viceversa en el comportamiento sísmico del edificio. Para este estudio se aplicaron unos métodos como el FEMA 154 (ATC 21), el FEMA 310 (ATC 22), además de la evaluación no estructural de

equipos y demás elementos no estructurales. Con el primer método identificó aquel edificio que es más vulnerable y con el segundo se evaluó de una manera más detallada. Los resultados se expresan en Cuadros donde se compara la resistencia del elemento con la demanda que le impone el sismo. El estudio de la vulnerabilidad sísmica de edificios como hospitales o clínicas, como es el caso de la clínica San miguel, debe abordarse desde un punto de vista global que considere la vulnerabilidad física (estructural, no estructural) y la vulnerabilidad funcional. Es importante integrar los métodos empíricos, experimentales y analíticos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica como una vía para aumentar la confiabilidad de estos estudios. El diseño sísmico de la Clínica San Miguel no es satisfactorio pues no cumple con los objetivos de un nivel de Ocupación Inmediata requerido para este tipo de edificaciones. Tanto el método FEMA 154 como el FEMA 310 pueden aplicarse a los edificios del Perú teniendo en cuenta ciertas consideraciones y tras un serio estudio de ambos métodos para ser eficazmente aplicados. El comportamiento sísmico del edificio, consultorios, cambia drásticamente de comportarse como un edificio de pórticos a uno con comportamiento dual debido a la interferencia de tabiques de albañilería no aislados a los pórticos. Los muros colocados en forma simétrica y regular en todos los pisos, en el edificio, consultorios, han absorbido la mayor cantidad de carga lateral por sismo y han protegido a las columnas de un posible fallo. La mayoría de los muros o tabiques de albañilería no reforzada, al no haber sido diseñados para soportar cargas de sismo fallan por corte par aun sismo máximo esperado (MCE). Existen algunas vigas (V104, V204, V307, V108, V208, V308) que fallan por flexión debido a su falta de resistencia y de ductilidad. El edificio en su conjunto tiene una buena resistencia al sismo debido a la falla sola de algunas vigas y muros de albañilería,

pero éstos al fisurarse y agrietarse podrían perder su capacidad de corte y no trabajar dejando las cargas a ser soportadas por los elementos de los pórticos (columnas y vigas). Por tanto, no es seguro para un nivel de ocupación inmediata. Para el estudio del periodo fundamental de edificios en zonas urbanas como el de CSM a partir de vibración ambiental es suficiente el registro de aceleración en la parte superior del edificio. No existirá fenómeno de resonancia entre el periodo fundamental del suelo y el del edificio durante un sismo. El suelo debajo de CSM es potencialmente licuable. La presencia de zapatas aisladas en la cimentación influye en el comportamiento dinámico de la estructura. Uno de los principales aportes de este trabajo es que contiene inventariados de la mayoría de los elementos no estructurales y evaluados en su vulnerabilidad sísmica con el fin de ubicarlos dentro de sus instalaciones y tomar futuras medidas de intervención. Finalmente se concluye que el sismo máximo esperado (período de retorno de 475 años) dependiendo de la distancia entre el foco y el sitio podría ser en escalas de $M_s = 8.17, 8.25, 9.04$ y/o $M = 8.6, 8.74, 10.14$. Valores que se han presentado ya en la zona de Piura finalmente se expresa la necesidad de dar mayor ductilidad a los muros de albañilería o tabiques por absorber, debido a su rigidez, gran parte de carga sísmica lateral. Además, se detectan otros elementos, ya sea columnas o vigas que fallarían ante un sismo.

- **LAUCATA LUNA, Johan Edgar; en su tesis “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”.** Lima 2013. Realiza una investigación y genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. La

mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva. Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Posteriormente el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad y peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas. Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico. La investigación concluye en lo siguiente: La ciudad de Trujillo sufrió durante su historia varios eventos naturales, entre sismos e inundaciones. El fenómeno del Niño, los constantes sismos, la cercanía al mar y el suelo arenoso, generan un ambiente de riesgo permanente. El Porvenir y Víctor Larco son distritos altamente poblados y representativos de Trujillo, de características morfológicas diferentes. En ambos distritos se construye a través de la construcción informal y la autoconstrucción. Los recursos limitados de los propietarios, incidieron en la adquisición de materiales de baja calidad y

contratación de mano de obra no capacitada. Los materiales utilizados en la construcción de las viviendas encuestadas son de regular a deficiente calidad. Existe un inadecuado control de calidad sobre los materiales. Las unidades de albañilería artesanales utilizadas en todas las viviendas, poseen una baja resistencia, una alta variabilidad dimensional y una gran absorción de agua. Esto es debido a la falta de uniformidad de la cocción de las unidades de albañilería de origen artesanal. La calidad de la mano de obra es regular a mala. Esto es generado por la poca capacitación y reducida inversión de los propietarios en mano de obra capacitada. Se observa la poca supervisión durante el proceso constructivo, inclusive en los proyectos asesorados por el Banmat, donde la supervisión es escasa. Los problemas constructivos encontrados en su mayoría son las juntas de construcción mal ubicadas, los malos encofrados y los aceros de refuerzo expuestos. Encontrándose concreto con restos de basura y muchos refuerzos corroídos, a pesar de los intentos artesanales de protección. También se encontró muchos muros construidos con ladrillos crudos o adobes. Los problemas estructurales encontrados la mayoría de las viviendas poseen tabiques sin arriostre, siendo un problema importante al interior de la vivienda. Además, en las azoteas donde se observó tabiques a media altura sin ningún tipo de arriostre, generando un peligro latente durante un sismo pudiendo afectar el escape de los moradores. Ninguna de las viviendas posee una junta sísmica. Además, las losas de techo están a desnivel en zonas con pendiente, siendo un riesgo de daño entre las viviendas en un evento sísmico. Se encontró una mala distribución de los elementos estructurales en la vivienda. Debido a una falta de orientación de los constructores y diseñadores. La rigidez de las viviendas es mayor en el sentido perpendicular a la calle presentando una mayor densidad de muros. En cambio, en el sentido de la calle existe una

insuficiente cantidad de muros para soportar un evento sísmico. Los daños en estos muros pueden afectar importantemente en la estructura de la vivienda. Los altos valores de densidad de muros en la dirección perpendicular a la fachada encontrados, están muy por encima de lo requerido. Esto ha demostrado que es la falta de conocimiento técnico y asesoría oportuna de profesionales, la causa principal que exista la deficiencia en la otra dirección. Existen viviendas que han tenido asesoría en la etapa de diseño, pero en algunos diseños no se ha considerado la sismorresistencia de la vivienda. En otros casos ha faltado una adecuada supervisión durante la construcción resultando una la construcción distinta al diseño original de la vivienda. Las construcciones informales en Trujillo ante un sismo severo podrían colapsar la mayoría de sus viviendas ante un sismo severo. De acuerdo a los resultados obtenidos en los reportes de vulnerabilidad. Los recursos limitados de los pobladores de Trujillo en los distritos de expansión y crecimiento generan construcciones sin asesoramiento técnico, ni materiales de calidad. La construcción informal bajo este ambiente es difícil de erradicar. Este estudio expone como se construye actualmente en la ciudad de Trujillo, permitiendo elaborar una cartilla orientadora, dirigida a los pobladores de bajos recursos. Para que tengan una idea de cómo construir adecuadamente sus viviendas. Esta cartilla existe en la actualidad y se elaboró a partir de investigaciones complementarias, en otras ciudades de la costa peruana. El documento se titula “Construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería, para albañiles y maestros de obra”, y está a disposición en internet. (BLONDET 2005). La cartilla orientadora no reemplaza a un profesional ingeniero y arquitecto para el diseño y construcción de las viviendas. Cada vivienda es un proyecto único con sus propias características y dificultades. La cartilla es una referencia para reducir la vulnerabilidad a través de recomendaciones.

- **CHACÓN A. & RAMÍREZ C. (2014)** desarrollaron la tesis **“ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO”**. Cuyo objetivo fue realizar el análisis estructural de una edificación con un sistema de disipación de energía; específicamente con disipadores de fluido viscoso. Para ello se procedió a: Realizar una revisión de la literatura sobre los diferentes dispositivos de disipación de energía. Plantear una metodología para el análisis y diseño de una estructura con elementos de disipación de energía (amortiguadores de fluido viscoso). Modelar una estructura hipotética mediante un programa computacional. Mostrar los beneficios del uso de amortiguadores de fluido viscoso. Se realizó un estudio del comportamiento de los disipadores lineales y no lineales de fluido viscoso en la respuesta estructural de un edificio comercial de 4 pisos. Mediante el análisis realizado se demuestra que en este caso los disipadores de fluido viscoso disminuyen significativamente los desplazamientos de la estructura durante el análisis dinámico. Finalmente, se realiza un diseño de los sistemas de protección según la disponibilidad de los dispositivos en el mercado, por lo que se eligen disipadores Taylor. La investigación llegó a las siguientes conclusiones: La comprobación del amortiguamiento efectivo de la estructura se puede realizar empleando el concepto de decremento logarítmico, el cual se logra sometiendo a la estructura a un pulso. Los disipadores no lineales son más eficientes que los disipadores lineales. Los disipadores no lineales pueden cumplir los mismos objetivos de diseño con valores menores del coeficiente de amortiguamiento; Los disipadores lineales tienen una curva histerética casi elíptica, mientras que los disipadores no lineales tienen una tendencia rectangular, disminuyendo la fuerza desarrollada pero aumentando su capacidad de deformación;

Se pudo reducir los desplazamientos de la estructura hasta en 52.67% haciendo uso de disipadores lineales y 59.73% haciendo uso de disipadores no lineales; - Se pudo reducir las derivas de entrepiso en 70.23% haciendo uso de disipadores Lineales y 73% haciendo uso de disipadores no lineales; Se obtuvo una deriva máxima de 4 0/00 usando disipadores no lineales, con lo cual se cumplió la deriva objetivo y así se aseguró un desempeño óptimo de la estructura; Los disipadores lineales desarrollan una fuerza axial mayor en comparación de los disipadores no lineales; Los sistemas de disipación con amortiguadores lineales presentan una mayor dispersión en la fuerza axial del disipador en comparación a los disipadores no lineales. Se escogieron 16 disipadores de fluido viscoso con un coeficiente de amortiguamiento $C=100$ Ton-Seg/mm y una fuerza axial de 25 Ton con un exponente no lineal $\alpha=0.5$.

2.1.2. ANTECEDENTE INTERNACIONALES

- **PARDO VERDUGO Juan Pablo (2007)**; desarrollo la tesis **“Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal”**. Cuyo objetivo fue Estudiar y analizar el control de la respuesta de estructuras sometidas a temblores mediante “Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso. Para lograr cumplir con los objetivos propuestos en esta tesis, se utilizó información de “Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso” dada por fabricantes e Ingenieros con experiencia en el uso de este tipo de tecnologías. Se desarrolló un algoritmo de diseño de estructuras con Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso que permita obtener información con respecto al desplazamiento, velocidad y aceleración que experimenta la estructura bajo una cierta excitación basal. Se realizó un análisis modal de la estructura

con el objeto de determinar los datos necesarios para la utilización del algoritmo desarrollado, luego se realizó un análisis tiempo historia paso a paso de las estructuras sometidas a un cierto registro sísmico mediante el software SAP2000, de esta manera se tuvo una visión del comportamiento de la estructura con los Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso, en cada instante de tiempo de la duración del registro. Para poder validar los resultados de la respuesta entregado por SAP2000, se analizó un sistema de un grado de libertad con un dispositivo de Fluido Viscoso con comportamiento Lineal, mediante el método iterativo de Newmark, obteniéndose el resultado de la respuesta que fue graficado para ser comparados con la respuesta entregada por SAP2000. Finalmente se analizó una edificación de hormigón armado de cinco pisos, que posee la particularidad de ser una estructura muy flexible en su sentido longitudinal, por lo que bajo cargas sísmicas en dicho sentido desarrolla grandes deformaciones, que sobrepasan los valores permitidos por la normativa vigente. Como solución a dicho problema se postula la incorporación de Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso con el objeto de controlar las deformaciones. La tesis llega a las siguientes conclusiones: Mediante el uso de los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso, se puede proveer a la estructura del amortiguamiento suplementario que se requiera para poder alcanzar el nivel de la respuesta deseada; La adición de los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso es un método efectivo de control de la respuesta dinámica de estructuras, ya que las distorsiones entre piso se lograron disminuir a los valores permitidos por la normativa vigente; Al lograr disminuir los desplazamientos de los Centros de Masa de cada piso, se evita la posibilidad que la estructura trabaje en el rango inelástico, reduciendo la incertidumbre del comportamiento no

lineal, además de impedir la formación de rótulas plásticas y limitando posibles mecanismos de falla; Al utilizar los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso, además de reducir los desplazamientos de los centros de masa, se disminuyen las aceleraciones que experimentan estas, lo que conlleva a una reducción de los esfuerzos en las columnas y en la base de la estructura; La disminución de los esfuerzos en la base del edificio conlleva a un diseño de fundaciones más pequeñas. Lo anterior trae consigo fundaciones más económicas y la posibilidad de emplazar edificaciones sobre suelos de mala calidad; Desde el punto de vista constructivo en el caso de la rehabilitación sísmica, los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso presentan una clara ventaja frente a otros tipos de Dispositivos de Control Pasivo, como los Aisladores Basales, ya que estos requieren sistemas especiales para su colocación.

- **SILVA BUSTOS, Natalia Andrea; en su tesis “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana”. Santiago de Chile. 2011**, cuyo objetivo principal fue estimar el riesgo sísmico en una muestra de viviendas sociales construidas entre los periodos 1980 y 2001, distribuidas en 12 comunas de la Región Metropolitana (RM). Para ello se aborda, en un análisis extenso, los dos factores involucrados, vulnerabilidad y peligro sísmico desde la perspectiva de la ingeniería y sismología aplicada respectivamente. La vulnerabilidad se abordó mediante dos enfoques: 1) asignación de clases de vulnerabilidad según distribución de daños dados por la Escala MSK-64; y 2) cálculo del Índice de densidad de muros (índice de primer nivel). Para ambas metodologías, se empleó el catastro detallado de daños experimentados tras el terremoto de 1985 (Ms 7.8). Se optó por emplear para el análisis cuantitativo de vulnerabilidad el índice de densidad de muros

normalizado por número de pisos $(d/n)\%$ propuesto por Meli (1991), principalmente por dos razones: a) ha sido concebida para este tipo de estructuras (albañilería reforzada) y ha sido adaptada a la realidad chilena, y b) permite una evaluación masiva de estructuras dado que requiere información estructural básica. Se establece una relación entre este índice y el grado de daño observado en las viviendas, verificando los límites anteriormente propuestos y calibrados por Küpfer (1993). Se recomienda esta metodología para esta tipología pues permite estimar de buena manera, y en primer orden, el comportamiento sísmico esperado ante un evento de intensidades entre VI y VIII. Se propone un $(d/n)\%$ de 1.15 para el cual se esperaría un nivel de daño leve (G0 y G1). Se optó por establecer límites conservadores, es decir, que el grado de daño esperado sea mayor que el observado, subestimando la real respuesta de las viviendas sociales. Se evaluó el peligro sísmico en la RM, abordándolo mediante los enfoques probabilístico y determinístico. En el primero, se emplea la metodología propuesta por Algermissen & Perkins (1976), caracterizando las tres fuentes sismogénicas presentes en Chile Central, mediante relaciones de Gutenberg Richter (G-R) y leyes de atenuación, obteniendo isosistas para distintos periodos de retorno de interés. Se incorpora, además, el efecto de sitio, que amplifica hasta en un grado la intensidad según el tipo de suelo dado por la geología superficial (Leyton et al. 2010). Se obtiene que el efecto conjunto y el aporte individual de la fuente interplaca thrust, son las que generan las mayores intensidades en la zona, observando que, para la cuenca de Santiago, la presencia de las fuentes cortical cordillerana (dada su cercanía), e intra placa de profundidad intermedia, son influyentes. El enfoque determinístico generó los escenarios más desfavorables y creíbles a la vez para las fuentes inter e intra placa, y para el caso cortical se barajan distintos largos de

ruptura de la Falla San Ramón, dejando en evidencia la importancia de dicho sistema de fallas. Se observa que un análisis probabilístico, a grandes periodos de retorno, tiende a asemejarse a los resultados obtenidos mediante la metodología determinística. Se propone, como alternativa a la distribución dada por la Escala MSK, una relación funcional dependiente de la amenaza sísmica (intensidades del enfoque probabilista, para 475 años de periodo de retorno) y de la vulnerabilidad (índice de densidad de muros), que estime el riesgo sísmico expresado a través del grado de daño promedio esperado, obteniéndose escenarios para los conjuntos habitacionales considerados. En este sentido, el escenario más severo se obtiene producto del efecto conjunto de las fuentes sismogénicas (IMM levemente superiores a IX, considerando efecto de sitio), el que genera cerca de un 25% de nivel de daño leve (G0 y G1) en las viviendas estudiadas, y cerca de un 50% de nivel de daño grave (G4 y G5), comprometiendo estas últimas su nivel de habitabilidad, consideración hecha a partir del nivel de daño severo, G3. La tesis menciona que una de las características principales de los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano es que la metodología que se utiliza para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural tiene que ser simplificada, para que pueda aplicarse a grandes áreas o a un gran número de estructuras. Evidentemente cualquier metodología se puede llevar a cabo, pero con su correspondiente incremento de los costos de aplicación de acuerdo al detalle requerido, que para el caso de una mega ciudad como Santiago y las diferentes metodologías constructivas presentes en casas y edificios (adobe, albañilería simple, reforzada, madera y hormigón armado, entre otras), sería completamente inadmisible e incluso inviable. Por ello, se debe encontrar una metodología adecuada que mejor se acomode a los objetivos planteados en el estudio de riesgo

sísmico (ni tan sencilla como para obviar parámetros fundamentales ni tan detallada que la información con la que se cuenta, haga imposible emplearla), a la disposición de información de los elementos que se pretenden evaluar, además de conocer si la metodología ya ha sido adoptada y adaptada a la realidad local de la zona de interés, aspecto que simplifica y valida aún más los resultados y conclusiones respecto del comportamiento sísmico esperado. El nivel y la calidad de la información recabada son los factores que marcan el éxito posterior de los resultados de cualquier metodología de evaluación que se quiera emplear. Especial importancia juegan en este sentido las fichas de levantamiento que se elaboren para recopilar los datos de las estructuras catastradas, debido a que si ellas son sencillas (pero completas) la tarea se simplifica bastante y permite homologar criterio de los posteriores evaluadores. En la medida que se amplíe el número de las muestras de viviendas estudiadas, las conclusiones que puedan obtenerse a partir de la metodología seleccionada, serán mejores y más fidedignas. Para la evaluación de la vulnerabilidad se emplearon dos de las metodologías ampliamente usadas en Chile, las que han sido adaptadas a la realidad nacional. Por parte del análisis cuantitativo, se optó por emplear la metodología propuesta por Meli (1991), índice de primer nivel que calcula para cada dirección en planta del edificio, la densidad de muros por unidad de pisos y lo relaciona con el grado de daño promedio esperado. El segundo enfoque de evaluación de vulnerabilidad, fue la asignación de clases de vulnerabilidad, el cual también lleva consigo incertidumbre dada la asimilación de clases, sin considerar movilidad de ellas. Importante es considerar que no basta contar con altas densidades para tener un buen comportamiento sísmico, sino que también es necesario presentar una buena disposición de las líneas resistentes, así como también aspectos de

regularidad en planta y elevación. Otros aspectos importantes son también el estado de conservación de la vivienda, año de construcción, integridad de las uniones de muros, calidad de los materiales constructivos, entre otros que podrían permitir disminuir la dispersión que se presenta cuando se realiza el análisis de grados de daños observados versus el índice de densidad de muros por unidad de piso. Algunas de las principales razones que pudiera explicar la alta dispersión del índice de densidad de muros, pudieran atribuirse a que el cálculo del índice de Meli tiene relación con la distribución de muros en planta (en ambas direcciones), luego corresponde a un criterio netamente de diseño estructural, es decir, lo que el plano presenta, sin considerar la etapa constructiva de una vivienda, en la que sí se evidencian errores que condicionan el real comportamiento general de una estructura. Estos pudieran ser, como ya se han planteado anteriormente, falencias en la integridad de las conexiones entre muros, mala calidad de materiales empleados, modificaciones posteriores a las viviendas que hacen mover la clase de vulnerabilidad, entre otros efectos posteriores al diseño.

- **MARURI ORTIZ Carlos Andrés (2015)**, desarrolló la tesis **“Modelo estructural a escala utilizando amortiguadores viscosos como sistemas de disipación pasiva de energía”**, cuyos objetivos fueron: Diseñar un modelo estructural a escala con amortiguadores viscosos que pueda ser acoplado a una mesa de excitación dinámica y además pueda ser sometido a diferentes aceleraciones; Evaluar las ondas sinusoidales a diferentes frecuencias y su comportamiento al momento de utilizar amortiguadores viscosos en la estructura; Obtener las propiedades de los amortiguadores viscosos, mediante ensayos de aceleración de la estructura y modelos matemáticos; Replicar el modelo estructural en el programa

SAP2000 al igual que el comportamiento de los amortiguadores viscosos; Realizar un análisis comparativo de las capacidades resistentes y las mejoras estructurales debido al uso de amortiguadores viscosos. El trabajo es un estudio teórico-experimental para la implementación de amortiguadores viscosos en modelos de estructuras a escala. Este estudio será evaluado, analizado y modelado utilizando el programa de elementos finitos SAP2000 el cual permitirá concluir los efectos de los amortiguadores viscosos en la estructura. El trabajo llega a las siguientes conclusiones: El modelo estructural a escala se lo construyó en base a columnas de acero laminado y losas de madera tipo triplex. Este material utilizado para el diseño de las columnas, posee una rigidez que permite visualizar los desplazamientos producidos por la mesa de excitación dinámica, a la cual se empotra el modelo estructural. Por otra parte, este material es resistente a la fatiga, liviano, y no se deforma al ser sometido ante diferentes aceleraciones. Por ende, es un material óptimo para la construcción de modelos estructurales a escala a ser estudiados. A pesar que la mesa de excitación dinámica transmite aceleraciones al modelo estructural diseñado, la mesa solo se desplaza $\pm 1\text{cm}$ en dirección horizontal. Este limitante restringe que se generen fuerzas de mayor magnitud en los distintos niveles del modelo estructural diseñado. Por ende, se recomienda modificar y ampliar el rango de movimiento de la mesa en dirección horizontal. El amortiguador viscoso implementado en este trabajo consta de las características necesarias para el estudio del comportamiento de la estructura cuando se somete a aceleraciones en la base. Sin embargo, no consta de precisión para regular el amortiguamiento. Al momento de utilizar dos amortiguadores tipo jeringas de 60ml, la respuesta del amortiguamiento fue diferente para el nivel 1 como para el nivel 2. Al no poder regular que amortiguamiento generan estos

dispositivos, solo se los pudo modelar de manera semejante en el programa SAP2000, mas no ajustar con las propiedades exactas. Al momento de implementar algún tipo de amortiguador en alguna estructura o construcción, y además se lo modele en el programa SAP2000, es indispensable que el fabricante de estos dispositivos asegure todas las características y propiedades que deben ser ingresadas al programa SAP2000 para generar una respuesta exacta del comportamiento estructural del modelo. Al implementar amortiguadores viscosos en el modelo estructural, se evidenció de manera visual y analítica la reducción de la aceleración en cada nivel del modelo estructural. Para el nivel 1 se logró disipar la energía proveniente del acelerograma disminuyendo la aceleración hasta en un 195.6%. Por otra parte, se logró alcanzar una disminución de la aceleración para el nivel 2 de hasta un 96.76%. A pesar de que el amortiguamiento no es el mismo para el nivel 1 como para el nivel 2, se comprobó una efectividad promedio de reducción en la aceleración de 146.18% únicamente con amortiguadores viscosos en base de aire. Los acelerogramas registrados en el programa LoggerLite son ondas distorsionadas. Esto se debe a que pueda existir cierta fricción en la mesa de excitación dinámica. Sin embargo, este tipo de aceleraciones mantuvieron el mismo periodo tanto en el nivel 0, 1 y 2. De igual manera cuando se implementó los amortiguadores en el modelo estructural, los periodos se mantuvieron constantes para los tres niveles de estudio. Al momento de analizar y comparar las gráficas de aceleración experimental, con las gráficas de aceleración teórica, se evidenció el mismo comportamiento entre los acelerogramas almacenados del modelo estructural y los acelerogramas producidos por el programa SAP2000. El error generado con el modelo estructural sin amortiguadores, alcanzo el 12.8% para el nivel 1 y el 4.25 % para el nivel 2. Por otra parte, cuando se

diseñó el modelo estructural con amortiguadores, las gráficas generaron un error del 8.25% para el nivel 1, y el 9.21% para el nivel 2. Esto quiere decir que se mantiene un error del 10% aproximadamente. Esto se debe por leves variaciones en la mesa, en las dimensiones exactas de la geometría del modelo estructural, en las propiedades de los materiales definidos, sobre todo, en la definición de las propiedades del amortiguador utilizado. Finalmente, se puede concluir que este tipo de sistemas de reducción de vibraciones, son una opción considerable para proteger y evitar daños en la estructura, que consecuentemente evitara pérdidas humanas y económicas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL EDIFICACIONES CON SISTEMAS DE PROTECCIÓN POR AMORTIGUAMIENTO

2.2.1. ENFOQUE SISMORRESISTENTE TRADICIONAL

El desempeño de un edificio, según el enfoque tradicional del diseño sismorresistente, está basado en la capacidad que tiene la propia estructura de disipar la energía introducida por el sismo a través de una combinación de propiedades conocidas como ductilidad, resistencia y rigidez.

Es de esperarse que la estructura tenga un comportamiento elástico ante sismos leves y uno inelástico cuando esté sujeto a sismos moderados o raros. Este comportamiento inelástico está caracterizado por la disipación de energía a través de deformaciones no recuperables que se agravan conforme la deriva de entrepiso se incrementa; teniendo como consecuencia daño estructural y no estructural cuantioso.

Este enfoque convencional del diseño sismorresistente ha llevado a los ingenieros a detallar los edificios con suficiente ductilidad para prevenir fallas repentinas y catastróficas conforme la estructura va entrando en el rango inelástico. La Imagen 3. muestra la curva

capacidad de una estructura y sus correspondientes niveles de desempeño conforme aumentan el desplazamiento del último nivel.

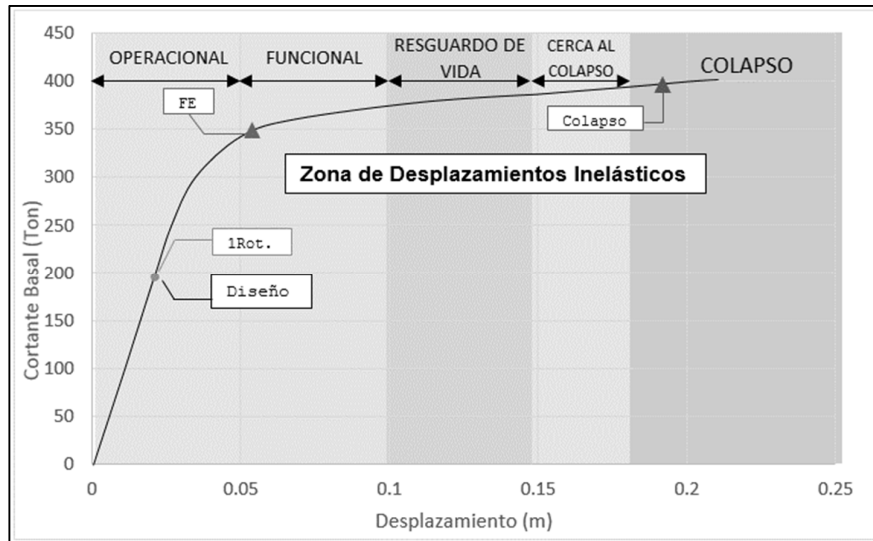


Imagen 3. Curva capacidad de una estructura y niveles de desempeño

Fuente: SEAOC Vision 2000 Comitee.

Existen edificios tales como hospitales, estaciones de policía, colegios y estaciones de bomberos, que deben continuar operativos después de un sismo severo. Este hecho exige que tales edificios se diseñen con suficiente resistencia para que las deformaciones inelásticas sean mínimas o reparables inmediatamente. Una alta resistencia, significa una alta inversión en términos económicos, y, aun así, jamás podríamos mantener la estructura en el rango elástico. El diseño sismorresistente tradicional, el mismo que se presenta en la norma peruana, tiene el objetivo principal de mantener las derivas de la estructura por debajo de un límite máximo incrementando la rigidez. Este incremento por lo general es causante de altas vibraciones que generan daño no estructural en una edificación. (Guevara Huatuco & Torres Arias, 2012)

2.2.2. ENFOQUE SISMORRESISTENTE CON SISTEMAS DE PROTECCIÓN POR AMORTIGUAMIENTO

Los disipadores de energía, son dispositivos que se ubican en puntos estratégicos de las estructuras, y que absorben la energía debida a sismos, vientos u otros, reduciendo el daño que esta energía pueda provocar en elementos estructurales y no estructurales.

Los principios de acción de ambos sistemas son intrínseca y conceptualmente distintos. Los aisladores sísmicos reducen la energía del sismo que ingresa a la estructura, mientras que los disipadores de energía permiten disipar parte de la energía que ingresa a la estructura por medio de dispositivos especialmente diseñados para esos fines.

Los sistemas de protección sísmica por amortiguamiento tienen como finalidad reducir los desplazamientos relativos de entrepiso, y por tanto aminorar el daño estructural. Esto se logra mediante un incremento de la participación del amortiguamiento viscoso en la disipación de energía sísmica.

Cuando un edificio no posee dispositivos de amortiguamiento, la energía total ingresada a través del movimiento sísmico es disipada en su gran mayoría mediante energía de deformación elástica e inelástica (también llamada histerética); mientras que la participación de la energía de amortiguamiento viscoso es casi nula.

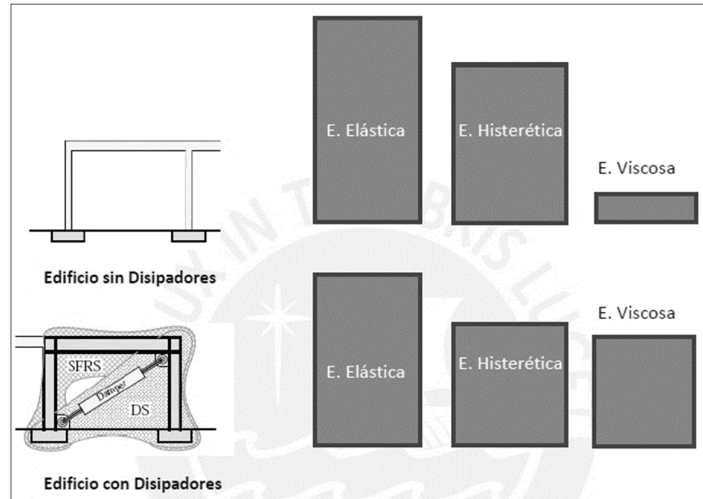


Imagen 4. Distribución de la energía sísmica en un edificio sin Disipadores y en otro con Disipadores.

$$E_i = E_e + E_h + E_v = \text{Constante} \quad \text{Ecuación 1}$$

Una consecuencia directa de la adición de amortiguadores es una reducción de la disipación inelástica o histerética (E_h), ya que como indica la Ecuación. 1, la energía de entrada (E_i) se mantiene constante durante el evento sísmico. El edificio ya no tiene que absorber la totalidad de energía sísmica por sí mismo, sino que una porción de esta energía es absorbida por el sistema de amortiguamiento (E_v).

El incremento del amortiguamiento genera una reducción del espectro de pseudoaceleraciones, y, por tanto, una disminución de la resistencia demandada, como se muestra en la Imagen 5.

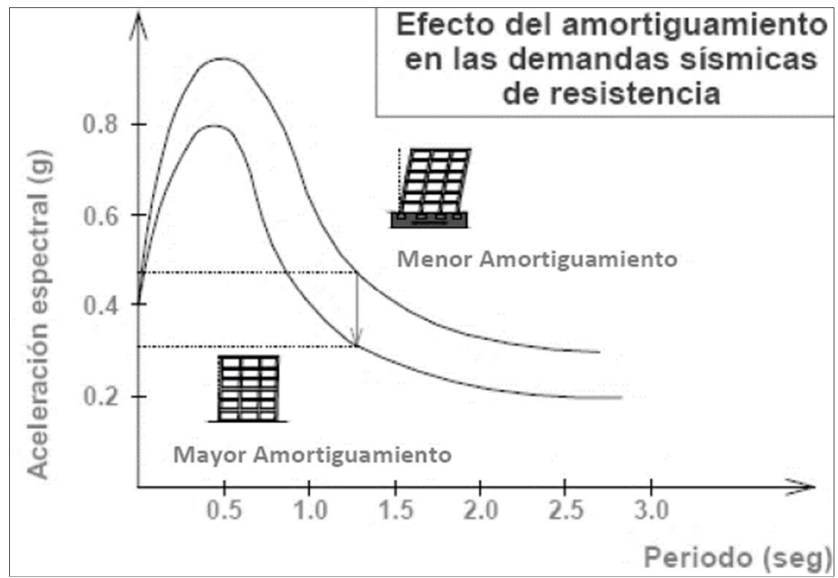


Imagen 5. Reducción en las demandas de resistencia debido al incremento de amortiguamiento.

2.2.3. CONCEPTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN SÍSMICA

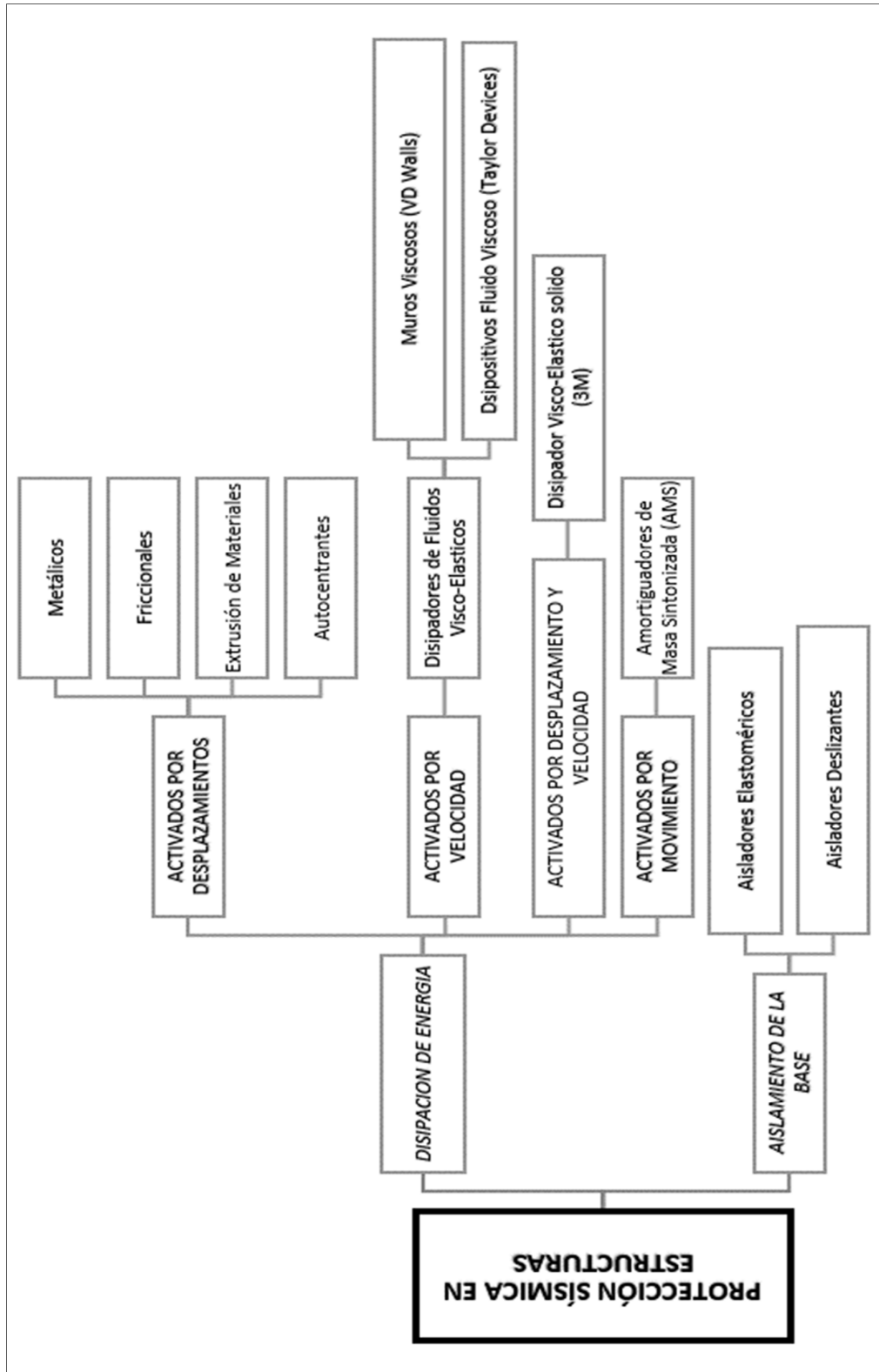


Imagen 6. Cuadro conceptual de Protección Sísmica de estructuras

2.3. SISTEMAS MODERNOS PASIVOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA:

En las últimas dos décadas ha ganado aceptación entre la comunidad profesional el uso de sistemas de protección sísmica en estructuras. Entre ellos, los sistemas de aislación sísmica y de disipación de energía han sido los más utilizados. “En términos generales, los sistemas de aislación sísmica limitan la energía que el sismo trasfiere a la superestructura, reduciendo considerablemente los esfuerzos y deformaciones de la estructura aislada, previniendo el daño estructural y no estructural” (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011, pág. 8). La Imagen 7 muestra una comparación del comportamiento, ante la acción de un sismo, de un edificio sin aislación y un edificio con aislación sísmica. Por su parte, los sistemas de disipación de energía, si bien no evitan el ingreso de energía a la estructura, permiten que la disipación de energía se concentre en dispositivos especialmente diseñados para esos fines, reduciendo sustancialmente la porción de la energía que debe ser disipada por la estructura. El uso de disipadores de energía reduce la respuesta estructural, disminuyendo el daño de componentes estructurales y no estructurales. La Imagen 8 muestra la comparación del comportamiento de un edificio sin dispositivos de disipación de energía y un edificio con disipadores de energía.

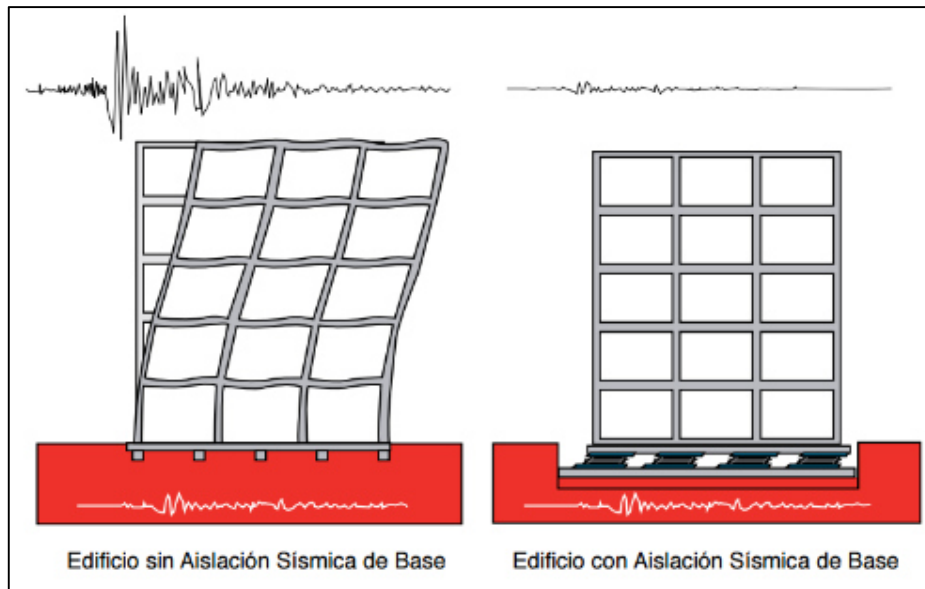


Imagen 7. Comparación de respuesta sísmica de edificio sin aislación y edificio con aislamiento basal.

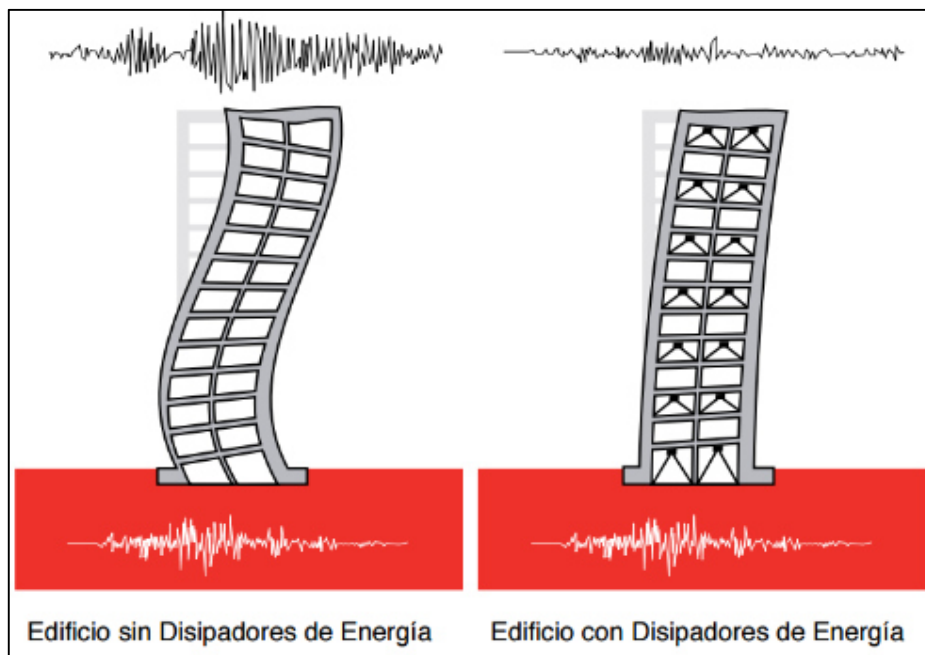


Imagen 8. Comparación de edificio sin disipadores y edificio con disipadores de energía.

2.3.1. ESPECTRO GENERAL DE DISEÑO

“Los aisladores sísmicos actúan modificando el periodo natural de la estructura no aislada de modo de reducir la aceleración sobre la estructura aislada” (Tecnoav, s.f.).

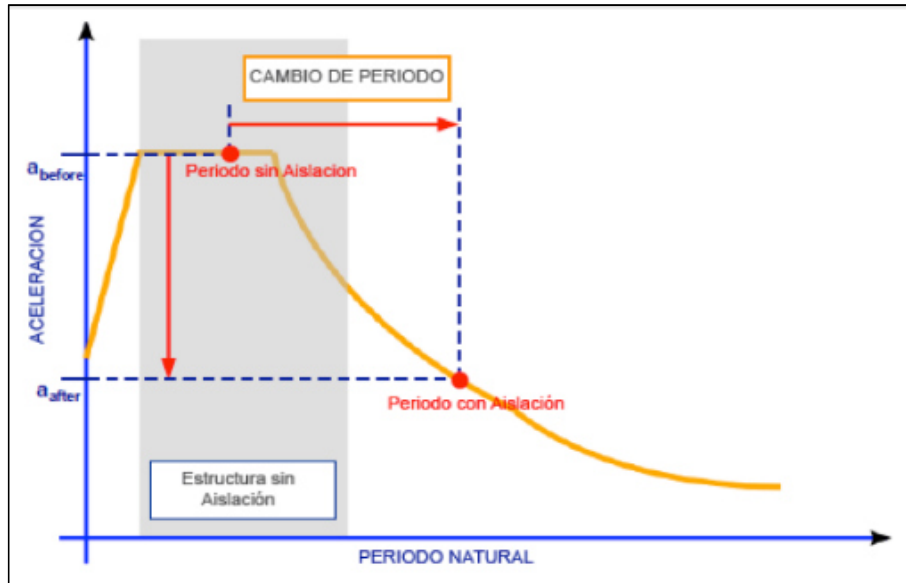


Imagen 9. Reducción de aceleración mediante aislamiento sísmica

Los Disipadores Sísmicos, actúan disipando grandes cantidades de energía, asegurando que otros elementos estructurales no sufran demandas excesivas que signifiquen daños. Pero la mejor forma de asegurar la estructura durante un sismo es combinar ambos sistemas de protección sísmica, proporcionándole a esta una mayor capacidad de amortiguación durante un evento sísmico y una mejor respuesta durante este. Cuando existe estructuras donde el uso de aisladores sísmicos no es recomendable (EJ: Suelos Blandos), sistemas de amortiguamiento con alta capacidad de disipación son la mejor alternativa de protección sísmica (Tecnoav, s.f.)

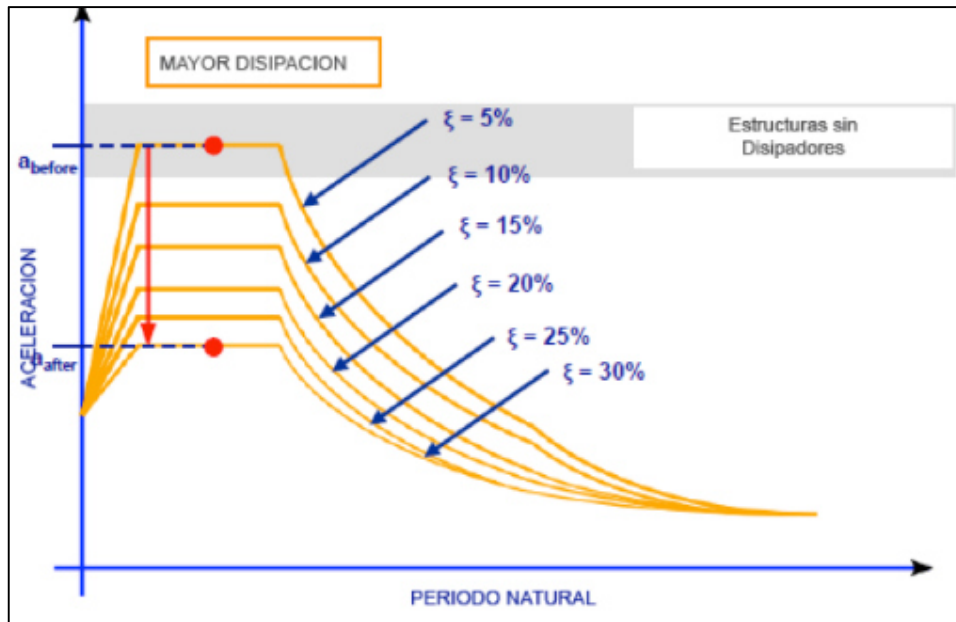


Imagen 10. Efecto de disipación de energía.

2.3.2. AISLAMIENTO EN LA BASE

El diseño de estructuras con aislación sísmica se fundamenta en el principio de separar la superestructura (componentes del edificio ubicados por sobre la interfaz de aislación) de los movimientos del suelo o de la subestructura, a través de elementos flexibles en la dirección horizontal, generalmente ubicados entre la estructura y su fundación o a nivel del cielo del subterráneo (subestructura). Sin embargo, existen casos donde se han colocado aisladores en pisos superiores. La incorporación de aisladores sísmicos permite reducir la rigidez del sistema estructural logrando que el período de vibración de la estructura aislada sea, aproximadamente, tres veces mayor al período de la estructura sin sistema de aislación.

El aislamiento sísmico es utilizado para la protección sísmica de diversos tipos de estructuras, tanto nuevas como estructuras existentes que requieren de refuerzo o rehabilitación. A diferencia de las técnicas convencionales de reforzamiento de estructuras, el aislamiento sísmico busca reducir los esfuerzos a niveles que puedan ser resistidos por la estructura existente. Debido a esto

último, la aislación sísmica de base es especialmente útil para la protección y refuerzo de edificios históricos y patrimoniales.

2.3.3. DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Los disipadores de energía, a diferencia de los aisladores sísmicos, no evitan que las fuerzas y movimientos sísmicos se transfieran desde el suelo a la estructura. Estos dispositivos son diseñados para disipar la energía entregada por sismos, fenómenos de viento fuerte u otras sollicitaciones de origen dinámico, protegiendo y reduciendo los daños en elementos estructurales y no estructurales. Estos dispositivos permiten aumentar el nivel de amortiguamiento de la estructura (...). Al igual que los sistemas de aislación sísmica de base, los dispositivos de disipación de energía, han sido ampliamente utilizados a nivel mundial en el diseño de estructuras nuevas y en el refuerzo de estructuras existentes. (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011, pág. 14)

Funcionan de mejor manera en edificios (mediana y alta altura), tanto para minimizar los efectos de los terremotos (sismos) como del viento (huracanes).

2.4. DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELÁSTICOS:

Uno de los mecanismos más eficientes para añadir capacidad de disipación de energía a una estructura es mediante el uso de disipadores de fluido viscoelásticos, este mecanismo disipa energía transfiriendo un fluido a través de un orificio, produciendo una presión de amortiguamiento.

Por muchos años, los disipadores de fluido viscoelásticos han sido utilizados en muchas aplicaciones, entre los que se encuentra el control de vibraciones en sistemas aeroespaciales y de defensa en los Estados Unidos, donde fue evaluado con éxito durante muchas décadas. Uno de los usos que ha sido bien documentado fue hecho por instituciones

militares para examinar su uso en cañones de alto calibre. Básicamente un amortiguador viscoso es comparable a los amortiguadores utilizados en los automóviles, con la diferencia que los utilizados en estructuras operan en un rango de fuerzas mucho mayor y son construidos en acero inoxidable y otros materiales extremadamente duraderos los cuales tienen una duración de por lo menos 40 años. (Arroyo, 2004, pág. 1)

2.4.1. COMPORTAMIENTO HISTERÉTICO

La Imagen 11 muestra un ciclo de histéresis de un amortiguador con un comportamiento viscoso lineal y no lineal. El ciclo muestra una elipse perfecta para el primer caso ($\alpha = 1$).

Cuando la estructura alcanza su máximo desplazamiento, su velocidad es cero; por lo tanto, la fuerza en el disipador también será cero y cuando el desplazamiento de la estructura sea mínimo, la fuerza en el disipador será máxima.

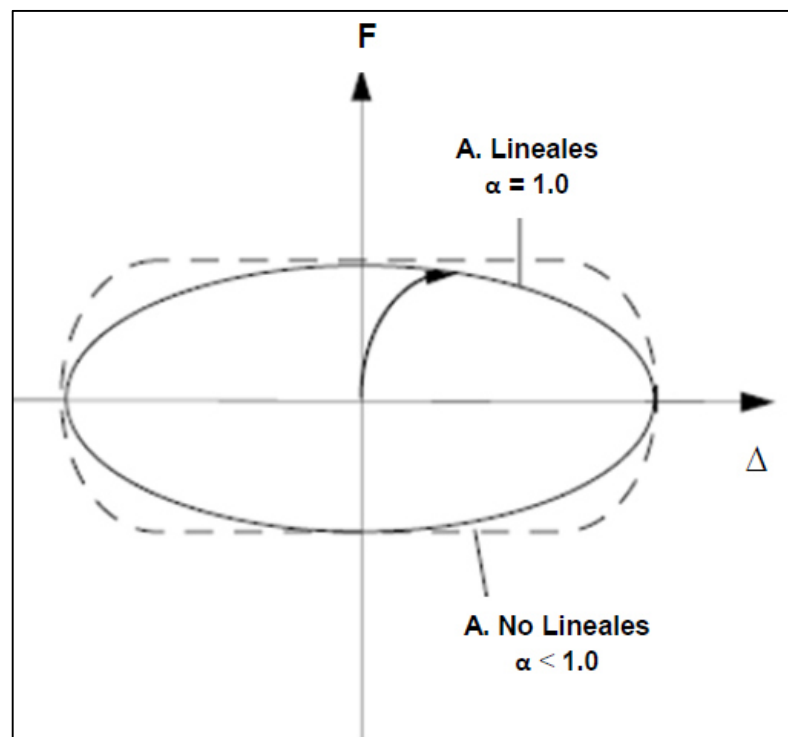


Imagen 11. Relación fuerza - desplazamiento del disipador de fluido viscoelástico. (Chen Franklin. Smart Structures)

2.4.2. MODELO MECÁNICO DEL DISIPADOR

La relación de esfuerzo y velocidad de deformación de un fluido Newtoniano tiene la misma forma que la relación fuerza y velocidad de desplazamiento de un amortiguador, donde el amortiguador en una posición suelta mueve un cilindro que contiene un fluido newtoniano, como lo representa el diagrama de Maxwell en la Imagen 12.

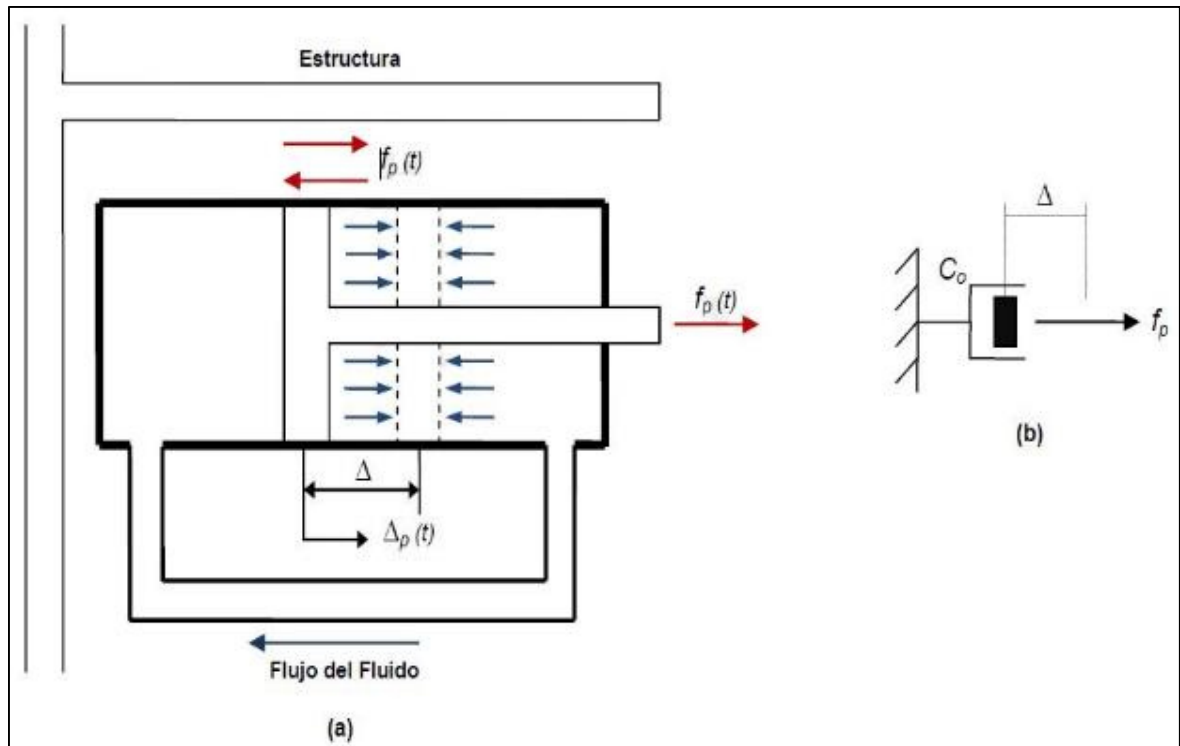


Imagen 12. (a) Esquema de un disipador de fluido viscoelásticos, (b) Diagrama de Maxwell (Chen Franklin. Smart Structures).

Durante la vibración de la estructura, la diferencia de presiones entre cada lado de la cabeza del pistón resulta en la fuerza de amortiguamiento, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$F = C \cdot \Delta^\alpha$$

La fuerza es una función de Δ (velocidad relativa entre dos extremos del disipador), la constante de amortiguamiento C (que

depende de la frecuencia, temperatura y la amplitud del movimiento) y un exponente de velocidad α

Los amortiguadores con α igual a uno tienen un comportamiento lineal y representan la forma más simple de disipación de energía; sin embargo, los disipadores más usados son los no lineales con α menor a uno. La Imagen 13 muestra el comportamiento de ambos tipos de amortiguadores.

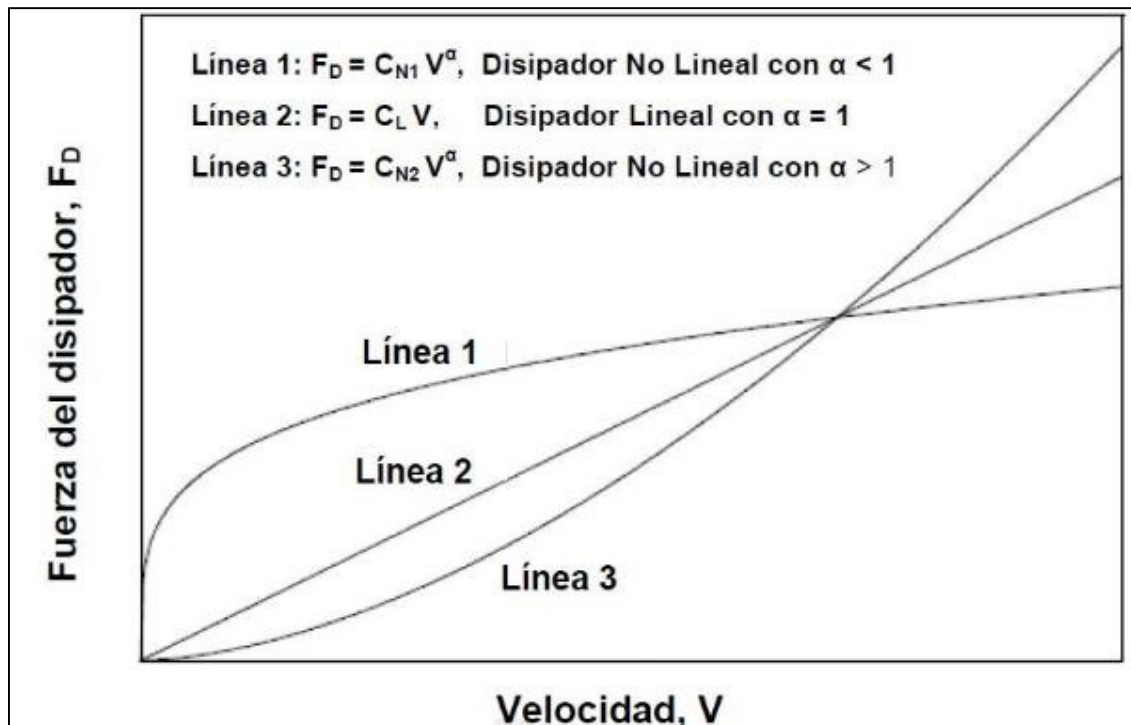


Imagen 13. Relaciones fuerza - velocidad de disipadores viscosos (Jenn – Shin Hwang. *Seismic Design of Structures with Viscous Dampers*).

Para una pequeña velocidad relativa, el amortiguador con α menor a uno es el más efectivo minimizando choques de alta velocidad, por lo que provee una fuerza de amortiguamiento mayor que los otros tipos de amortiguadores.

2.4.3. MODELO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO

a) Representación Física Del Sistema De Amortiguamiento

Para este modelo de un grado de libertad se consideran las disposiciones Chevron y Diagonal tal como se ilustra en la Imagen 14 (extraída de "Smart Structures Innovative Systems for Seismic Response Control" - 2008).

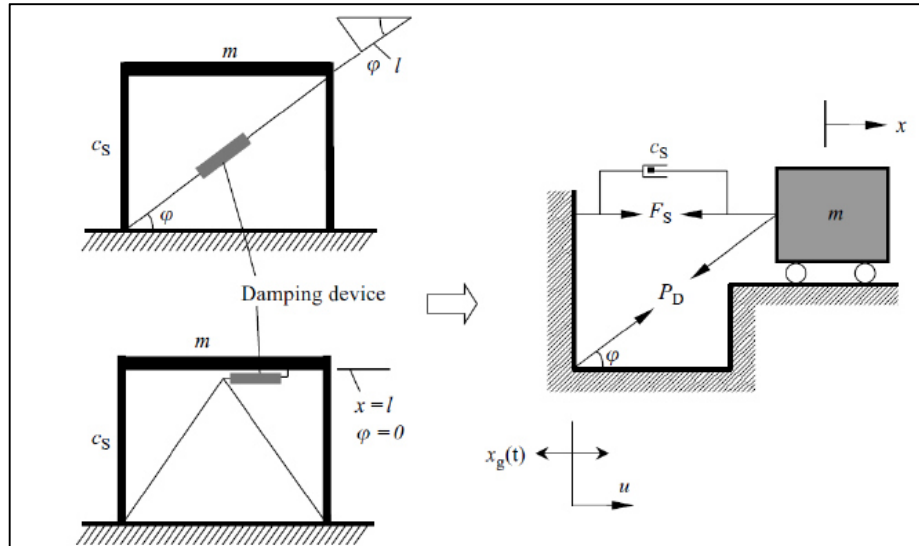


Imagen 14. "Modelo dinámico del sistema de amortiguamiento de un sólo grado de libertad (Disposición Diagonal y Chevron)"

La rigidez axial del sistema viene gobernada por la rigidez del elemento que contiene el disipador, llamado brazo metálico. La rigidez de este brazo es mucho mayor que la del dispositivo de amortiguamiento. Por esa razón, los brazos pueden ser asumidos como elementos infinitamente rígidos.

Esta suposición y las condiciones de equilibrio nos permiten definir la ecuación dinámica de la estructura con un sistema de amortiguación de un solo grado de libertad.

$$m\ddot{x} + C_S\dot{x} + D + Q = -m\ddot{x}_g \quad \text{ó}$$

$$m\ddot{x} + C_S\dot{x} + P \cos \varphi + Q = -m\ddot{x}_g \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

m : Masa de la estructura, concentrada a nivel del techo.

C_s : Coeficiente de amortiguamiento.

Q : Expresión general que considera el comportamiento no lineal de la Fuerza estructural

P : Fuerza definida a lo largo del movimiento del sistema de disipación.

D : Componente horizontal de la fuerza.

φ : Ángulo que depende de la configuración del sistema de disipación y sus refuerzos.

$x(t)$: Desplazamiento de entrepiso

$\ddot{x} + \ddot{x}_g$: Aceleración estructural y aceleración del suelo

Esta ecuación representa de manera general el comportamiento de una estructura con dispositivos de amortiguamiento sometida a una fuerza sísmica.

Finalmente cabe destacar que la expresión que representa la fuerza en el dispositivo de amortiguamiento (P) es única para cada tipo de disipador; debido a que cada uno presenta propiedades y características distintas.

b) Modelo de un Amortiguador individual

La manera más sencilla de representar un amortiguador individual en la estructura es mediante el modelo Maxwell. Se considera un resorte lineal (Driver) en serie con un amortiguador puramente viscoso (Damper). La Imagen 15 presenta el modelo Maxwell.

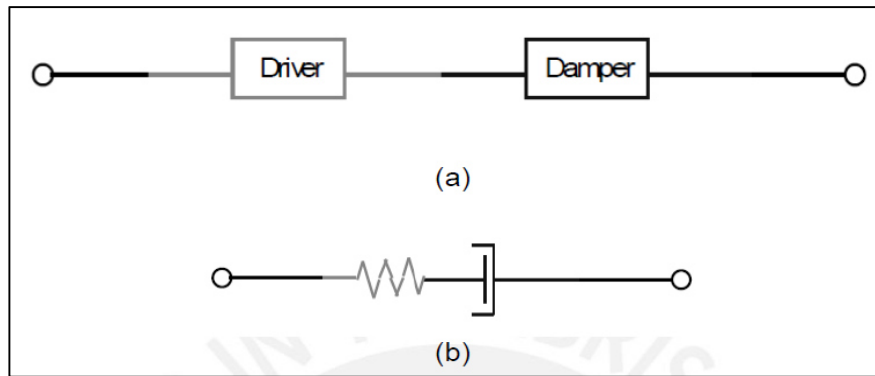


Imagen 15. Diagrama de bloques (a) y Representación Matemática (b) del modelo de Maxwell

La expresión que representa la relación fuerza-desplazamiento con la velocidad del modelo Maxwell es:

$$F = K_D u = C [\text{sgn}(v)] v^\alpha \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

F: Fuerza en el amortiguador.

K_D : Rigidez elástica del resorte.

C: Coeficiente de velocidad del amortiguador.

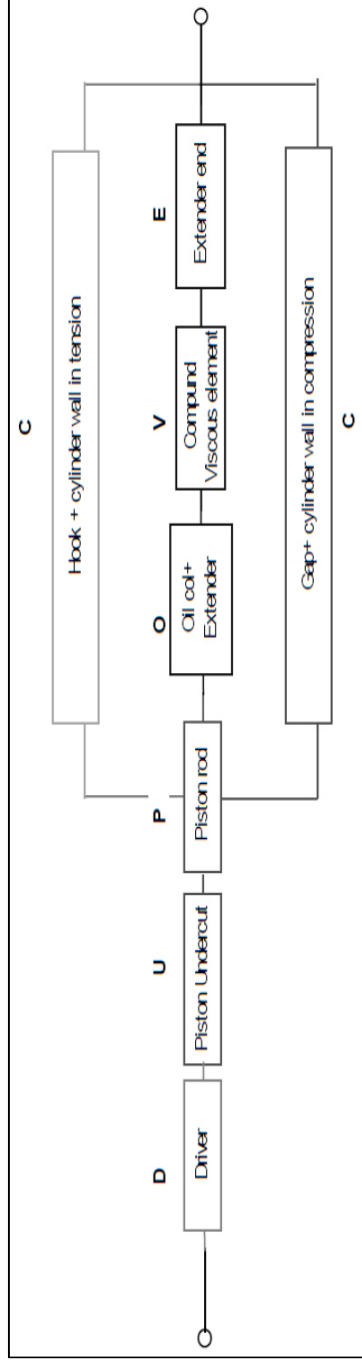
α : Exponente de velocidad.

u : Deformación axial.

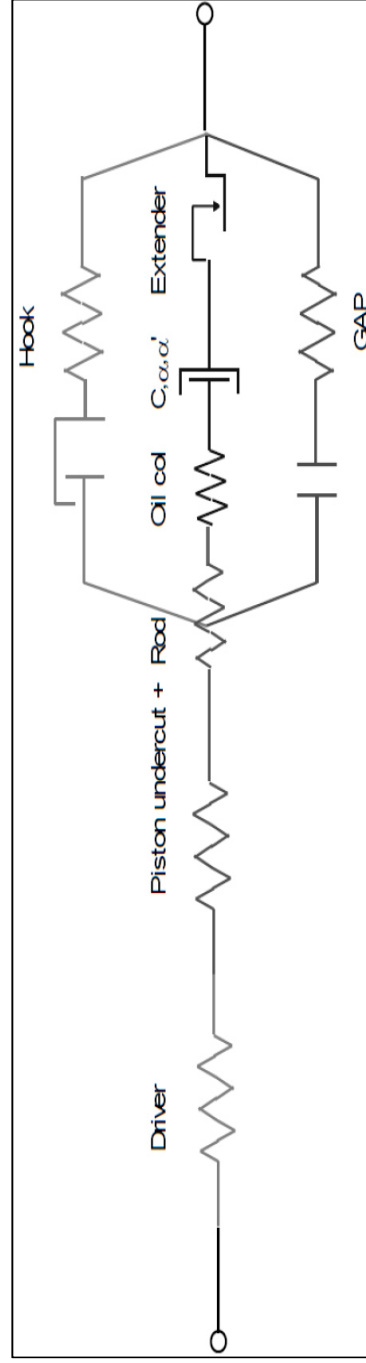
$[\text{sgn}(v)]$: Función signo.

v : Velocidad axial.

Debe tenerse en cuenta que esta representación no considera ningún estado límite de fuerza o desplazamiento ante un sismo de alta magnitud. En el Instituto Tecnológico de Tokio (H. Kit Miyamoto) se realizaron investigaciones con el objetivo de encontrar un modelo que considere todo tipo de estado crítico del sistema disipadores de fluido viscoelásticos. Con este modelo se estimaría un nivel de riesgo más real. La Imagen 16 muestra el modelo matemático resultante de estas investigaciones. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 28)



(a)



(b)

Imagen 16. Diagrama de bloques (a) y Representación Matemática (b) detallada del modelo del dispositivo de amortiguamiento viscoelástico

En el software de cálculo estructural ETABS v16.0.0, el modelo del disipador es del tipo Maxwell. Así, el amortiguador puede modelarse como elemento tipo “Link”, para después asignarle propiedades “Damper” del tipo lineal o no lineal.

2.4.4. ECUACIÓN GENERAL:

La ecuación simplificada de estos dispositivos es la siguiente:

$$F = CV^\alpha \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

F: Fuerza en el disipador.

C: Constante de Amortiguamiento.

V: Velocidad relativa en el amortiguador.

α : Coeficiente que varía entre 0.4 y 0.6 para edificaciones.

a) Coeficiente de amortiguamiento “C”

Es la constante de amortiguamiento del dispositivo, asumiendo dispositivos iguales en todos los niveles y empleando el modo fundamental de cada dirección; y está relacionado a las propiedades del fluido inmerso dentro del dispositivo. Debe ser definido por el proyectista de acuerdo al amortiguamiento objetivo.

Su cálculo parte de una estimación que depende directamente del tipo de disipador utilizado (lineal o no lineal) y del amortiguamiento objetivo. A continuación, se exponen dichas expresiones:

- **CASO LINEAL $\alpha = 1$**

Un valor inicial estimado del coeficiente de amortiguamiento “C” para dispositivos lineales puede obtenerse con la siguiente ecuación:

$$\xi_{eff} = \xi_o + \xi_d = \xi_o + \frac{T \sum j C_j \phi_{rj}^2 (\cos \theta_j)^2}{4\pi \sum i m_i (\phi_i)^2} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

ξ_{eff} : Amortiguamiento total efectivo del sistema.

ξ_o : Amortiguamiento propio del sistema sin disipadores.

ξ_d : Amortiguamiento Viscoso Objetivo debido a los amortiguadores.

T : Período de la estructura.

C_j : Coeficiente de amortiguamiento del piso j.

ϕ_i : Desplazamiento del modo fundamental en el piso i.

ϕ_{rj} : Desplazamiento Relativo horizontal del disipador del piso j correspondiente a la forma del modo de vibración fundamental en la dirección de análisis.

θ_j : Ángulo de inclinación del disipador en el piso j.

m_i : Masa del piso i.

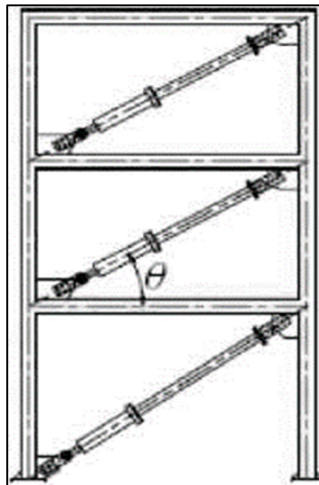


Imagen 17. Pórtico con disipador de fluido viscoelástico.

Esta fórmula considera un coeficiente de amortiguamiento constante para todos los dispositivos. Sin embargo, se conoce experimentalmente que la eficiencia de los amortiguadores en los pisos superiores es menor que la que

se presenta en los niveles inferiores debido a la importancia de los primeros modos.

- **CASO NO LINEAL $\alpha < 1$**

Un valor inicial estimado del coeficiente de amortiguamiento "C" para dispositivos no lineales puede obtenerse con la siguiente ecuación:

$$\xi_{eff} = \xi_o + \xi_d = \xi_o + \frac{T \sum j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} (\cos \theta_j)^{1+\alpha}}{2\pi A^{1-\alpha} W^{2-\alpha} \sum i m_i (\phi_i)^2} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

λ : Valores tabulados en el FEMA 273 a partir de la siguiente ecuación:

$$\lambda = 2^{2+\alpha} \frac{\Gamma^2\left(1+\frac{\alpha}{2}\right)}{\Gamma(2+\alpha)} \quad \text{Ecuación 7}$$

Γ : Función gamma. (Jen)

A : Amplitud del desplazamiento del modo fundamental de la estructura.

ω : Frecuencia angular fundamental de la estructura ($\omega = 2\pi f$).

α : Exponente de velocidad.

El rango del valor de C dependerá de las condiciones de la estructura tales como: periodo, regularidad, número de niveles y otros.

b) Exponente de Velocidad " α "

El exponente de velocidad " α " describe el comportamiento histerético de los disipadores; en otras palabras, propone la disposición de los lazos histeréticos. Este exponente define la reacción del dispositivo ante los impactos de velocidad.

Para el caso de edificaciones se recomienda el uso de $\alpha < 1$, típico de un disipador no lineal. Cuando el amortiguador cumple esta condición, logra minimizar golpes de velocidades con una baja fuerza en el amortiguador.

Para amortiguadores lineales el valor de α es igual a 1. En estos dispositivos la fuerza es proporcional a la velocidad relativa, esto provoca un comportamiento fuera de fase:

“Fuerza máxima en la estructura” → “Fuerza mínima en el disipador”.

Los amortiguadores con α mayor 1 no son comúnmente utilizados en edificaciones porque se necesitan grandes velocidades para incrementar significativamente la fuerza en el amortiguador.

La Imagen 18 ilustra el comportamiento en el amortiguador al variar el valor de α . Demuestra la eficiencia de los amortiguadores no-lineales para aminorar altos shocks de velocidad en comparación con los amortiguadores lineales. Para bajas velocidades relativas, los amortiguadores no lineales reaccionan con una mayor fuerza de amortiguamiento.

Según los especialistas de MIYAMOTO INTERNATIONAL se recomienda utilizar valores de α entre 0.4 y 0.6 para estructuras comunes.

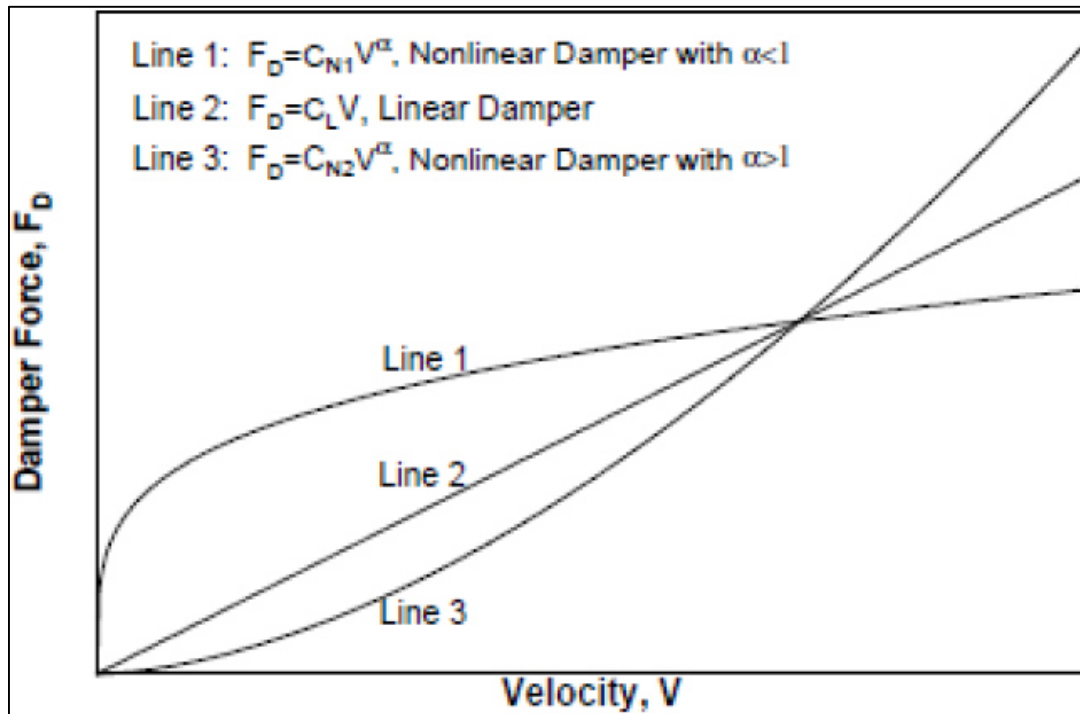


Imagen 18. Fuerza por amortiguamiento vs Velocidad (extraído de “Seismic Design of Structures with Viscous Dampers_Jenn-Shin Hwang”).

2.4.4.1. RIGIDEZ DEL DISPOSITIVO “K” (RIGIDEZ DEL BRAZO METÁLICO)

La rigidez del dispositivo es la rigidez del brazo metálico que lo conecta a la estructura principal. Para la rigidez en el caso lineal, considerar el valor de cero. La rigidez axial para el caso no lineal será el valor AE/L , correspondiente al perfil metálico donde se montará el disipador.

Esto debido a que la rigidez axial del dispositivo es mucho menor a la del brazo, cuyo valor se determina con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{EA}{L} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

E: Coeficiente de Elasticidad del Acero.

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

Es muy común utilizar perfiles HSS o tipo PIPE por razones de estética y por su facilidad de instalación.

En el proceso de diseño del brazo metálico se deben validar las siguientes expresiones:

$$\phi T_n = \phi F_y A_g < T_u \text{ (Tensión)} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

T_n : Tensión nominal.

ϕ : Factor de reducción (0.9).

A_g : Área bruta de la sección del brazo metálico.

T_u : Tensión última obtenida a partir de las fuerzas en el disipador.

$$\phi P_n = \phi F_{cr} A_g < P_u \text{ (Compresión)} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

P_n : Compresión nominal.

P_u : Compresión última obtenida a partir de las fuerzas en el disipador.

2.4.4.2. COMPORTAMIENTO FUERZA DESPLAZAMIENTO

A continuación, se expone la relación fuerza-desplazamiento para el sistema de disipadores de fluido viscoelásticos extraída del documento "Probabilistic Seismic Risk Identification of steel Buildings with Viscous Dampers":

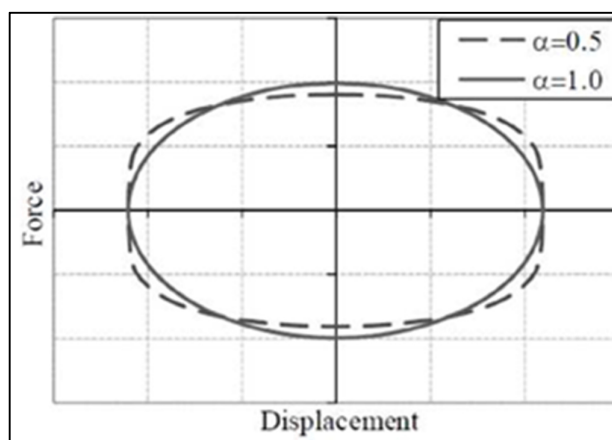


Imagen 19. Relación Fuerza - Desplazamiento para exponentes de velocidad de 1 y 0.5.

La curva que describe el comportamiento Histerético de un disipador de fluido viscoelástico es generalmente de geometría elíptica, alcanzando los valores máximos de fuerza para desplazamientos nulos.

2.4.4.3. COMPONENTES DE UN DISIPADOR DE FLUIDO VISCOELASTICOS (DFV).

El disipador de fluido viscoelástico, que actúa como un dispositivo disipador de energía en las estructuras, consiste básicamente en un cilindro de acero inoxidable de alta resistencia, el cual contiene un fluido de alta viscosidad, resistente al fuego (no inflamable y no combustible), estable a los cambios de temperatura y a largos periodos de tiempo. En la actualidad, los únicos fluidos que poseen todas estas características son los que pertenecen a la familia de las siliconas (Taylor, 2004).

El cilindro en su interior posee un pistón (también de acero de alta resistencia e inoxidable), que se compone de una vara que en su borde interior tiene una cabeza (“cabeza del pistón”) con orificios. La cabeza del pistón divide el interior

del cilindro en dos cavidades llamadas “cámaras”. Cuando existe un desplazamiento del pistón a altas velocidades dentro del cilindro debido a una excitación, este provoca el paso de fluido de una cámara a otra, lo que produce una presión diferencial y esta a su vez origina la fuerza de amortiguamiento.

Además, el cilindro en su interior posee una tercera cámara, de “Acumulación”, que su principal función es permitir el desplazamiento de la vara del pistón, desde adentro hacia fuera del amortiguador durante la excitación y compensar la expansión y contracción térmica del fluido.

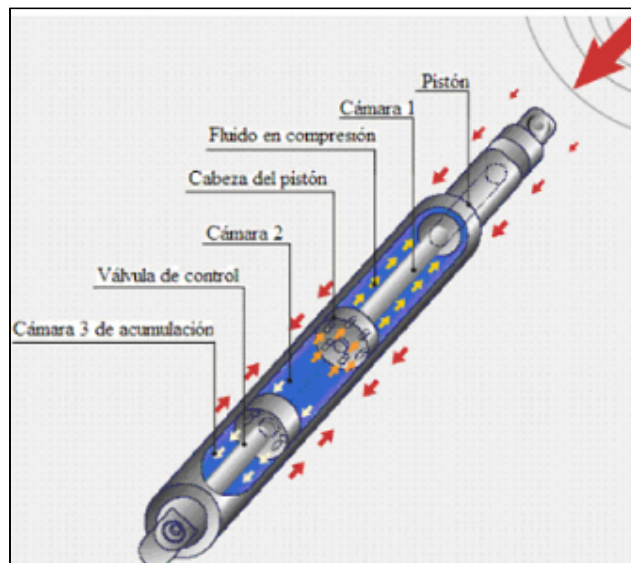


Imagen 20. Funcionamiento de un disipador de fluido viscoelástico - Fuente: Taylor, 2004

La actividad sísmica, presiona el pistón hacia el cilindro comprimiendo el fluido del interior hacia la cámara 2, luego este pasa de regreso de la cámara 1 a la cámara 2, a través de las perforaciones y se iguala la presión, que es la que provoca la fuerza de amortiguamiento. Estas perforaciones se gradúan en tamaño y cantidad, para proporcionar la respuesta deseada. Para prever un efecto de rebote, la

válvula de control libera parte del fluido a la cámara 3 de acumulación.

A continuación, se muestra un esquema de un amortiguador y descripción de sus partes principales:

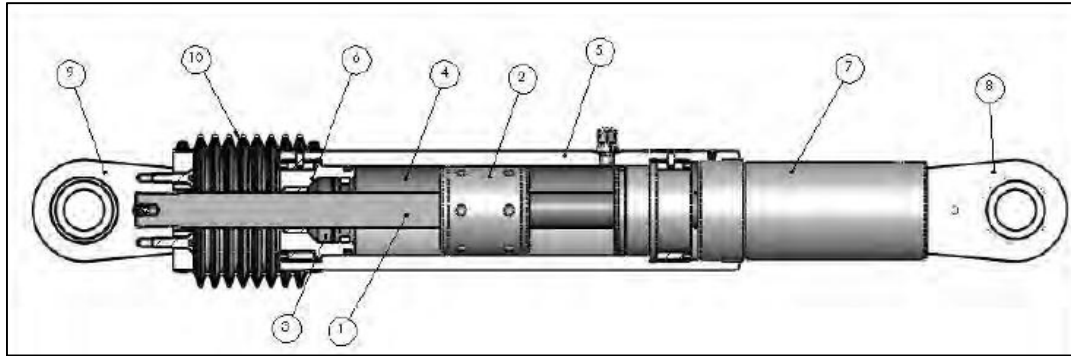


Imagen 21. "Esquema general de un Disipador de Energía TAYLOR DEVICES INC"

Donde:

- 1) Vástago de acero inoxidable.
- 2) Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce.
- 3) Sellos / rodamientos de sello, juntas dinámicas.
- 4) Fluido silicona incompresible.
- 5) Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas y/o pintura.
- 6) Tapa con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas y/o pintura.
- 7) Extender, acero al carbono forjado en aluminio con protección contra la corrosión.
- 8) Horquilla final con tratamiento térmico de aleaciones de acero con protección contra la corrosión.
- 9) Cojinete esférico forjado con aleación de acero de calidad aeronáutica.
- 10) Fuelle, nylon reforzado de inicio de neopreno.

2.4.4.4. CUADROS DE PROPIEDADES DE LOS DISPOSITIVOS.

En las imagenes 22 y 23 se definen las propiedades de estos dispositivos a partir de los cuadros provistos por el fabricante. Estos se exponen a continuación:

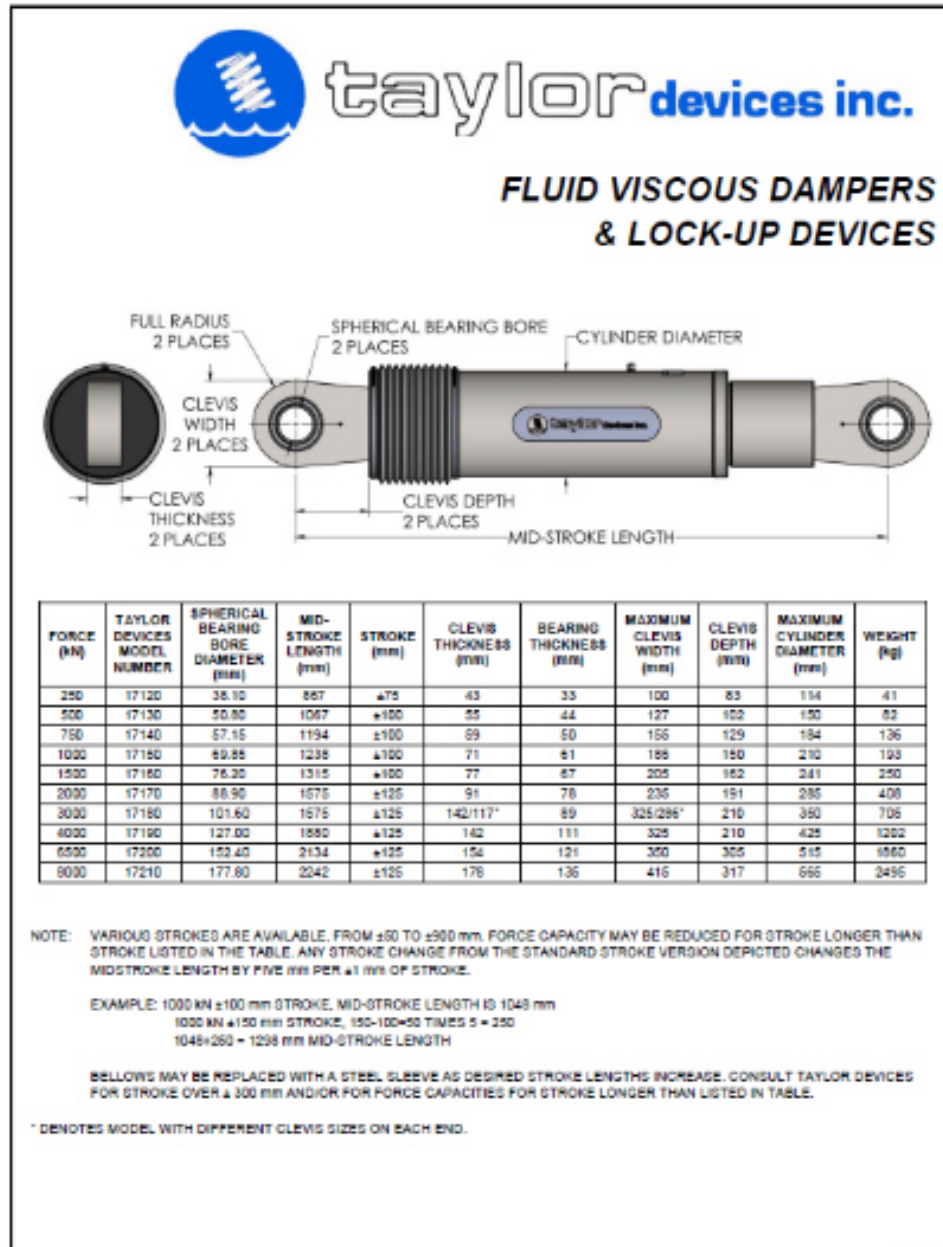
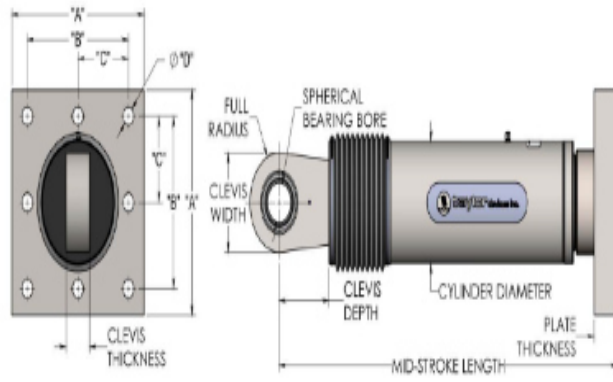


Imagen 22. Propiedades del Dispositivo TAYLOR DEVICES – Argollas



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES



NOTE:
 VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ±50 TO ±900 mm. FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MID-STROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

EX: 1000 N±100 mm STROKE, MID-STROKE LG. IS 1048mm
 1000 N±150 mm STROKE, 150-100=50, 50*5=250
 1048+250 = 1298 mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300 mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)	"A" (mm)	"B" (mm)	"C" (mm)	"D" (mm)	PLATE THICKNESS (mm)
250	17120	38.10	787	±75	43	100	83	33	114	44	178±3	127±25	†	20.6±.25	38±.78
500	17130	50.80	997	±100	55	127	102	44	150	98	282±3	203±25	†	31.8±.25	38±.78
750	17140	57.15	1016	±100	50	155	129	50	164	168	343±3	254±25	127±25	28.7±.25	61±.78
1000	17150	69.65	1048	±100	71	185	150	61	210	254	419±3	318±25	159±25	31.8±.25	76±1.5
1500	17160	76.20	1105	±100	77	205	162	67	241	306	432±3	330±25	165±25	34.9±.25	76±1.5
2000	17170	88.90	1346	±125	91	230	191	78	288	500	457±3	343±25	171.5±25	38.1±.25	102±1.5
3000	17180	101.60	1441	±125	117	290	203	89	350	800	508±3	408±25	203±25	41.4±.25	102±1.5
4000	17190	127.00	1645	±125	142	325	273	111	425	1088	**	**	**	**	**
6500	17200	152.40	1752	±125	154	350	305	121	515	1930	**	**	**	**	**
8000	17210	177.80	1867	±125	176	415	317	135	665	2625	**	**	**	**	**

† DEVOTES 4 HOLE PATTERN, MEANING NO CENTER HOLES.
 ** CONSULT FACTORY FOR DIMENSIONS.

REV 9-2015

Imagen 23. Propiedades del Dispositivo TAYLOR DEVICES” - Plancha Base

2.4.5. CRITERIOS DE UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN

La ubicación, disposición y número de amortiguadores en el edificio influyen significativamente en la efectividad del sistema de amortiguamiento. Diversas investigaciones en torno a ello han dado

como resultado recomendaciones generales de ubicación como la búsqueda de simetría.

En el caso de disipador de fluido viscoelástico, se sugiere ubicarlos inicialmente en las zonas de velocidades máximas y en los entresijos que experimentan mayor desplazamiento relativo. La ubicación óptima de los amortiguadores se logra mediante un proceso iterativo.

También es importante señalar que el uso del edificio y la arquitectura del mismo son factores que influyen significativamente en la ubicación de los amortiguadores. Por esa razón todos los profesionales envueltos en la construcción y diseño de la edificación deben llegar a un acuerdo en cuanto a la ubicación de los amortiguadores, de manera que cumpla con todos los requerimientos de diseño.

Entre los arreglos más comunes se presentan la disposición Chevron y la disposición Diagonal, ambos necesitan de un brazo metálico para conectarse con la estructura.

a) DISPOSICIÓN CHEVRON

La configuración Chevron se distingue por colocar el dispositivo de disipación de energía de forma horizontal, es decir paralelo al entresijo. A través de esta se puede lograr una eficiencia de 100%, es decir que se emplea toda la capacidad del disipador para restringir los desplazamientos de entresijo.

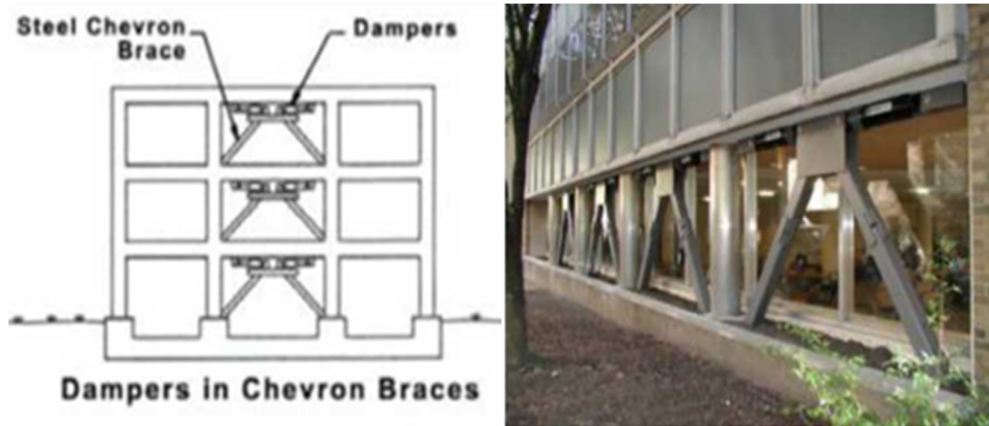


Imagen 24. Disposiciones en Chevron

b) DISPOSICIÓN DIAGONAL

En esta disposición se orienta el disipador de forma diagonal dentro del pórtico en que se encontrará y resulta ser la más económica, pues solo requiere tubos metálicos para su instalación. Por otro lado, este arreglo tiene la menor eficiencia ya que solamente la componente horizontal desarrollada por el amortiguador participa en la disipación de energía.

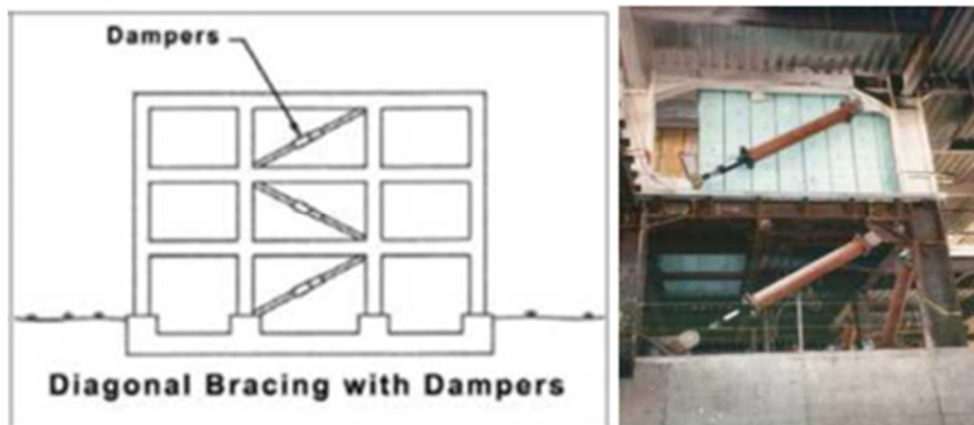


Imagen 25. Disposiciones en diagonal

c) CONFIGURACIÓN SCISSOR JACK

Este tipo de disposición tiene una eficiencia mayor al 100%; esto se debe a que su configuración incrementa el desplazamiento del pistón para una deriva de entrepiso dada.

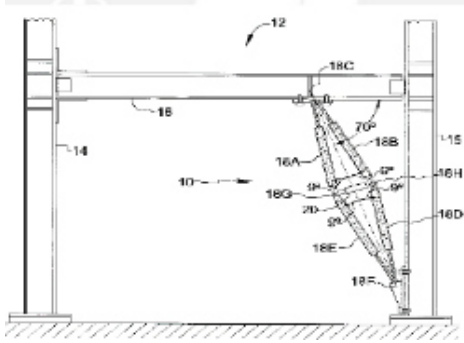


Imagen 26. Disposición Scissor Jack

2.4.6. FABRICANTES

El principal fabricante de estos dispositivos es la marca TAYLOR DEVICES INC, de origen estadounidense y líder mundial desde 1954 en la producción de elementos de absorción de shocks por medio de la compresión y control de fluidos que permiten la disipación de energía. La empresa desarrolló y patentó conceptos tales como el control del fluido a través de orificios, la compresión dinámica de fluidos, los amortiguadores auto ajustables y el resorte líquido desarrollando productos para el sector comercial, militar e industrial.

La principal ventaja de los dispositivos Taylor es que no requieren de ningún mantenimiento antes, durante o después de haber sido sometidos a solicitaciones de carga.

Los amortiguadores Taylor se encuentran presente en más de 400 proyectos a nivel mundial en estructuras nuevas y reforzadas. En estructuras importantes y de valor económico e histórico, ya sea por la estructura en sí o por su contenido, el uso de un sistema de amortiguamiento tiene por lo general una baja incidencia económica relativa.

En el Perú, la marca Taylor es representada por la empresa CDV Representaciones, empresa comercializadora de productos especializados para la construcción y la industria.

El precio unitario por dispositivo es de rango variable, pero puede aproximarse inicialmente a US\$ 8000.00, dependiendo de la fuerza de diseño del dispositivo y las propiedades impuestas por el proyectista. Asimismo, debe considerarse el costo de los elementos metálicos involucrados en la conexión. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 43)

2.5. HIPÓTESIS:

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los resultados del análisis del reforzamiento de las edificaciones de concreto armado, con disipadores de fluido viscoelásticos, disminuyen las derivas máxima.

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:

- a) El nivel de desempeño de las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos, es evitar se presenta fisuramiento en sus elementos estructurales.
- b) La norma mas eficiente es la ASCE/SEI 7-10 para las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.
- c) Los beneficios al emplear los disipadores de fluidos viscoelásticos, ya no necesitan reparaciones de los elementos estructuras ya que lo mantienen a la estructura en el rango elástico.

2.6. VARIABLES:

2.6.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

2.6.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X):

Disipadores de Fluido viscoelásticos

2.6.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y):

Derivas máximas.

2.6.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	Disipadores de Fluido viscoelásticos	Los disipadores tienen como función, como su nombre lo expresa, disipar las acumulaciones de energía asegurándose que otros elementos de la estructura no sean sobre exigidos, lo que podría provocar daños severos a la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Amortiguamiento Sísmico • Coeficiente de viscosidad del fluido. • Capacidad del Disipadores. 	Diseño del Disipador de Fluido viscoelásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Amortiguamiento = %. • $\mu = \text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ • P = ton.
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	Derivas máximas	Representa una condición límite o tolerable establecida en función de los posibles daños posibles de la edificación, la amenaza sobre la seguridad de los ocupantes de la edificación incluidos por estos daños y la funcionalidad de la después del sismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Deriva de entrepiso • Nivel de daño estructural 	Reforzamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamientos de entrepiso = m.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION:

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método general de investigación es el Científico, como métodos específicos se empleo el analítico - sintético, inductivo – deductivo y con un enfoque cuantitativo.

3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigacion es aplicada por la determinacion de las variables propuestas, en el objetivo general y especifico.

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es Descriptivo - Explicativo, porque se relaciona con las variables independientes y dependientes.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es No Experimental.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA:

3.5.1. POBLACIÓN

La población está conformada por las edificaciones de concreto armado mayores a 8 pisos construidos en ciudad de Huancayo.

3.5.2. MUESTRA

El tipo de muestreo es el no aleatorio o dirigido, se eligió dos edificaciones de concreto armado: Edificación 1 de 10 pisos ubicada en la Cooperativa el Centenario, y la edificación 2 de 10 pisos ubicada en la intersección de la Av. Centenario y el Pasaje San Antonio en el distrito de Huancayo.

3.6. ANÁLISIS Y DISEÑO UTILIZANDO DISIPADORES SÍSMICOS VISCOELÁSTICOS DEL TIPO FLUIDO VISCOSO

a) Objetivos De Desempeño

Para seleccionar estos objetivos es necesario tomar en consideración algunos factores como la importancia de las funciones que ocurren dentro del edificio, consideraciones económicas como el costo de interrupción de las actividades, así como costos de reparación.

b) Niveles de Desempeño

Los niveles de desempeño pueden ser cuantificados en términos de cantidad de daño directo a la estructura y al impacto indirecto posterior sobre las actividades en el edificio.

c) Sismos de Diseño

Los movimientos sísmicos de diseño son expresados por el comité VISION 2000 en términos de un intervalo de recurrencia medio o de una probabilidad de excedencia, agrupa las estructuras en tres grandes grupos de acuerdo a su grado de importancia durante y después del sismo, así, para un sismo raro, el nivel de desempeño mínimo es el de Seguridad.

d) Relación Desempeño-Deriva

Se ha demostrado que el daño en un edificio es función principal del desplazamiento en vez de función de la fuerza. Así se observa que cuando la estructura ingresa al rango inelástico, el aumento de daño se debe al aumento de desplazamientos aun cuando la fuerza que actúa en ella se mantenga constante.

e) Deriva Objetivo

La relación existente entre Daño y Deriva en edificios ha sido estudiada y cuantificada por el FEMA Mitigation Division del gobierno estadounidense en su documento Multihazard Loss Estimation Methodology HAZUS. Este documento presenta los estados de daño y sus correspondientes derivas características de diversos sistemas estructurales.

f) Amortiguamiento Objetivo

Si la deriva máxima obtenida del análisis del edificio sin disipadores es mayor que la deriva objetivo, entonces se determina el cociente B , este es el factor de reducción de respuesta para llegar a la deriva objetivo. Con este factor B podemos determinar el amortiguamiento efectivo necesario β_{eff} que desarrollará la estructura para alcanzar la deriva objetivo mediante la fórmula de Newmark.

g) Ubicación y Disposición de los Amortiguadores

Se recomienda ubicar los dispositivos en los pórticos extremos y estos deberán ser constantes en toda la altura. La cantidad de dispositivos dispuestos en la dirección "X" e "Y" deberá ser semejante y su ubicación, se recomienda, deberá ser simétrica en planta. Además, se siguen los criterios descritos en el acápite 2.4.5.

3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACION:

a) Análisis Estructural del Edificio sin el sistema de protección sísmica para el sismo máximo de diseño.

- Definir el sismo de diseño. Para el caso de la Norma Peruana corresponde a un evento de 500 años de periodo de retorno.
- Analizar el edificio usando procedimientos de Análisis Espectral.
- Como resultado del estudio se obtendrá la deriva máxima de entrepiso en cada dirección (D_{max})

b) Elección del desempeño deseado y la deriva objetivo

- Definir el desempeño deseado ante el sismo de diseño. (Comité Vision 2000, SEAOC). El desempeño depende de la importancia del edificio.
- Elegir la deriva objetivo. Según las características del sistema estructural y el objetivo de desempeño (Manual Técnico HAZUS, FEMA) se fija la deriva objetivo (D_{obj})

c) Amortiguamiento Efectivo del Sistema de Protección.

- Determinar el factor de reducción de deriva que el sistema de disipación debe lograr como $B = D_{max}/D_{obj}$
- En función del factor de reducción se estima el amortiguamiento efectivo como:

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln 5}{2.31 - 0.41 \ln \beta_{efectivo}} = \frac{1.65}{2.31 - 0.41 \ln \beta_{efectivo}}$$

d) Proponer una disposición de los dispositivos.

- Ubicar los disipadores en coordinación con la arquitectura.
- Se debe tratar de ubicar los dispositivos en el perímetro del edificio, guardando criterios de simetría.
- Anotar los ángulos de inclinación de los instrumentos.

e) Predimensionamiento de los instrumentos para cada dirección.

- Definir un valor de alfa.
- Obtener el valor preliminar de C asumiendo dispositivos iguales en todos los niveles y empleando el modo fundamental de cada dirección para el Caso Lineal (Ecuación 5) y Caso No Lineal (Ecuación 6)

f) Incorporar los disipadores en el modelo de computación

- Empleando elementos link unidimensionales, se definen los disipadores como elementos tipo Damper asignándole los valores de C y alfa obtenidos del predimensionamiento.
- La rigidez axial para el caso no lineal será el valor AE/L , correspondiente al perfil metálico donde se montará el disipador.
- Para la rigidez en el caso lineal, considerar el valor de cero.

g) Verificación del amortiguamiento efectivo

- Dejando a la estructura en vibración libre puede estimarse el amortiguamiento efectivo obtenido con el sistema de disipación.

h) Cálculo de la respuesta del edificio protegido con disipadores

- Seleccionar registros representativos del terremoto de diseño y las condiciones del suelo.
- Calcular la respuesta en el tiempo del edificio protegido.
- Identificación de la deriva máxima para el conjunto de acelerogramas ($D_{m\acute{a}x}$).

i) **Determinar la reducción en la respuesta estructural lograda por los amortiguadores**

- Calcular el menor factor de reducción entre todas las señales.

j) **Obtener el espectro de diseño reducido**

- Con el menor valor del factor de reducción, construir el espectro de diseño.

3.8. MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO:

El modelo del sistema estructural será del tipo lineal considerando secciones fisuradas en vigas y columnas; mientras que los dispositivos de amortiguación corresponderán a elementos no lineales.

En cuanto a los dispositivos de amortiguación, la Imagen 27 muestra la manera de introducir las propiedades expuestas en el acápite 3.6. en el software de cálculo ETABS v16.0.0.

Una vez definido el elemento se procede con la ubicación y disposición de los dispositivos según el acápite 2.4.5.

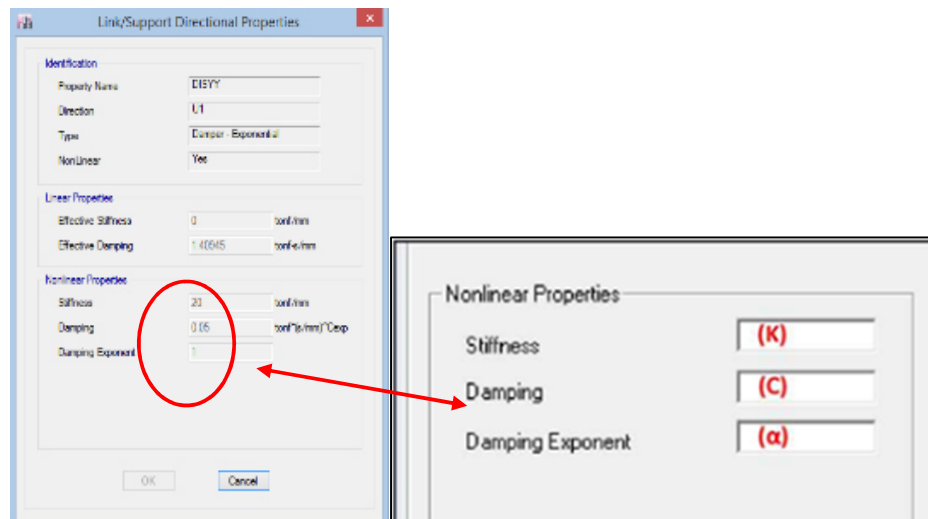


Imagen 27. Propiedades del dispositivo en el software ETABS.

- Definir el sismo de diseño. Para el caso de la Norma Peruana corresponde a un evento de 500 años de periodo de retorno.

- Analizar el edificio usando procedimientos de Análisis Espectral.
- Como resultado del estudio se obtendrá la deriva máxima de entrepiso en cada dirección (Dmax).

3.8.1. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO

Se procede a la elección de los objetivos de desempeño sísmico. Estos objetivos corresponden a expresiones de acoplamiento entre los niveles de desempeño deseados y el nivel de movimiento sísmico esperado. “Para seleccionar estos objetivos es necesario tomar en consideración algunos factores como la importancia de las funciones que ocurren dentro del edificio, consideraciones económicas como el costo de interrupción de las actividades, así como costos de reparación”. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 46)

3.8.2. NIVELES DE DESEMPEÑO

Los niveles de desempeño pueden ser cuantificados en términos de cantidad de daño directo a la estructura y al impacto indirecto posterior sobre las actividades en el edificio. A continuación, se presenta una descripción detallada de los 4 niveles de desempeño establecidos por uno de los trabajos más completos realizados hasta el momento: el del comité VISION 2000 del SEAOC.

a) Totalmente Operacional

Es un nivel en el que prácticamente no ocurren daños. El edificio permanece estable y seguro para sus ocupantes. No se requieren reparaciones.

b) Operacional

Se presentan daños estructurales leves y daños moderados en el contenido de la edificación y algunos elementos no estructurales. En realidad, el daño es limitado y el edificio puede ser ocupado inmediatamente después del evento

sísmico. Los daños no estructurales pueden limitar parcialmente el funcionamiento normal de la edificación.

c) Seguridad

A este nivel, ocurren daños moderados en los elementos estructurales y en el contenido de la edificación. La rigidez lateral es reducida posiblemente en un gran porcentaje, sin embargo, aún existe un margen de seguridad frente al colapso. Los daños pueden resultar en una interrupción de las actividades en el edificio. Se requiere rehabilitación siempre en cuando sea viable y justificable desde el punto de vista económico.

d) Próximo al Colapso

La estructura se acerca al colapso debido a la gran degradación de la rigidez lateral y disminución significativa de la estabilidad. Bajo estas condiciones la edificación es insegura y el costo de rehabilitación puede ser injustificable desde el punto de vista económico.

3.8.3. SISMOS DE DISEÑO

Los movimientos sísmicos de diseño son expresados por el comité VISION 2000 en términos de un intervalo de recurrencia medio o de una probabilidad de excedencia. El Cuadro 1 muestra los intervalos de ocurrencia y la probabilidad de excedencia para cada uno de los movimientos sísmicos de diseño considerados por el comité VISION 2000.

Cuadro 1. Movimientos Sísmicos de Diseño (SEAOC Vision 2000 Committee, 1995).

Movimiento Sísmico de Diseño	Periodo de Retorno (años)	Probabilidad de excedencia - aceleración máxima esperada
Frecuente	43	50% en 30 años
Ocasional	72	50% en 50 años
Raro	475	10% en 50 años
Muy raro	950	10% en 100 años

El comité VISION 2000 agrupa las estructuras en tres grandes grupos de acuerdo a su grado de importancia durante y después del sismo:

- a) Estructuras Críticas: Aquellas que contienen materiales peligrosos que podrían resultar en una amenaza inaceptable para un amplio sector de la comunidad.
- b) Estructuras Esenciales: Aquellas encargadas de todas las operaciones post-terremoto como hospitales, estaciones de bomberas, estaciones de policía, etc.
- c) Estructuras Básicas: Aquellas estructuras no consideradas en los grupos anteriores.

El Cuadro 2 muestra la matriz propuesta por el comité VISION 2000 para definir los objetivos de desempeño. Los números representan los tres tipos de estructuras considerados. El Cuadro 3 da a conocer la definición de los objetivos de desempeño para estructuras básicas. Así, para un sismo raro, el nivel de desempeño mínimo es el de Seguridad.

Cuadro 2. Objetivos de desempeño sísmico recomendado para estructuras (SEAOC Vision 2000 Committee, 1995).

Movimiento Sísmico de Diseño	Nivel de Desempeño			
	Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad	Próximo al colapso
Sismo	1	0	0	0
Sismo	2	1	0	0
Sismo Raro	3	2	1	0
Sismo Muy Raro	0	3	2	1

0	: Desempeño Inaceptable
1	: Estructuras Básicas
2	: Estructuras Esenciales / Riesgosas
3	: Estructuras Críticas

Cuadro 3. Objetivos de desempeño para estructuras básicas.

Movimiento Sísmico de Diseño	Nivel de desempeño mínimo
Sismo Frecuente	Totalmente Operacional
Sismo Ocasional	Operacional
Sismo Raro	Seguridad
Sismo Muy raro	Próximo a colapso

3.9. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DISEÑO:

3.9.1. RELACIÓN DESEMPEÑO-DERIVA

Se ha demostrado que el daño en un edificio es función principal del desplazamiento en vez de función de la fuerza. Así se observa que cuando la estructura ingresa al rango inelástico, el aumento de daño se debe al aumento de desplazamientos aun cuando la fuerza que actúa en ella se mantenga constante. El comité VISION 2000 hace una descripción detallada del daño correspondiente a cada uno de los 5 niveles de desempeño para los elementos estructurales resistentes de cargas verticales y de cargas laterales,

así como para elementos no estructurales. El Cuadro 4 presenta un resumen de la relación entre nivel de desempeño y estado de daño. (Guevara Huatuco & Torres Arias, 2012, pág. 31)

Cuadro 4. Descripción de daño para cada nivel de desempeño (SEAOC Vision 2000)

Estado de Daño	Nivel de Desempeño	Descripción de Daño
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando servicios.
Leve	Operacional	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en los elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcional con normalidad.
Moderado	Seguridad	Daños moderados en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez en los elementos parte del sistema resistente de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse. Puede ser necesario cerrar el edificio por algún tiempo.
Severo	Pre-colapso	Daños severos en elementos no estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede ser necesario demoler el edificio.
Completo	Colapso	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso total o parcial. No es posible la reparación.

3.9.2. DERIVA OBJETIVO

La relación existente entre Daño y Deriva en edificios ha sido estudiada y cuantificada por el FEMA Mitigation Division del gobierno estadounidense en su documento Multihazard Loss Estimation Methodology HAZUS. Este documento presenta los estados de daño y sus correspondientes derivas características de diversos sistemas estructurales. (Guevara Huatuco & Torres Arias, 2012, pág. 32)

Cuadro 5. Relación Daño-Deriva según el tipo de la estructura (extraído de "Multihazard Loss Estimation Methodology- HAZUS").

Descripción	Nombre	Número de Pisos	Designación
Pórticos de concreto armado (C1)	Bajos	1-3	C1L
	Medianos	4-7	C1M
	Altos	8+	C1H
Muros de corte de concreto (C2)	Bajos	1-3	C2L
	Medianos	4-7	C2M
	Altos	8+	C2H
Pórticos de Concreto Armado rellenos con Muros de Albañilería (C3)	Bajos	1-3	C3L
	Medianos	4-7	C3M
	Altos	8+	C3H

En cuanto al nivel de diseño estructural, Hazus considera 4 niveles de exigencia: alto, moderado, bajo y pre-código. Los tipos de daño se dividen en leve, moderados, severos y completos.

Cuadro 6. Relación Daño-Deriva según el tipo de la estructura sugeridos por HAZUS para edificios de concreto.

Nivel de Diseño	Tipo	Distorsión Angular de Entrepiso en el Límite de Daño Estructural, δ_{ab} en edificios de concreto armado			
		Daño leve	Daño moderado	Daño severo	Daño Completo
Alto	C1L	0.005	0.01	0.03	0.08
	C1M	0.0033	0.0067	0.02	0.0533
	C1H	0.0025	0.005	0.015	0.04
	C2L	0.004	0.01	0.03	0.08
	C2M	0.0027	0.0067	0.02	0.0533
Moderado	C2H	0.002	0.005	0.015	0.04
	C1L	0.005	0.0087	0.0233	0.06
	C1M	0.0033	0.0058	0.0156	0.04
	C1H	0.0025	0.0043	0.0117	0.03
	C2L	0.004	0.0084	0.0232	0.06
	C2M	0.0027	0.0056	0.0154	0.04
Bajo	C2H	0.002	0.0042	0.0116	0.03
	C1L	0.005	0.008	0.02	0.05
	C1M	0.0033	0.0053	0.0133	0.0333
	C1H	0.0025	0.004	0.01	0.025
	C2L	0.004	0.0076	0.0197	0.05
	C2M	0.0027	0.0051	0.0132	0.0333
	C2H	0.002	0.0038	0.0099	0.025
	C3L	0.003	0.006	0.015	0.035
	C3M	0.002	0.004	0.01	0.0233
	C3H	0.0015	0.003	0.0075	0.0175
Pre-Código	C1L	0.004	0.0064	0.016	0.04
	C1M	0.0027	0.0043	0.0107	0.0267
	C1H	0.002	0.0032	0.008	0.02

Nivel de Diseño	Tipo	Distorsión Angular de Entrepiso en el Límite de Daño Estructural, δ_{ab} en edificios de concreto armado			
		Daño leve	Daño moderado	Daño severo	Daño Completo
	C2L	0.0032	0.0061	0.0158	0.04
	C2M	0.0021	0.0041	0.0105	0.0267
	C2H	0.0016	0.0031	0.0079	0.02
	C3L	0.0024	0.0048	0.012	0.028
	C3M	0.0016	0.0032	0.008	0.0187
	C3H	0.0012	0.0024	0.006	0.014

3.9.3. AMORTIGUAMIENTO OBJETIVO

Si la deriva máxima obtenida del análisis del edificio sin disipadores es mayor que la deriva objetivo, entonces se determina el cociente:

$$B = \frac{\text{DerivaMáxima}}{\text{DerivaObjetivo}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Este es el factor de reducción de respuesta para llegar a la deriva objetivo. Con este factor B podemos determinar el amortiguamiento efectivo necesario β_{eff} que desarrollará la estructura para alcanzar la deriva objetivo mediante la fórmula de Newmark:

$$B = \frac{2.31-0.41\ln(5)}{2.31-0.41\ln(\beta_{eff})} = \frac{1.65}{2.31-0.41\ln(\beta_{eff})} \quad \text{Ecuación 12}$$

En el siguiente gráfico se muestra las relaciones entre algunos valores del factor de reducción B y su correspondiente β_{eff} :

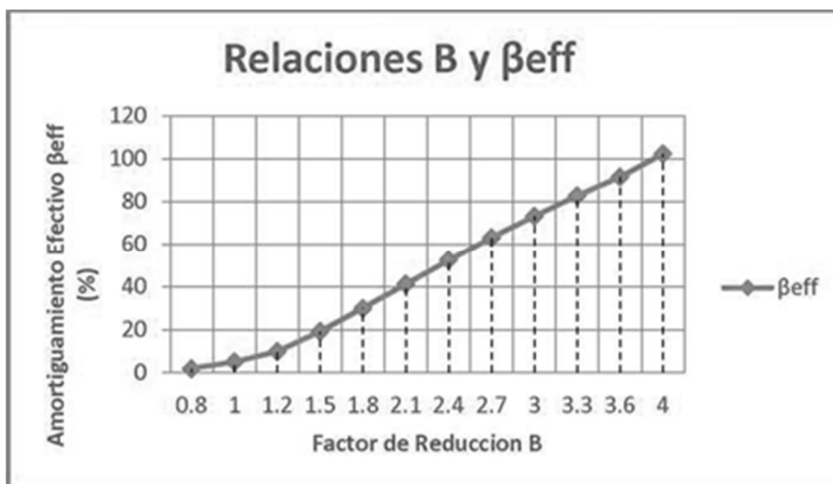


Imagen 28. Relación Factor B y Amortiguamiento efectivo β_{eff} .

β_{eff} , es el amortiguamiento objetivo que debe desarrollar la estructura con la adición de los disipadores de energía. La participación que tendrán los disipadores en el amortiguamiento (β_{visc}) puede obtenerse descontando el amortiguamiento inherente de la estructura, 5% para edificios de concreto armado, del valor β_{eff} : (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012)

$$\beta_{visc} = \beta_{eff} - 5\% \quad \text{Ecuación 13}$$

3.9.4. REDUCCIÓN DE LA RESPUESTA, COEFICIENTE “B”

Según el ASCE 7-10, la respuesta de la estructura ante una solicitud sísmica puede ser reducida debido al incremento del amortiguamiento proporcionado por los disipadores. Esta reducción de la fuerza cortante basal se expresa mediante:

$$V_{min} = \frac{V}{B_{V+I}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde V es la fuerza cortante basal obtenida sin la aplicación de disipadores y B es el factor de reducción de respuesta en función del amortiguamiento equivalente cuyo valor mínimo es:

$$V_{min} = 0.75V \quad \text{Ecuación 15}$$

Si se elige el análisis espectral, el factor B puede interpretarse como una reducción del espectro de pseudoaceleraciones, de desplazamientos y de fuerza cortante. La Imagen 29, extraída del FEMA 368 y 369, ilustra este hecho.

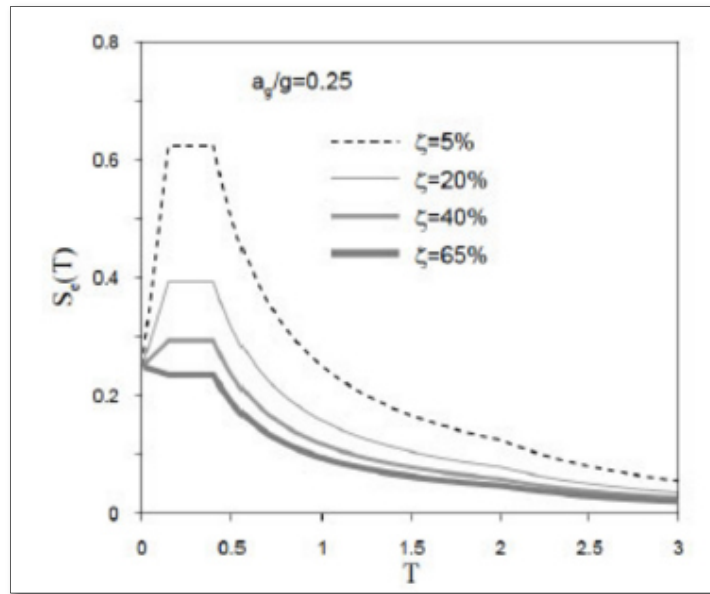


Imagen 29. Reducción del espectro por incremento del amortiguamiento viscoso.

3.9.5. AMORTIGUAMIENTO EQUIVALENTE, FACTOR “ β ”

El amortiguamiento equivalente es una sumatoria del amortiguamiento inherente, amortiguamiento hysterético y amortiguamiento viscoso, expresada en fórmulas expuestas en el ASCE 7-10 Capítulo 18. A cada valor de “ β ” corresponde un factor de reducción “B”, es decir, para cada porcentaje de amortiguamiento que presenta la estructura, habrá un factor por el que reducir su respuesta. El Cuadro 7, extraída del ASCE 7-10 Capítulo 18, indica estas relaciones.

Cuadro 7. Coeficiente de amortiguamiento en función del amortiguamiento equivalente (Cuadro extraída del ASCE 7-10, capítulo 18)

Effective Damping, β (percentage of critical)	$B_{v+i}, B_{1D}, B_N, B_{1M}, B_{mD}, B_{mM}$ (where period of the structure $\geq T_D$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

3.9.6. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL AMORTIGUADOR

a) Rigidez del Brazo Metálico “K”

Cuando los amortiguadores están adosados a la estructura usando brazos metálicos en posición diagonal, la rigidez axial de este brazo metálico gobierna la rigidez axial del sistema brazo-disipador y puede hallarse mediante la fórmula:

$$K = \frac{EA}{L} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

E: Coeficiente de Elasticidad del material.

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

Los especialistas de MIYAMOTO INTERNATIONAL recomiendan iniciar con el proceso de iteración planteando un valor de 2000

kips/in, el cual será posteriormente afinado. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 52)

b) Coeficiente de Amortiguamiento “C”

Asumiendo que todos los disipadores en la estructura tienen las mismas propiedades, la obtención del coeficiente "C" se desarrolla mediante una estimación del factor en las ecuaciones 17 y 18 cuyos términos se expusieron en la Sección 2.4.4.

Para amortiguadores Lineales:

$$\xi_d = \frac{T \sum j C_j \phi_{rj}^2 (\cos \theta_j)^2}{4\pi \sum i m_i (\phi_i)^2} \quad \text{Ecuación 17}$$

Para amortiguadores No Lineales:

$$\xi_d = \frac{T \sum j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} (\cos \theta_j)^{1+\alpha}}{2\pi A^{1-\alpha} W^{2-\alpha} \sum i m_i (\phi_i)^2} \quad \text{Ecuación 18}$$

c) Exponente de Velocidad “α”

El exponente de velocidad es inicialmente estimado por el proyectista de acuerdo a la reacción del dispositivo que desee obtener. Siempre será menor que 1 para amortiguadores no lineales y su influencia en el comportamiento del amortiguador se describe en la sección 2.4.4.2.

3.9.7. UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS AMORTIGUADORES

Se recomienda ubicar los dispositivos en los pórticos extremos y estos deberán ser constantes en toda la altura. La cantidad de dispositivos dispuestos en la dirección "X" e "Y" deberá ser semejante y su ubicación, se recomienda, deberá ser simétrica en planta.

3.10. MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO

El modelo del sistema estructural será del tipo lineal considerando secciones fisuradas en vigas y columnas; mientras que los dispositivos de amortiguación corresponderán a elementos no lineales.

En cuanto a los dispositivos de amortiguación, La Imagen 27 muestra la manera de introducir las propiedades expuestas en el software de cálculo ETABS v16.0.

3.11. PROCEDIMIENTO RESPUESTA-SPECTRUM CON SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO:

Cuando se utilice el procedimiento de respuesta de espectro para analizar una estructura con un sistema de amortiguación, se aplicarán los requisitos de esta sección.

3.11.1. MODELADO

Un modelo matemático del sistema resistente a fuerza sísmica y sistema de amortiguación se construye de tal manera que representa la distribución espacial de la masa, la rigidez y la amortiguación a lo largo de la estructura. Las propiedades de rigidez y amortiguación de los dispositivos de amortiguación utilizados en los modelos serán verificadas por pruebas de los dispositivos de amortiguación.

La rigidez elástica de los elementos del sistema de amortiguación y de los medios de amortiguación se puede modelar de forma explícita. La rigidez de los dispositivos de amortiguación deberá ser modelada en función de amortiguación de tipo de dispositivo como sigue:

- a) **Los dispositivos de Amortiguación dependientes del Desplazamiento:** los dispositivos de amortiguación dependientes del desplazamiento- deberán ser modelados con una rigidez efectiva que representa la fuerza de amortiguación del dispositivo en la respuesta de

desplazamiento de interés (por ejemplo, deriva de piso de diseño).

b) Los dispositivos de Amortiguación Dependiente de la Velocidad: Velocidad amortiguamiento en función de los dispositivos que tienen un componente de rigidez (por ejemplo, dispositivos de amortiguación visco elástico) se modelan con una rigidez efectiva correspondiente a la amplitud y la frecuencia de interés.

3.11.2. RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DEL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO EN EDIFICACIONES.

El presente acápite busca recomendar el uso de este moderno sistema de protección sísmica por disipadores de fluido viscoelásticos en función de las variables más importantes dentro de un Proyecto de Edificaciones.

a) En Función del Tipo de Sistema Estructural

La capacidad de disipar energía de estos dispositivos se incrementa conforme el desplazamiento relativo en su interior aumenta. Estos dispositivos permiten aquellos desplazamientos gracias al fluido que llevan en el interior el cual se activa una vez que inicia el movimiento que es el que somete la estructura a aceleraciones generando así altas velocidades en los amortiguadores.

Este comportamiento nos lleva a la conclusión de que la conveniencia en el uso de estos dispositivos depende exclusivamente de la flexibilidad o rigidez de la estructura. Así un sistema de muros tendría dispositivos destinados a controlar el daño con efectividad únicamente en las primeras etapas de agrietamiento, mientras que un sistema de pórticos

o dual tendría la ventaja de controlar las derivas de entrepiso y el daño estructural generados durante todo el proceso.

b) En Función del Nivel de Desempeño Deseado

Para este punto de vista se propone comparar el sistema de amortiguamiento con respecto a otro igualmente moderno, pero con un enfoque diferente, se trata del sistema de aislamiento sísmico.

El capítulo 9 del FEMA 274 nos muestra algunas recomendaciones en el uso de ambos sistemas de acuerdo a los diversos niveles de desempeño deseados. Por ejemplo, para los niveles de desempeño: Operativo, Inmediatamente ocupable y resguardo de la vida, los amortiguadores son especialmente útiles. Para el nivel Cerca al colapso es mejor recurrir a otros sistemas de reforzamiento o a la combinación de ambos.

A continuación, reproducimos una adaptación al castellano del Cuadro de referencia publicada en el FEMA 274.

Cuadro 8. Recomendaciones de la aplicación del Sistema de amortiguamiento y de aislamiento de la base según el Nivel de Desempeño Deseado.

Desempeño		Aislamiento de la base	Amortiguamiento
Nivel	Rango		
Operativo	Control de daño	Muy recomendable	Recomendable
Inmediatamente Ocupable	Control de daño	Recomendable	Recomendable
Resguardo de la vida	Seguridad al límite	Limitado	Recomendable
Cerca al Colapso	Seguridad al límite	No Recomendable	Limitado

En muchos países se usan estos dispositivos con fines de reforzamiento de estructuras existentes. Ciertamente esta es una opción atractiva porque se mejora el desempeño de la estructura sin adicionar elementos rigidizantes tales como muros de concreto armado y arriostres metálicos.

Adicionalmente su instalación demanda menores implicancias porque generalmente son adosadas a los pórticos. Aquí reside una gran ventaja en comparación con los sistemas de aislamiento sísmico.

En edificios nuevos, los amortiguadores han sido usados para controlar la excesiva vibración que pudiera ocasionar daño en los elementos no estructurales como equipos y/o artefactos. Inclusive su aplicación nos permite reducir secciones del casco estructural logrando así una reducción en el costo total del proyecto.

c) En Función de la Estética o Arquitectura del proyecto

Debido a que estos dispositivos son generalmente integrados dentro del marco de un pórtico, pueden esconderse fácilmente detrás de muros de drywall y así tener un mínimo efecto en la integridad arquitectónica del edificio.

A pesar de esto cabe mencionar que algunos expertos del tema consideran una mejora arquitectónica la exposición de los amortiguadores, inclusive un incremento considerable del valor del proyecto.

d) En Función del Mantenimiento o Vida Útil

Los dispositivos de visco-elástico TAYLOR DEVICES no requieren de ningún tipo de mantenimiento inclusive luego de algún evento sísmico. Esta afirmación cuenta con el respaldo

de la industria militar que participó directamente en la investigación, inclusive existen muchas edificaciones a nivel mundial que demuestran la veracidad de esta propiedad.

e) En Función del Costo y las condiciones del proyecto

El costo del análisis, diseño, fabricación e instalación de los amortiguadores en una estructura está en función de los siguientes factores:

- Movimiento del suelo y condiciones de suelo.
- Tipo de estructura.
- Desempeño deseado.
- Número de amortiguadores.
- Capacidad de cada disipador en fuerza, desplazamiento y velocidad.
- Refuerzo requerido de elementos estructurales existentes, conexiones o cimentaciones.
- Detalles de construcción e instalación.
- Interrupción en la ocupación del edificio durante la construcción o reforzamiento.

Se recomienda contar con especialistas en todos los campos de manera que pueda controlarse a la mayor medida todos estos factores.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que el proyectista encargado debe contar con dos importantes requerimientos en función de minimizar los costos y seleccionar adecuadamente un amortiguador. El primero, un entendimiento claro de las propiedades de este sistema y segundo, un racional proceso de diseño teniendo muy en claro los objetivos de diseño establecidos.

f) En Función de la Importancia de la Estructura

En estructuras importantes y esenciales, el costo relativo de implementar un sistema de amortiguamiento es relativamente bajo en comparación con los gastos que se tendrían que asumir en reparación estructural después del evento sísmico y los gastos originados por los daños del contenido del edificio.

La aplicación de sistemas modernos de amortiguamiento es un valor agregado también desde el punto de vista comercial para aquellos edificios destinados a oficinas o departamentos. El costo de venta de una oficina o departamento en un edificio con disipadores de energía siempre será superior al de un edificio convencional.

g) En Función del tipo de Dispositivo seleccionado

Si se desea incrementar el amortiguamiento para movimientos sísmicos desde pequeños hasta severos, entonces los disipadores sólidos viscoelásticos y disipadores de fluido viscoelásticos son apropiados porque estos disipan energía en todos los niveles de movimiento. Disipadores histeréticos y de fricción requieren de suficiente movimiento relativo para empezar su acción de disipación.

Si se desea aumentar la resistencia y rigidez lateral en un edificio, entonces el uso de dispositivos viscoelásticos o histeréticos es recomendable.

3.11.3. DERIVAS

Se evalúan si las derivas máximas de entrepiso obtenidas usando el sistema de amortiguamiento caracterizados por el factor “C” y “ α ” estimados en la primera iteración han alcanzado la deriva objetivo. Si no fuera el caso, se procede a iterar el valor de las constantes

“C” y “ α ”, la cantidad de dispositivos e inclusive la posición o disposición de los mismos; en este orden de importancia cuantas veces sea necesario. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 54)

3.11.4. BALANCE ENERGÉTICO

Se evalúa el balance energético de la estructura con el sistema de amortiguamiento. Un balance energético gráfico permite apreciar la participación de los amortiguadores y de la estructura en la disipación de la energía total. Además, puede evaluarse la efectividad de la ubicación y disposición de los amortiguadores. (Cano Lagos & Zumaeta Escobedo, 2012, pág. 55)

3.12. TÉCNICAS Y ANALISIS DE DATOS:

Llamamos datos a los elementos básicos de la información primaria que se obtiene directamente de la realidad

3.12.1. TÉCNICAS

La principal técnica fue la observación, ya que la mayor ventaja de esta es su relación directa con la realidad. Una vez identificada la edificación que se utilizara para el análisis sísmico, se determinaron los parámetros sísmicos de la Norma Sismorresistente E030. para generar el espectro de diseño, para analizar con este las derivas de entrepiso permisibles según la Norma.

A partir de los resultados del análisis sísmico espectral y las derivas obtenidas planteamos una deriva objetivo para diseñar los disipadores de fluido viscoelásticos, que ayudaran para la elaboración de conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.12.2. ANALISIS DE DATOS:

Para el analisis de datos que se utilizaron para la presente investigación fueron los siguientes: software Etabs 2016, para el

análisis sísmico espectral de la edificación en estudio, equipo de cómputo (para el proceso de datos), planos de la edificación, información bibliográfica, calculadoras y materiales de apunte

CAPITULO IV:

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS EDIFICACIÓN CON SISTEMA DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELASTICOS:

4.1. MODELO BASE:

4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO

Se eligió un edificio regular de uso oficinas de 10 niveles y un edificio de uso vivienda de 10 niveles, ambos con sistema dual de concreto armado. Las características físicas del edificio son señaladas en las Cuadros 9 y 10. Las cargas consideradas en la estructura son descritas en el Cuadro 11.

Cuadro 9. Datos Generales.

Función	Edificio de Oficinas			Edificio de Vivienda		
Ubicación	Huancayo, Junín, Perú			Huancayo, Junín, Perú		
Área	518 m ² por nivel			402 m ² por nivel		
Niveles	10	Altura 1er Nivel	3.4 m	10	Altura 1er Nivel	3.00
		Altura piso	2.8 m		Altura piso Típico	2.80

Cuadro 10. Sistema Estructural.

VIGAS Y COLUMNAS DE EDIFICIO 01 (10 PISOS)					
TABLE: Frame Sections					
Name	Material	Shape	t3	t2	Area
			m	m	m ²
C1	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.34
C2	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.31
C3	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.37
C4	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.42
C5	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.30	1.20	0.36
C6	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.30	0.90	0.27
C7	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.27
C7-1	F'C=210 KG/CM2	SD Section			0.27
V20X25	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.25	0.20	0.05
V25X25	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.25	0.25	0.06
V30X50	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.50	0.30	0.15
V30X60	F'C=210 KG/CM2	Concrete Rectangular	0.60	0.30	0.18

VIGAS Y COLUMNAS DE EDIFICIO 02 (10 PISOS)					
TABLE: Frame Sections					
Name	Material	Shape	t3	t2	Area
			m	m	m ²
C30x30	f'c=210kg/cm2	Concrete Rectangular	0.30	0.30	0.09
C30x70	f'c=210kg/cm2	Concrete Rectangular	0.30	0.70	0.21
C30x80	f'c=210kg/cm2	Concrete Rectangular	0.30	0.80	0.24
V20x20	f'c=210kg/cm2	Concrete Rectangular	0.20	0.20	0.04
V30x60	f'c=210kg/cm2	Concrete Rectangular	0.60	0.30	0.18

Cuadro 11. Cargas Consideradas.

CARGAS CONSIDERADAS EN EDIFICIO 01		
	CARGA MUERTA	CARGA VIVA
PISOS TIPICOS	387.024 kg/m2	250 kg/m2
AZOTEA	177.024 kg/m2	100 kg/m2
PASADISO	177.024 kg/m2	400 kg/m2
ESCALERA	699.83 kg/m2	400 kg/m2
DESCANSO	460.00 kg/m2	400 kg/m2
TECHO DE TANQUE	100.00 kg/m2	100 kg/m2
CARGA DE TANQUE	100.00 kg/m2	1550 kg/m2

CARGAS CONSIDERADAS EN EDIFICIO 02		
	CARGA MUERTA	CARGA VIVA
PISOS TIPICOS	387.024 kg/m2	250 kg/m2
AZOTEA	177.024 kg/m2	100 kg/m2
PASADISO	177.024 kg/m2	400 kg/m2
ESCALERA	759.60 kg/m2	400 kg/m2
DESCANSO	460.00 kg/m2	400 kg/m2
TECHO DE ESCALERA	100.00 kg/m2	100 kg/m2

Esquema isométrico y planta típica.

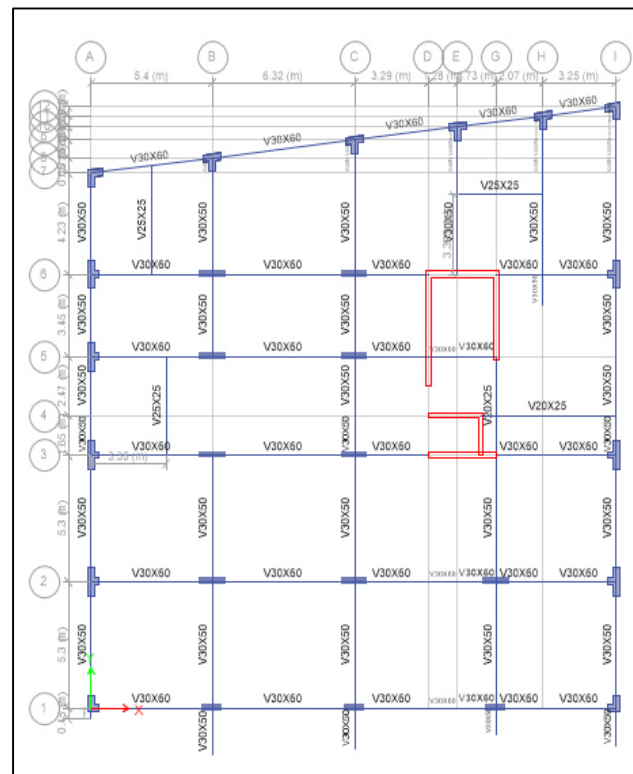
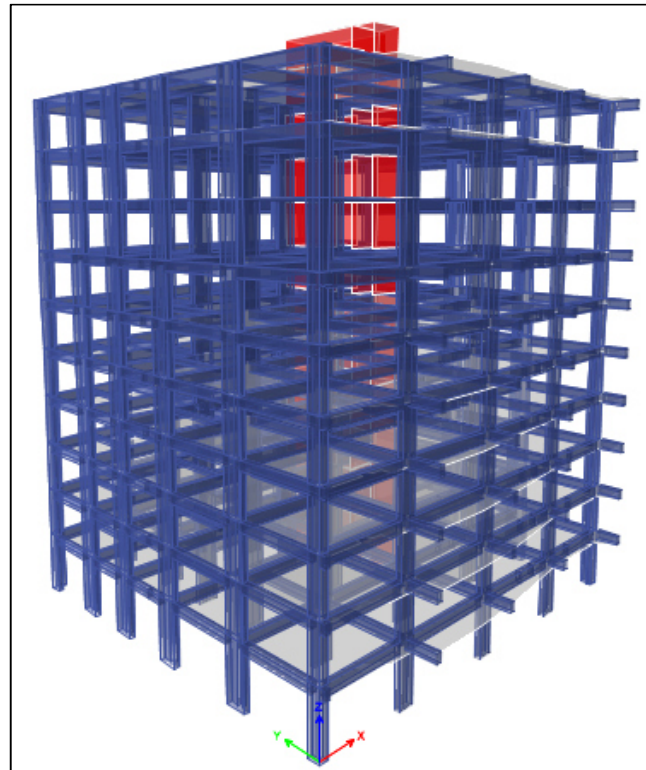


Imagen 30. Esquema del edificio 1, modelo en el software de cálculo ETABS.

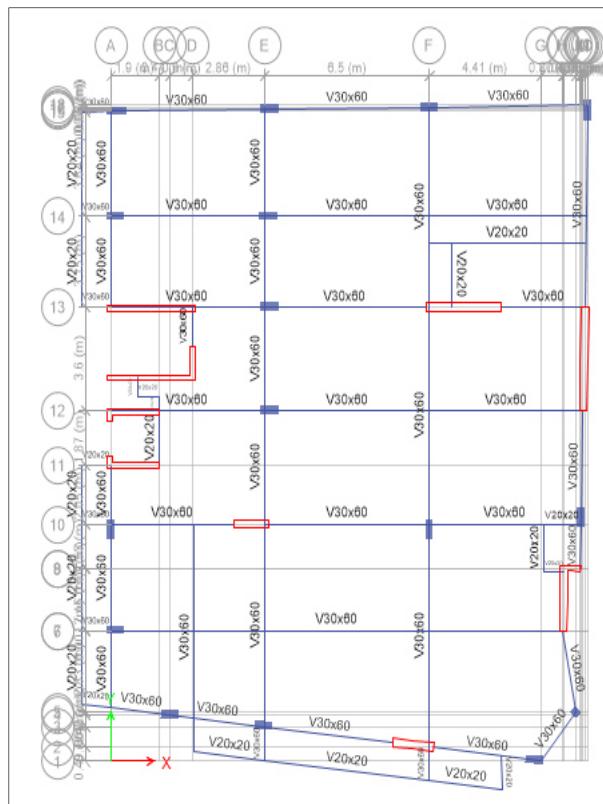
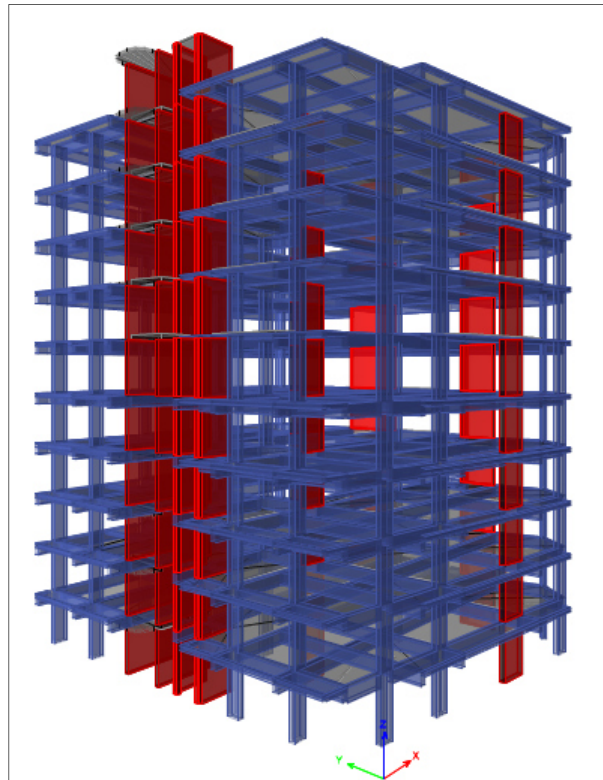


Imagen 31. Esquema del edificio 2, modelo en el software de cálculo ETABS

4.1.2. DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO.

Para las edificaciones, el tipo de análisis estructural que comúnmente se usa es el análisis dinámico espectral o el análisis tiempo historia. Actualmente en nuestro país se viene usando el análisis tiempo historia como un complemento del análisis dinámico espectral, por lo que es necesario al momento de evaluar las edificaciones empleando disipadores de energía.

Uno de los objetivos del análisis estructural es determinar las fuerzas internas en los elementos estructurales con el propósito de diseñarlos, así también permite estimar los desplazamientos laterales en la edificación.

En el RNE, la norma de diseño sismo resistente E.030, especifica que para edificaciones de concreto armado el límite permisible de desplazamiento lateral es del 0.7%, esto se conoce como deriva.

- **Zonificación Sísmicas (Z)**

La edificación se encuentra en una zona de media sismicidad, ya que está ubicada en la ciudad de Huancayo que pertenece a la ZONA 3, por lo tanto, le corresponde un factor de zonificación de $Z = 0.35g$.

- **Condiciones Geotécnicas (Tp y S)**

Debido a que el estudio de suelos en la zona, se puede inferir que es del Tipo 2, por lo tanto: $S = 1.15$, $TP = 0.6$ y $TL = 2.0$ seg.

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

Representa el cociente entre el valor máximo de la aceleración en la estructura y el valor pico de la aceleración en su base.

Con ello, la aceleración máxima en la estructura se puede representar por el producto ZSC .

$$C = 2.5x \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5$$

- **Categoría de la Edificación (U)**

La edificación en estudio está destinada para oficinas, lo cual le corresponde una categoría de edificaciones importantes con un factor de uso de $U = 1$.

- **Periodo fundamental de vibración (T)**

Se puede estimar para cada dirección con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

h_n : Altura total del edificio

C_T : Coeficiente para estimar el periodo predominante del edificio

- **Sistema Estructural (R)**

Para determinar el coeficiente de reducción sísmica se basa en la Norma E 030 – 2016.

De un análisis previo se puede obtener las cortantes para ver la participación de las columnas y muros estructurales en la respuesta a la cortante sísmica.

EDIFICACION 1	EDIFICACION 2
Z= 0.35	Z= 0.35
U= 1	U= 1
S= 1.15	S= 1.15
Tx= 0.742	Tx= 0.843
Ty= 0.926	Ty= 1.056
Cx= 2.0216	Cx= 1.7794
Cy= 1.6199	Cy= 1.4205

$$\begin{array}{ll}
 R_x = 7 & R_x = 6 \\
 R_y = 6 & R_y = 6 \\
 C_x/R_x = 0.289 & C_x/R_x = 0.297 \\
 C_y/R_y = 0.270 & C_y/R_y = 0.237
 \end{array}$$

Para el edificio 1 se obtiene que el edificio trabaja con un sistema dual, corresponde el coeficiente de reducción $R = 7$ en la dirección X y con un $R=6$ en la dirección Y por tratarse de muros estructurales.

Cuadro 12. Cortante dinámico en la base – edificio 1.

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
PISO 1	EQ-XX Max	Bottom	377.6172	72.423
PISO 1	EQ-YY Max	Bottom	84.4936	430.9319

Vxdinamico	377.617 tn
Vydinamico	430.932 tn

Cuadro 13. Cortante dinámico que absorbe los muros estructurales – edificio 1.

TABLE: Pier Forces					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2	V3
				tonf	tonf
PISO 1	P1	EQ-XX Max	Bottom	24.3946	256.9182
PISO 1	P1	EQ-YY Max	Bottom	316.3247	56.5471

Vmurosxx= 256.918 tn	68.0%	R= 7 dual
Vmurosy= 316.325 tn	73.4%	R= 6 muro estructural

Para el edificio 2 se obtiene que el edificio trabaja con sistema estructural en ambas direcciones X y Y, $R=6$.

Cuadro 14. Cortante dinámico en la base – edificio 2.

TABLE: Story Forces				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
PISO1	EQ-X Max	Bottom	340.7816	31.0622
PISO1	EQ-Y Max	Bottom	31.0666	245.5051

Vxdinamico	340.782 tn
Vydinamico	245.505 tn

Cuadro 15. Cortante dinámico que absorbe los muros estructurales – edificio 2.

TABLE: Pier Forces					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2	V3
				tonf	tonf
PISO1	P1	EQ-X Max	Bottom	295.9274	26.7883
PISO1	P1	EQ-Y Max	Bottom	25.2288	194.1284

Vmurosxx= 295.927 tn	86.8%	R= 6 muro estructural
Vmurosy= 194.128 tn	79.1%	R= 6 muro estructural

4.1.3. ANÁLISIS ESTÁTICO

Para realizar el análisis estático de la estructura se debe calcular el peso de la edificación.

El peso de la edificación 1 de 10 pisos se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Peso de la edificación por cada nivel – eficio 1.

TABLE: Centers of Mass and Rigidity			
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y
		tonf	tonf
PISO 1	D1	495.53	495.53
PISO 2	D2	522.55	522.55
PISO 3	D3	522.55	522.55
PISO 4	D4	522.55	522.55
PISO 5	D5	522.55	522.55
PISO 6	D6	522.55	522.55
PISO 7	D7	522.55	522.55
PISO 8	D8	522.55	522.55
PISO 9	D9	522.55	522.55
PISO 10	D10	372.02	372.02
PISO 11	D11	42.52	42.52
TECHO	D12	23.05	23.05

El peso de la edificación se obtiene mediante:

$$P = (\text{peso propio} + \text{CM}) + 0.25 \text{ LIVE} + 0.25 \text{LIVEUP}$$

Así mismo, es necesario el cálculo la fórmula expresada en la norma E.030:

$$ZxUxS \frac{C}{R}$$

De los parámetros sísmicos, se obtiene los siguientes valores:

$$ZxUxS \frac{C_x}{R_x} = 0.35x1x1.15x0.289 = 0.116240$$

$$ZxUxS \frac{C_y}{R_y} = 0.35x1x1.15x0.270 = 0.108666$$

Cuadro 17. Cortante estático en la base – edificio 1.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficients										
Load Pattern	Type	Direction	Eccent.	Ecc. Overridden	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used	Base Shear
			%						tonf	tonf
Sismo X	Seismic	X+Ecc. Y	5	No	TECHO	Base	0.11624	1	5124.883	595.7158
Sismo Y	Seismic	Y+Ecc. X	5	No	TECHO	Base	0.108666	1	5124.883	556.9021

CORTANTE ESTATICO EN LA BASE	Peso 5,124.88 tn
	Vx= 595.72 tn
	Vy= 556.90 tn

El peso de la edificación 2 de 10 pisos se presenta en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Peso de la edificación por cada nivel edificio 2.

TABLE: Centers of Mass and Rigidity			
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y
		tonf	tonf
PISO1	D1	409.75	409.75
PISO2	D2	367.56	367.56
PISO3	D3	367.56	367.56
PISO4	D4	367.56	367.56
PISO5	D5	367.56	367.56
PISO6	D6	367.56	367.56
PISO7	D7	367.56	367.56

TABLE: Centers of Mass and Rigidity			
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y
		tonf	tonf
PISO8	D8	367.56	367.56
PISO9	D9	367.56	367.56
AZOTEA	D10	264.41	264.41
TECH.ESCALERA	D11	14.52	14.52

Con las mismas formulas del anterior obtenemos del edificio 2.

$$ZxUxS \frac{C_x}{R_x} = 0.35x1x1.15x0.297 = 0.119365$$

$$ZxUxS \frac{C_y}{R_y} = 0.35x1x1.15x0.237 = 0.095289$$

Cuadro 19. Cortante estático en la base – edificio 2.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficients										
Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	Ecc. Override	Top Story	Bottom Story	C	K	Weigh	Base
			%						tonf Used	Shear
									tonf	tonf
Sismo X	Seismic	X + Ecc. Y	5	No	TECH.ESC.	Base	0.119365	1	3766.0213	449.5325
Sismo Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	No	TECH.ESC.	Base	0.095289	1	3766.0213	358.8598

CORTANTE ESTÁTICO EN LA BASE	Peso	3,766.02 tn
	Vx=	449.53 tn
	Vy=	358.86 tn

4.1.4. ANÁLISIS DINÁMICO ESPECTRAL

Hasta el momento se logró modelar geoméricamente las estructuras, ahora realizaremos el análisis estructural de las edificaciones; para ello, seguiremos el siguiente procedimiento:

a) Determinamos los parámetros sísmicos:

Factor de Zona (Z), la ciudad de Huancayo se encuentra ubicada en la zona sísmica 3, por lo tanto, según la Tabla N.º 1 de la Norma E030-2016 le corresponde un valor de $Z=0.35$.

Parámetros del Suelo (S) y (Tp), según la descripción de las edificaciones, las estructuras estarán ubicada sobre un suelo tipo S2 (Suelos Intermedios), al mismo que le corresponde un factor de amplificación del suelo $S=1.15$ y un período $Tp=0.6s$ como se indica en la Tabla N.º 3 y 4 de la Norma E030-2016.

Categoría de la Edificación (U), según la Tabla N.º 5 de la Norma E030-2016, la edificación 1 (oficinas) y la edificación 2 (vivienda) son edificaciones comunes, les corresponde un factor $U=1$.

Factor de Reducción (R), al realizar el análisis dinámico espectral de la edificación y calcular las derivas de entrepiso considerando el coeficiente de reducción sísmica $R=1$, esta reducción del valor de R se realiza para que las edificaciones entren al rango inelástico ante un sismo severo. Es importante tener en cuenta que, para la obtención de distorsiones, los desplazamientos laterales calculados en el análisis ya no se multiplican por $0.75 \cdot R$ sino simplemente por 1. (Fuente: ASCE 7-10 Capítulo 16, también recomendado por la CDV ingeniería antisísmica).

Cuadro 20. Parámetros Sísmicos.

PARAMETROS	EDIFICACION 1	EDIFICACION 2
	Direcciones X y Y	Direcciones X y Y
Z	0.35	0.35
U	1	1
S	1.15	1.15
T _P	0.6	0.6
T _L	2	2
R _x = R _y	1	1

$$T < T_P \rightarrow C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \times \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.5 \times \left(\frac{T_P \times T_L}{T^2}\right)$$

Donde:

C: Factor de amplificación sísmica.

T: Periodo fundamental de vibración.

El factor de amplificación será:

Cuadro 21. Datos del Espectro Respuesta - Edificación 1 y 2.

T (s)	C	T (s)	C
0.0	2.50	4.0	0.19
0.1	2.50	4.1	0.18
0.2	2.50	4.2	0.17
0.3	2.50	4.3	0.16
0.4	2.50	4.4	0.15
0.5	2.50	4.5	0.15
0.6	2.50	4.6	0.14
0.7	2.14	4.7	0.14

T (s)	C
0.8	1.88
0.9	1.67
1.0	1.50
1.1	1.36
1.2	1.25
1.3	1.15
1.4	1.07
1.5	1.00
1.6	0.94
1.7	0.88
1.8	0.83
1.9	0.79
2.0	0.75
2.1	0.68
2.2	0.62
2.3	0.57
2.4	0.52
2.5	0.48
2.6	0.44
2.7	0.41
2.8	0.38
2.9	0.36
3.0	0.33
3.1	0.31
3.2	0.29
3.3	0.28
3.4	0.26
3.5	0.24
3.6	0.23
3.7	0.22
3.8	0.21

T (s)	C
4.8	0.13
4.9	0.12
5.0	0.12
5.1	0.12
5.2	0.11
5.3	0.11
5.4	0.10
5.5	0.10
5.6	0.10
5.7	0.09
5.8	0.09
5.9	0.09
6.0	0.08
6.1	0.08
6.2	0.08
6.3	0.08
6.4	0.07
6.5	0.07
6.6	0.07
6.7	0.07
6.8	0.06
6.9	0.06
7.0	0.06
7.1	0.06
7.2	0.06
7.3	0.06
7.4	0.05
7.5	0.05
7.6	0.05
7.7	0.05
7.8	0.05

T (s)	C
3.9	0.20
4.0	0.19

T (s)	C
7.9	0.05
8.0	0.05

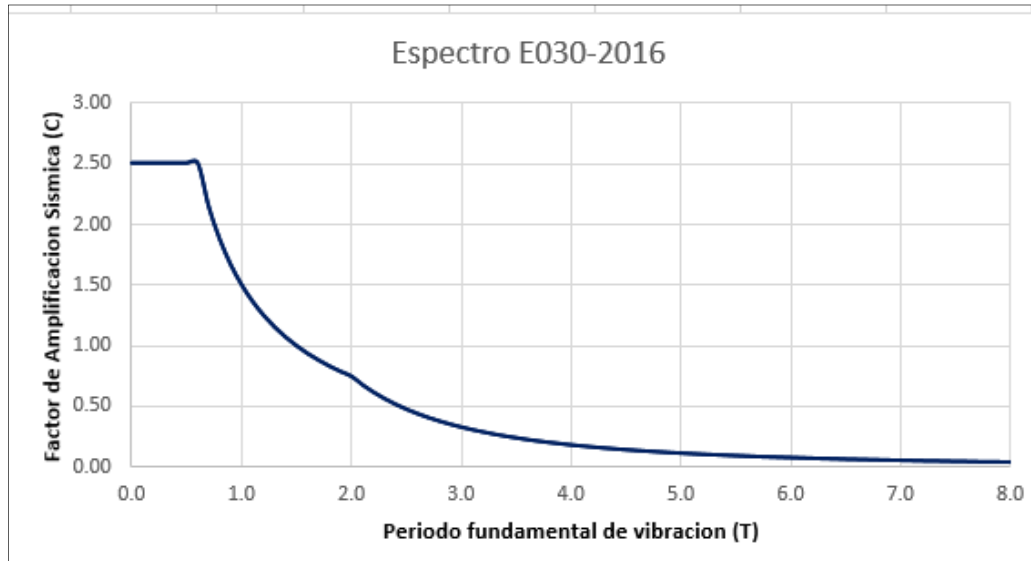


Imagen 32. Espectro de respuesta de la estructura norma E030-2016

Definida el espectro de diseño, se analiza la estructura convencional sin disipadores sísmicos para obtener el cálculo del periodo fundamental.

Cuadro 22. Revisión de los modos de vibración del edificio 1.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec						
Modal	1	0.926	0.005	0.725	0.018	0.262	0.002	0.018
Modal	2	0.888	0.219	0.008	0.572	0.262	0.060	0.590
Modal	3	0.742	0.541	0.019	0.209	0.266	0.252	0.799
Modal	4	0.273	0.028	0.011	0.069	0.316	0.369	0.867
Modal	5	0.234	0.004	0.132	0.009	0.730	0.386	0.876
Modal	6	0.217	0.098	0.000	0.037	0.730	0.723	0.913
Modal	7	0.145	0.011	0.004	0.027	0.738	0.745	0.941

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec						
Modal	8	0.112	0.021	0.029	0.000	0.796	0.790	0.941
Modal	9	0.108	0.016	0.021	0.015	0.834	0.824	0.956
Modal	10	0.091	0.006	0.002	0.014	0.842	0.843	0.970
Modal	11	0.071	0.015	0.007	0.001	0.864	0.891	0.971
Modal	12	0.067	0.003	0.016	0.006	0.917	0.899	0.977
Modal	13	0.064	0.004	0.002	0.007	0.922	0.910	0.984
Modal	14	0.050	0.009	0.003	0.000	0.930	0.937	0.984
Modal	15	0.047	0.000	0.001	0.007	0.931	0.938	0.991
Modal	16	0.047	0.003	0.009	0.000	0.955	0.946	0.992
Modal	17	0.039	0.006	0.001	0.000	0.960	0.964	0.992
Modal	18	0.037	0.000	0.000	0.003	0.960	0.966	0.995
Modal	19	0.036	0.001	0.005	0.001	0.979	0.968	0.996
Modal	20	0.031	0.004	0.000	0.000	0.980	0.981	0.996
Modal	21	0.030	0.000	0.000	0.002	0.981	0.981	0.998
Modal	22	0.030	0.000	0.003	0.001	0.989	0.981	0.998
Modal	23	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	24	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	25	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	26	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	27	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	28	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	29	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	30	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	31	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.982	0.998
Modal	32	0.029	0.000	0.000	0.000	0.989	0.983	0.998
Modal	33	0.026	0.002	0.000	0.000	0.990	0.989	0.998
Modal	34	0.026	0.000	0.000	0.001	0.991	0.989	0.999
Modal	35	0.026	0.001	0.001	0.001	0.996	0.991	0.999
Modal	36	0.024	0.000	0.000	0.000	0.996	0.991	1.000

Periodos Fundamentales:

- **Modo fundamental en la dirección X edificio 1: $T_x=0.742$**

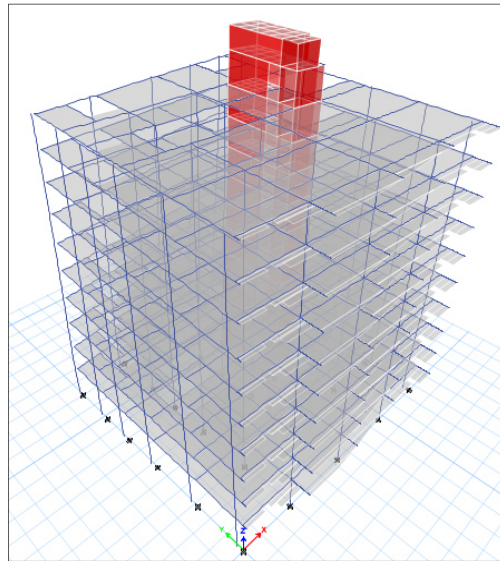


Imagen 33. Modo fundamental edificio 1 en la dirección X

- **Modo fundamental en la dirección Y edificio 1: $T_y=0.926$**

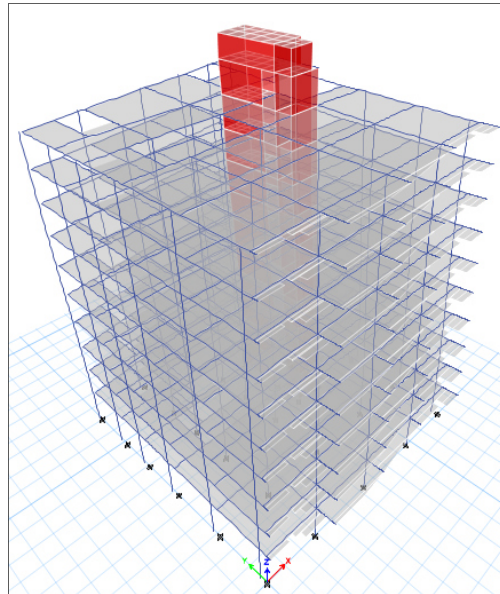


Imagen 34. Modo fundamental edificio 1 en la dirección Y

Cuadro 23. Revisión de los modos de vibración del edificio 2.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec						
Modal	1	1.0560	0.0040	0.5941	0.1776	0.1967	0.0008	0.1776
Modal	2	0.8430	0.7234	0.0038	0.0000	0.1989	0.2855	0.1776
Modal	3	0.7080	0.0005	0.1525	0.5931	0.2630	0.2863	0.7707
Modal	4	0.3280	0.0009	0.0923	0.0250	0.5885	0.2931	0.7956
Modal	5	0.2330	0.1350	0.0030	0.0001	0.5974	0.6693	0.7957
Modal	6	0.2040	0.0021	0.0296	0.0932	0.6885	0.6739	0.8889
Modal	7	0.1770	0.0004	0.0349	0.0064	0.7600	0.6744	0.8953
Modal	8	0.1190	0.0010	0.0112	0.0080	0.7964	0.6772	0.9033
Modal	9	0.1090	0.0529	0.0048	0.0002	0.8066	0.7804	0.9035
Modal	10	0.0990	0.0018	0.0091	0.0314	0.8225	0.7839	0.9349
Modal	11	0.0980	0.0021	0.0124	0.0046	0.8513	0.7884	0.9396
Modal	12	0.0850	0.0003	0.0064	0.0038	0.8685	0.7890	0.9433
Modal	13	0.0690	0.0001	0.0048	0.0026	0.8822	0.7892	0.9460
Modal	14	0.0640	0.0277	0.0023	0.0004	0.8888	0.8650	0.9464
Modal	15	0.0630	0.0006	0.0002	0.0003	0.8894	0.8666	0.9467
Modal	16	0.0630	0.0000	0.0001	0.0000	0.8896	0.8666	0.9467
Modal	17	0.0630	0.0000	0.0000	0.0000	0.8896	0.8666	0.9467
Modal	18	0.0630	0.0000	0.0000	0.0000	0.8896	0.8667	0.9468
Modal	19	0.0630	0.0000	0.0000	0.0000	0.8897	0.8667	0.9468
Modal	20	0.0630	0.0000	0.0000	0.0000	0.8897	0.8667	0.9468
Modal	21	0.0630	0.0000	0.0000	0.0000	0.8897	0.8667	0.9468
Modal	22	0.0630	0.0002	0.0002	0.0001	0.8903	0.8673	0.9469
Modal	23	0.0620	0.0000	0.0003	0.0001	0.8912	0.8673	0.9470
Modal	24	0.0620	0.0000	0.0000	0.0000	0.8912	0.8673	0.9470
Modal	25	0.0620	0.0002	0.0002	0.0006	0.8916	0.8678	0.9476
Modal	26	0.0610	0.0000	0.0000	0.0000	0.8916	0.8678	0.9476
Modal	27	0.0590	0.0030	0.0120	0.0180	0.9253	0.8758	0.9655

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec						
Modal	28	0.0570	0.0002	0.0000	0.0000	0.9253	0.8762	0.9655
Modal	29	0.0550	0.0000	0.0028	0.0034	0.9342	0.8764	0.9689
Modal	30	0.0520	0.0000	0.0000	0.0000	0.9342	0.8764	0.9689
Modal	31	0.0450	0.0019	0.0021	0.0001	0.9403	0.8815	0.9691
Modal	32	0.0450	0.0000	0.0026	0.0009	0.9477	0.8815	0.9700
Modal	33	0.043	0.0157	0.0004	0.0006	0.9487	0.9234	0.9706

Periodos Fundamentales:

- **Modo fundamental en la dirección X edificio 2: $T_x=0.843$**

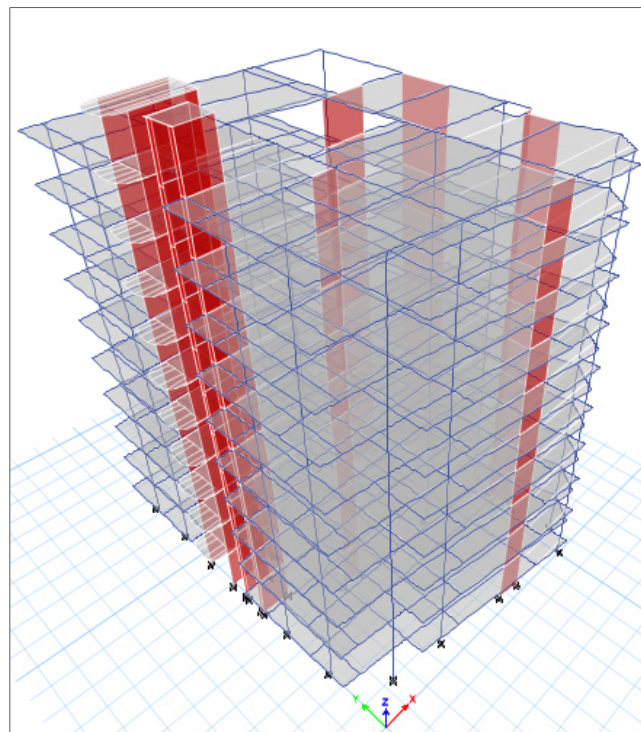


Imagen 35. Modo fundamental edificio 2 en la dirección X

- **Modo fundamental en la dirección Y edificio 2: $T_y=1.056$**

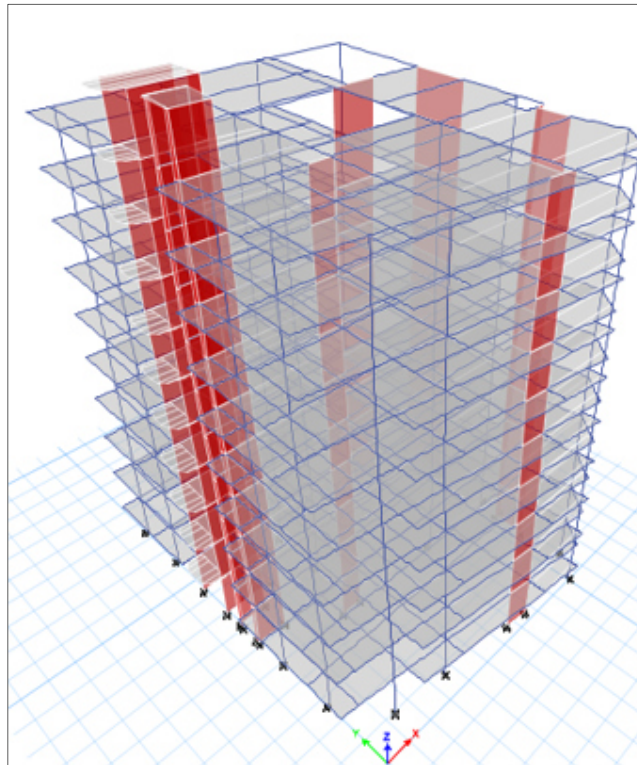


Imagen 36. Modo fundamental edificio 2 en la dirección Y

4.1.5. ESCALAMIENTO DE ACELEROGRAMAS AL ESPECTRO DE DISEÑO

La amenaza sísmica será representada por registros tiempo historia de sismos de gran importancia ocurridos en nuestro país, que serán escaladas a nuestro espectro de diseño (Sismomatch 2016).

Se realizó el análisis tiempo historia con los acelerogramas de los sismos peruanos:

Cuadro 24. Ubicación de las Estaciones.

SISMOS	UBICACIÓN DE LA ESTACION
17 de octubre de 1966	Parque de Reserva (Lima)
31 de mayo de 1970	Parque de Reserva (Lima)
03 de octubre de 1974	Parque de Reserva (Lima)
15 de agosto de 2007	Universidad Nacional de San Luis Gonzaga (Ica)

Para el análisis se usarán como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales, Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construirá un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5 % de amortiguamiento. Ambas componentes se escalarán por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre 0,2 T y 1,5 T (siendo T el período fundamental).

La Norma Peruana señala que estos registros deben ser escalados a un espectro de diseño, este espectro de pseudo-aceleraciones debe ser calculado fijando el valor del coeficiente de reducción sísmica $R=1$.

- Para el edificio 1:

$$T = 0.926s$$

$$0.2T = 0.1852s$$

$$1.5T = 1.389s$$

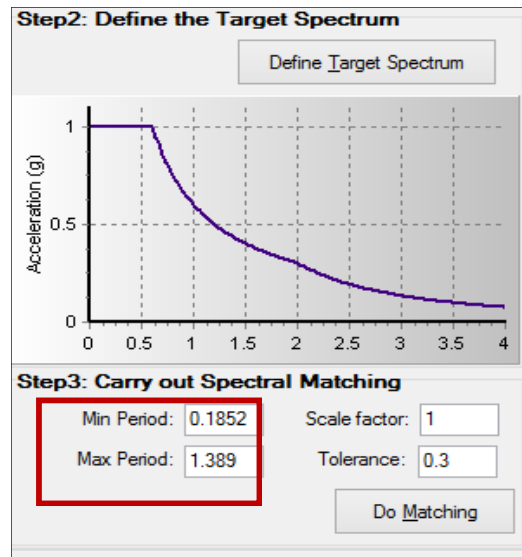


Imagen 37. Asignación Periodo fundamental (T) máximo y mínimo - edificación

1.

- Para el edificio 2:

$$T = 1.056s$$

$$0.2T = 0.2112s$$

$$1.5T = 1.584s$$

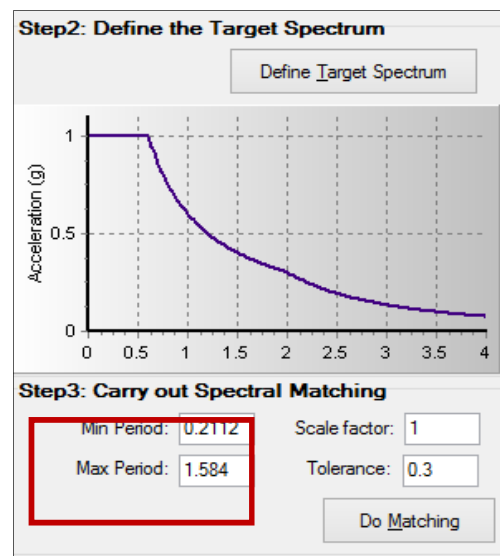


Imagen 38. Asignación Periodo fundamental (T) máximo y mínimo - edificación

2.

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION			
STATION NAME	:	Parque de la Reserva	
STATION CODE	:	PRQ	
STATION LOCATION	:	Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima	
LATITUDE	:	-12.07	
LONGITUDE	:	-77.04	
ALTITUDE (m)	:	130	
ACCELEROMETER MODEL	:	Acelerógrafo Analógico	
SAMPLING FREQUENCY (Hz)	:	50	
2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE			
DATE	:	October 17, 1966	
ORIGIN TIME (Local)	:	16:41:00	
LATITUDE	:	-10.70	
LONGITUDE	:	-78.70	
DEPTH (km)	:	24.00	
MAGNITUDE	:	8.1 Mw	
INFORMATION SOURCE	:	IGP	
3. INFORMATION ABOUT THE RECORD			
RECORD TIME (Local)	:	16:41:00	
NUMBER OF SAMPLES	:	3283	
MAXIMUM ACCELERATION	:	-180.56	-268.24 94.29
DATA UNITS	:	cm/s ²	
4. COMMENTS			
BASELINE CORRECTED			
5. ACCELERATION DATA			
	T	EW	NS UD
	0.0000	-11.3771	-13.1543 4.1991
	0.0200	-2.6551	-6.6753 -4.9569
	0.0400	-3.0481	-5.1973 -4.5209
	0.0600	-4.9621	2.5887 0.9491
	0.0800	0.2979	4.0947 9.0771

Imagen 39. Modelos de registros sísmicos.

Para nuestro espectro de pseudo aceleraciones se tomará la siguiente formula teniendo en cuenta $R=1$:

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

$$S_a = \frac{0.35 \times 1 \times 2.5 \times 1.15}{1} \times 1 = 1.0063$$

Cuadro 25. Datos del Espectro de Pseudo aceleraciones para escalamiento - Edificación 1 y 2.

T (s)	C	Sa	T (s)	C	Sa
0.0	2.50	1.0063	4.0	0.19	0.0755
0.1	2.50	1.0063	4.1	0.18	0.0718
0.2	2.50	1.0063	4.2	0.17	0.0685
0.3	2.50	1.0063	4.3	0.16	0.0653
0.4	2.50	1.0063	4.4	0.15	0.0624

T (s)	C	Sa
0.5	2.50	1.0063
0.6	2.50	1.0063
0.7	2.14	0.8625
0.8	1.88	0.7547
0.9	1.67	0.6708
1.0	1.50	0.6038
1.1	1.36	0.5489
1.2	1.25	0.5031
1.3	1.15	0.4644
1.4	1.07	0.4313
1.5	1.00	0.4025
1.6	0.94	0.3773
1.7	0.88	0.3551
1.8	0.83	0.3354
1.9	0.79	0.3178
2.0	0.75	0.3019
2.1	0.68	0.2738
2.2	0.62	0.2495
2.3	0.57	0.2283
2.4	0.52	0.2096
2.5	0.48	0.1932
2.6	0.44	0.1786
2.7	0.41	0.1656
2.8	0.38	0.1540
2.9	0.36	0.1436
3.0	0.33	0.1342
3.1	0.31	0.1257
3.2	0.29	0.1179
3.3	0.28	0.1109
3.4	0.26	0.1045
3.5	0.24	0.0986

T (s)	C	Sa
4.5	0.15	0.0596
4.6	0.14	0.0571
4.7	0.14	0.0547
4.8	0.13	0.0524
4.9	0.12	0.0503
5.0	0.12	0.0483
5.1	0.12	0.0464
5.2	0.11	0.0447
5.3	0.11	0.0430
5.4	0.10	0.0414
5.5	0.10	0.0399
5.6	0.10	0.0385
5.7	0.09	0.0372
5.8	0.09	0.0359
5.9	0.09	0.0347
6.0	0.08	0.0335
6.1	0.08	0.0325
6.2	0.08	0.0314
6.3	0.08	0.0304
6.4	0.07	0.0295
6.5	0.07	0.0286
6.6	0.07	0.0277
6.7	0.07	0.0269
6.8	0.06	0.0261
6.9	0.06	0.0254
7.0	0.06	0.0246
7.1	0.06	0.0240
7.2	0.06	0.0233
7.3	0.06	0.0227
7.4	0.05	0.0221
7.5	0.05	0.0215

T (s)	C	Sa
3.6	0.23	0.0932
3.7	0.22	0.0882
3.8	0.21	0.0836
3.9	0.20	0.0794
4.0	0.19	0.0755

T (s)	C	Sa
7.6	0.05	0.0209
7.7	0.05	0.0204
7.8	0.05	0.0198
7.9	0.05	0.0193
8.0	0.05	0.0189

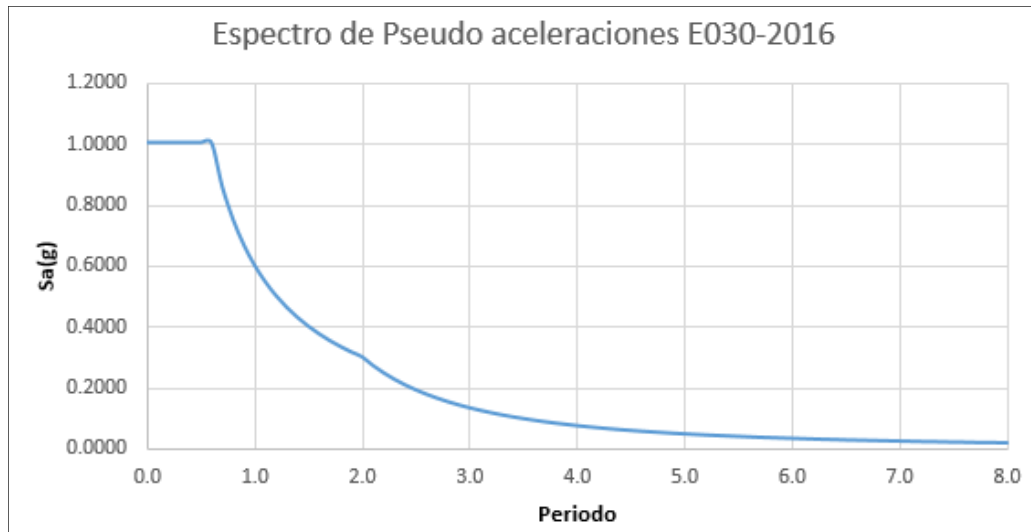


Imagen 40. Espectro de Pseudo aceleraciones para escalamiento - norma E030-2016

Las imagenes 41, 42, 43 y 44 muestran los unos pares de registros escalados utilizados en el modelamiento (demás registros en anexos):

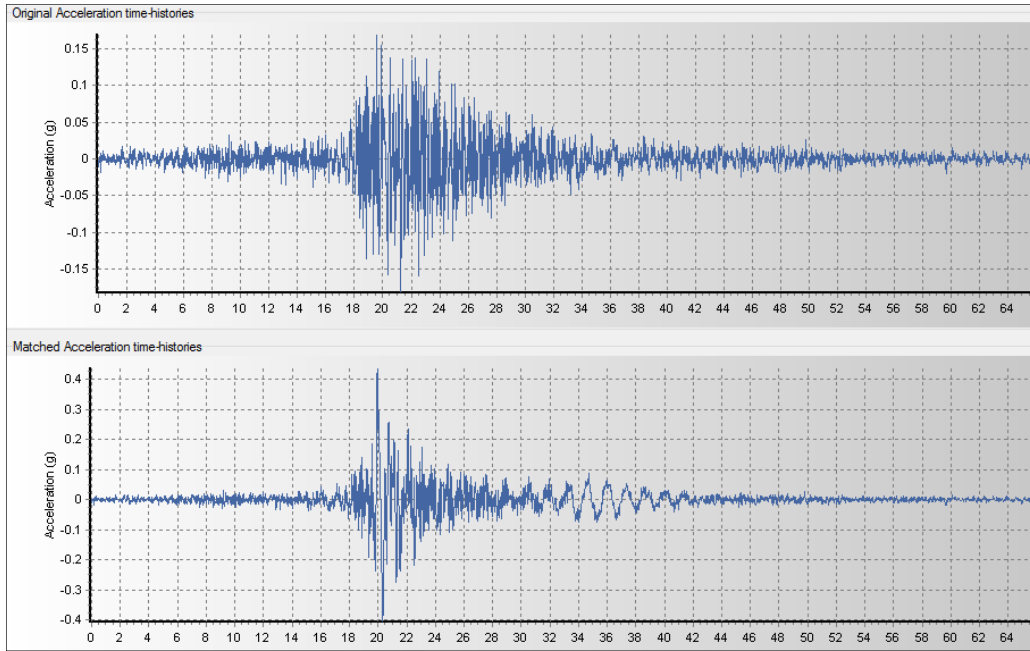


Imagen 41. Comparación de acelerograma original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 1.

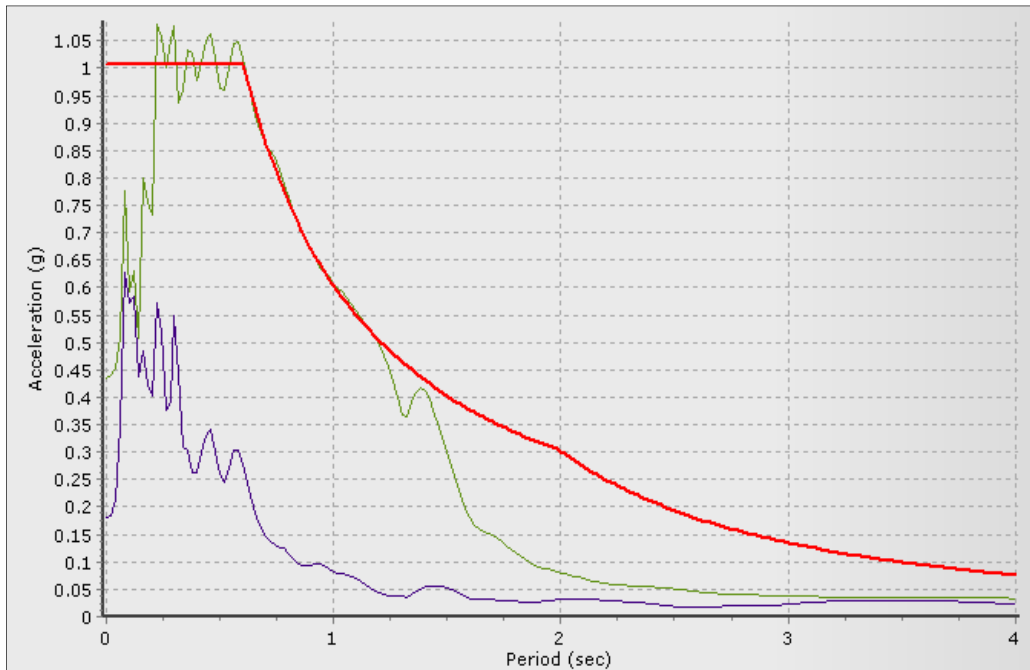


Imagen 42. Comparación de registros sísmico original vs escalado. Sismo 1966 EW– edificio 1.

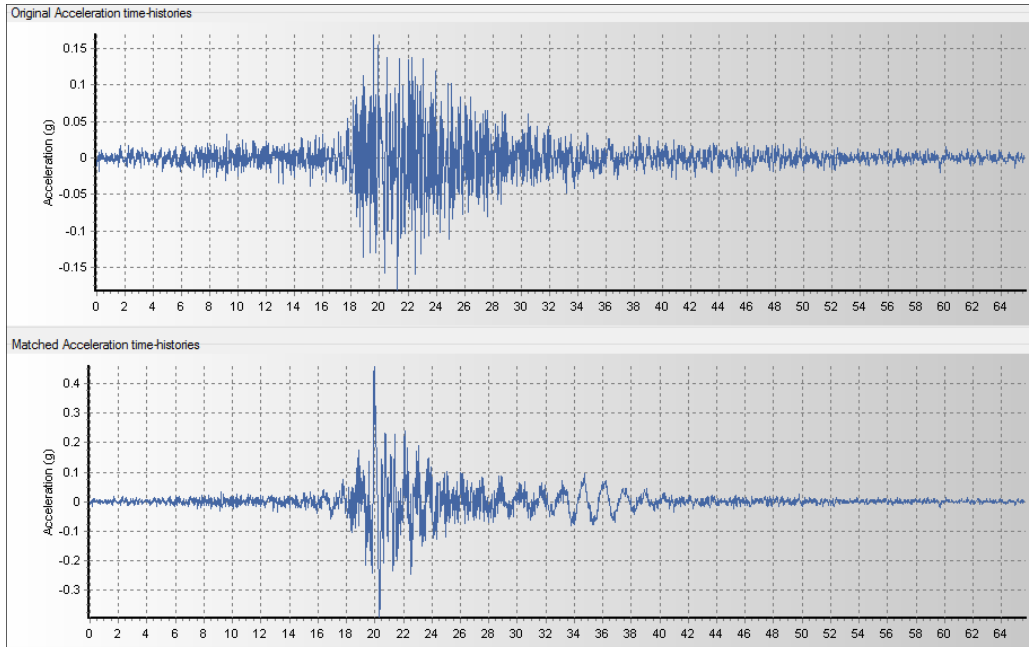


Imagen 43. Comparación de acelerograma original vs escalado. Sismo 1966
EW- edificio 2.

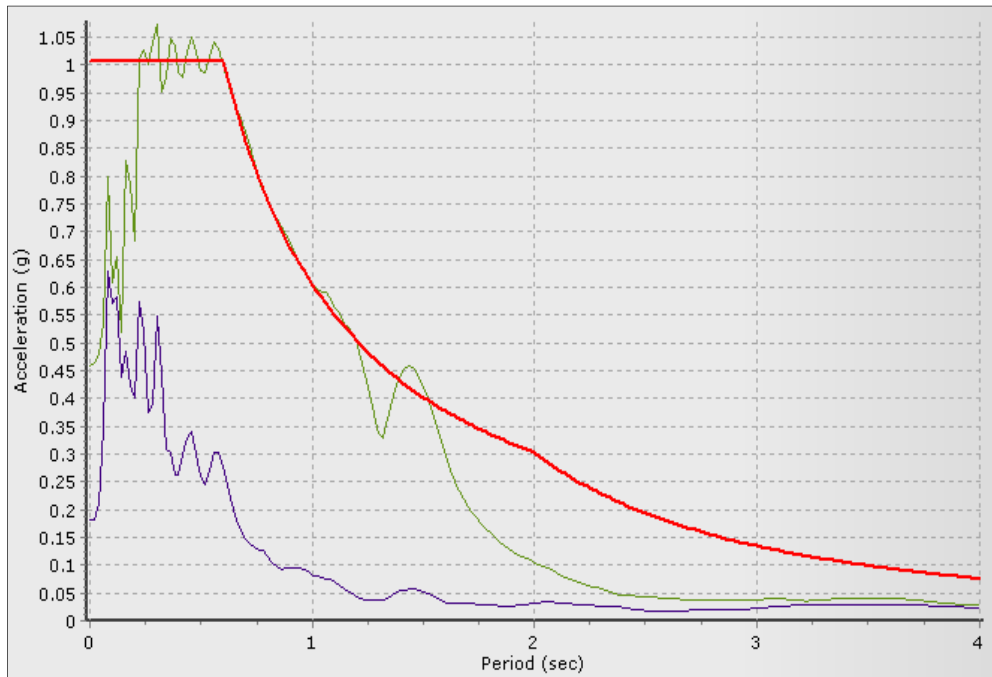


Imagen 44. Comparación de registros sísmico original vs escalado. Sismo 1966
EW- edificio 2.

4.1.6. RESPUESTA DEL EDIFICIO SIN DISIPADORES:

A partir del modelo tridimensional y el espectro de aceleraciones incorporado, se obtuvieron los siguientes resultados para la edificación sin disipadores sísmicos.

4.1.6.1. MODELAMIENTO DINAMICO CONVENCIONAL.

Los desplazamientos máximos obtenidos en la edificación 1 se muestran en el Cuadro 26 y 27, mientras que para el edificio 2 se detalla en el Cuadro 28 y 29.

Cuadro 26. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección x-x:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECHO	EQ-XX Max	X	23.8206
PISO 11	EQ-XX Max	X	22.6637
PISO 10	EQ-XX Max	X	25.9195
PISO 9	EQ-XX Max	X	24.1518
PISO 8	EQ-XX Max	X	22.0504
PISO 7	EQ-XX Max	X	19.604
PISO 6	EQ-XX Max	X	16.8404
PISO 5	EQ-XX Max	X	13.8275
PISO 4	EQ-XX Max	X	10.6643
PISO 3	EQ-XX Max	X	7.4824
PISO 2	EQ-XX Max	X	4.4559
PISO 1	EQ-XX Max	X	1.8345

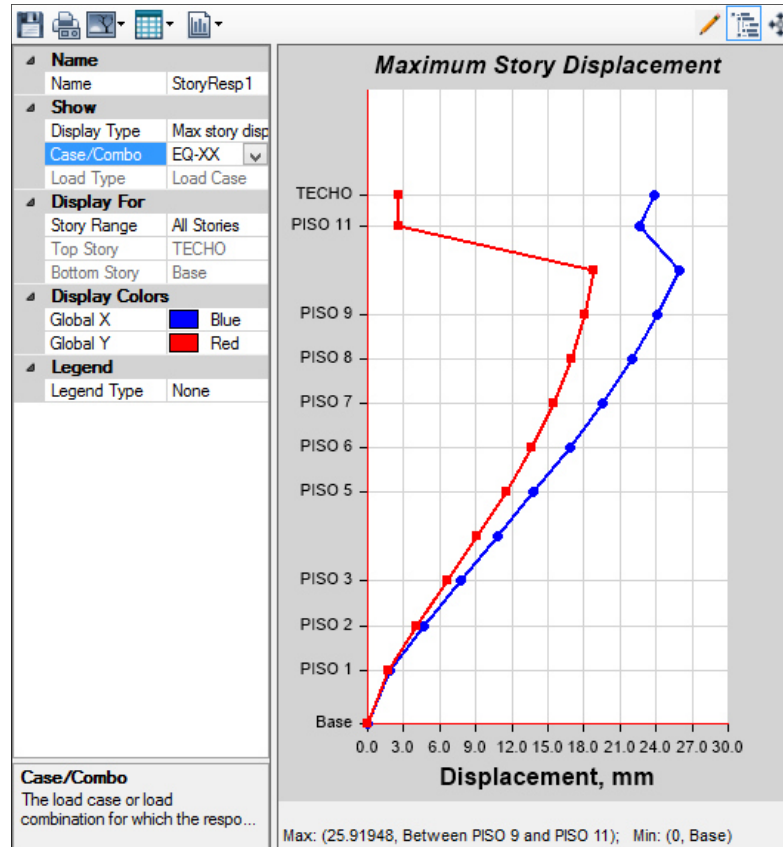


Imagen 45. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección x = 25.92 mm.
Estructura sin disipadores

Cuadro 27. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento
dinamico convencional, Dirección y-y:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECHO	EQ-YY Max	Y	34.7685
PISO 11	EQ-YY Max	Y	34.0422
PISO 10	EQ-YY Max	Y	33.8406
PISO 9	EQ-YY Max	Y	31.4442
PISO 8	EQ-YY Max	Y	28.4387
PISO 7	EQ-YY Max	Y	24.8772

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
PISO 6	EQ-YY Max	Y	20.8758
PISO 5	EQ-YY Max	Y	16.5969
PISO 4	EQ-YY Max	Y	12.2502
PISO 3	EQ-YY Max	Y	8.093
PISO 2	EQ-YY Max	Y	4.7258
PISO 1	EQ-YY Max	Y	1.8927

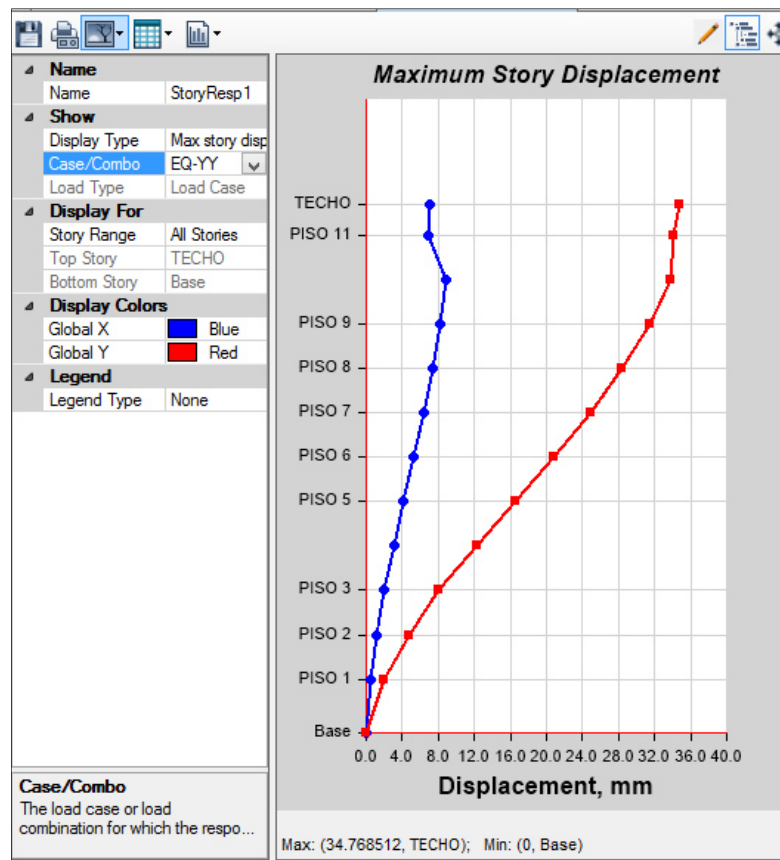


Imagen 46. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección y = 34.77mm.

Estructura sin disipadores.

De la misma manera se obtiene los desplazamientos máximos del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 28. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento
dinamico convencional, Dirección x-x:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECH.ESCALERA	EQ-X Max	X	32.262
AZOTEA	EQ-X Max	X	30.085
PISO9	EQ-X Max	X	27.465
PISO8	EQ-X Max	X	24.581
PISO7	EQ-X Max	X	21.62
PISO6	EQ-X Max	X	18.428
PISO5	EQ-X Max	X	14.927
PISO4	EQ-X Max	X	11.243
PISO3	EQ-X Max	X	7.554
PISO2	EQ-X Max	X	4.125
PISO1	EQ-X Max	X	1.35

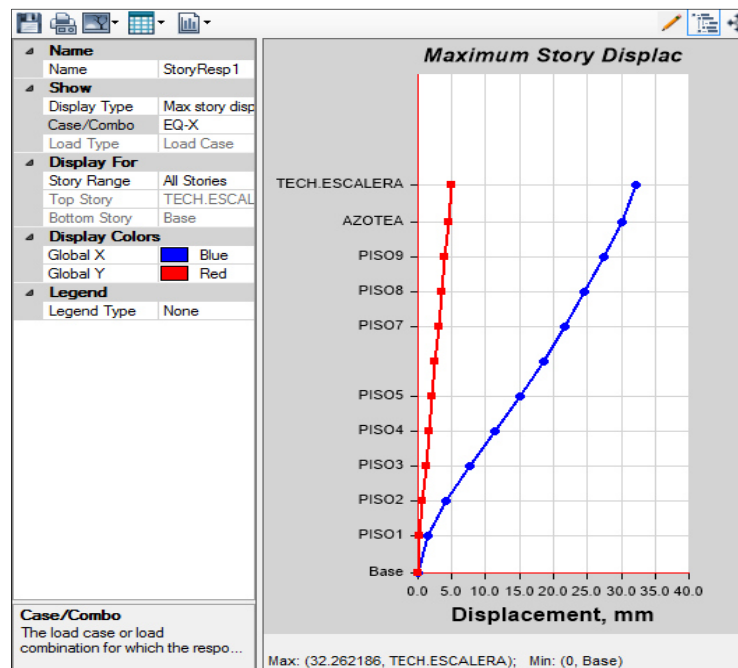


Imagen 47. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección x = 32.262 mm.
Estructura sin disipadores.

Cuadro 29. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico convencional, Dirección y-y:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECH.ESCALERA	EQ-Y Max	Y	44.939
AZOTEA	EQ-Y Max	Y	42.374
PISO9	EQ-Y Max	Y	40.036
PISO8	EQ-Y Max	Y	37.101
PISO7	EQ-Y Max	Y	33.464
PISO6	EQ-Y Max	Y	29.189
PISO5	EQ-Y Max	Y	24.37
PISO4	EQ-Y Max	Y	19.129
PISO3	EQ-Y Max	Y	13.615
PISO2	EQ-Y Max	Y	8.077
PISO1	EQ-Y Max	Y	2.987

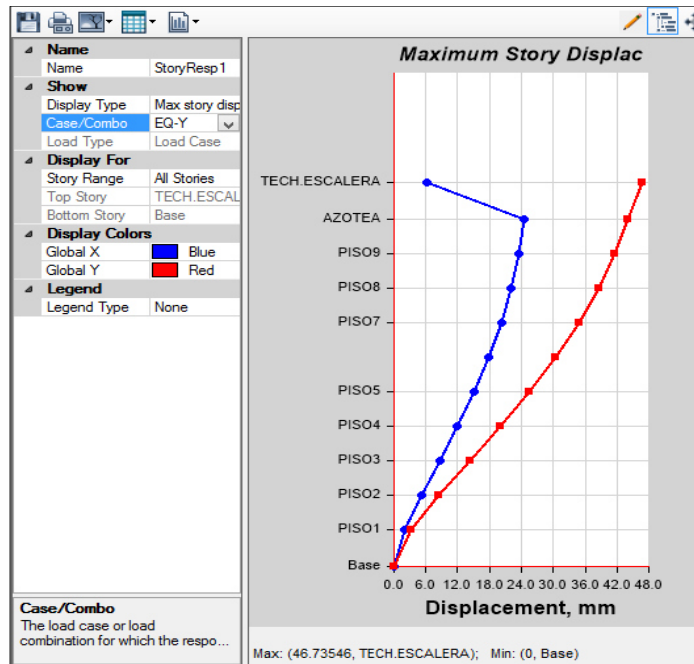


Imagen 48. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 46.74 mm. Estructura sin disipadores.

Las derivas máximas calculados para el edificio 1 se detallan en el Cuadro 30 y 31 mientras que para el edificio 2 se muestran en las Cuadros 32 y 33.

Cuadro 30. Revisión de deriva máxima edificio 1(Dirección X)

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift elastico	Drift inelastico
TECHO	EQ-XX Max	X	0.0006	0.0031
PISO 11	EQ-XX Max	X	0.0006	0.0031
PISO 10	EQ-XX Max	X	0.0007	0.0034
PISO 9	EQ-XX Max	X	0.0008	0.0041
PISO 8	EQ-XX Max	X	0.0009	0.0047
PISO 7	EQ-XX Max	X	0.0010	0.0053
PISO 6	EQ-XX Max	X	0.0011	0.0057
PISO 5	EQ-XX Max	X	0.0011	0.0060
PISO 4	EQ-XX Max	X	0.0011	0.0060
PISO 3	EQ-XX Max	X	0.0011	0.0058
PISO 2	EQ-XX Max	X	0.0010	0.0051
PISO 1	EQ-XX Max	X	0.0005	0.0028

Cuadro 31. Revisión de deriva máxima edificio 1(Dirección Y)

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift elastico	Drift inelastico
TECHO	EQ-YY Max	Y	0.0004	0.0016
PISO 11	EQ-YY Max	Y	0.0004	0.0020
PISO 10	EQ-YY Max	Y	0.0009	0.0039
PISO 9	EQ-YY Max	Y	0.0011	0.0048
PISO 8	EQ-YY Max	Y	0.0013	0.0057

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift elastico	Drift inelastico
PISO 7	EQ-YY Max	Y	0.0014	0.0064
PISO 6	EQ-YY Max	Y	0.0015	0.0069
PISO 5	EQ-YY Max	Y	0.0016	0.0070
PISO 4	EQ-YY Max	Y	0.0015	0.0067
PISO 3	EQ-YY Max	Y	0.0012	0.0054
PISO 2	EQ-YY Max	Y	0.0010	0.0046
PISO 1	EQ-YY Max	Y	0.0006	0.0025

De la misma manera se obtiene las derivas máximas del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 32. Revisión de deriva máxima edificio 2 (Dirección X)

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift elastico	Drift inelastico
TECH.ESCALERA	EQ-X Max	X	0.0009	0.0041
AZOTEA	EQ-X Max	X	0.0010	0.0043
PISO9	EQ-X Max	X	0.0011	0.0047
PISO8	EQ-X Max	X	0.0012	0.0052
PISO7	EQ-X Max	X	0.0013	0.0057
PISO6	EQ-X Max	X	0.0013	0.0060
PISO5	EQ-X Max	X	0.0014	0.0061
PISO4	EQ-X Max	X	0.0013	0.0059
PISO3	EQ-X Max	X	0.0012	0.0055
PISO2	EQ-X Max	X	0.0010	0.0045
PISO1	EQ-X Max	X	0.0005	0.0020

Cuadro 33. Revisión de deriva máxima edificio 2 (Dirección Y)

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift elastico	Drift inelastico
TECH.ESCALERA	EQ-Y Max	Y	0.0004	0.0020
AZOTEA	EQ-Y Max	Y	0.0008	0.0038
PISO9	EQ-Y Max	Y	0.0010	0.0047
PISO8	EQ-Y Max	Y	0.0013	0.0058
PISO7	EQ-Y Max	Y	0.0015	0.0069
PISO6	EQ-Y Max	Y	0.0017	0.0077
PISO5	EQ-Y Max	Y	0.0019	0.0084
PISO4	EQ-Y Max	Y	0.0020	0.0089
PISO3	EQ-Y Max	Y	0.0020	0.0089
PISO2	EQ-Y Max	Y	0.0018	0.0082
PISO1	EQ-Y Max	Y	0.0005	0.0022

**4.1.6.2. MODELAMIENTO DINAMICO CON REDUCCION SISMICA
R=1.**

Los desplazamientos máximos obtenidos en la edificación 1 se muestran en el Cuadro 34 y 35, mientras que para el edificio 2 se detalla en el Cuadro 36 y 37.

Cuadro 34. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, Dirección x-x:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECHO	EQ-XX Max	X	166.7428
PISO 11	EQ-XX Max	X	158.6447
PISO 10	EQ-XX Max	X	181.4354
PISO 9	EQ-XX Max	X	169.0619

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
PISO 8	EQ-XX Max	X	154.3518
PISO 7	EQ-XX Max	X	137.227
PISO 6	EQ-XX Max	X	117.8819
PISO 5	EQ-XX Max	X	96.7922
PISO 4	EQ-XX Max	X	74.6496
PISO 3	EQ-XX Max	X	52.3765
PISO 2	EQ-XX Max	X	31.1911
PISO 1	EQ-XX Max	X	12.8415

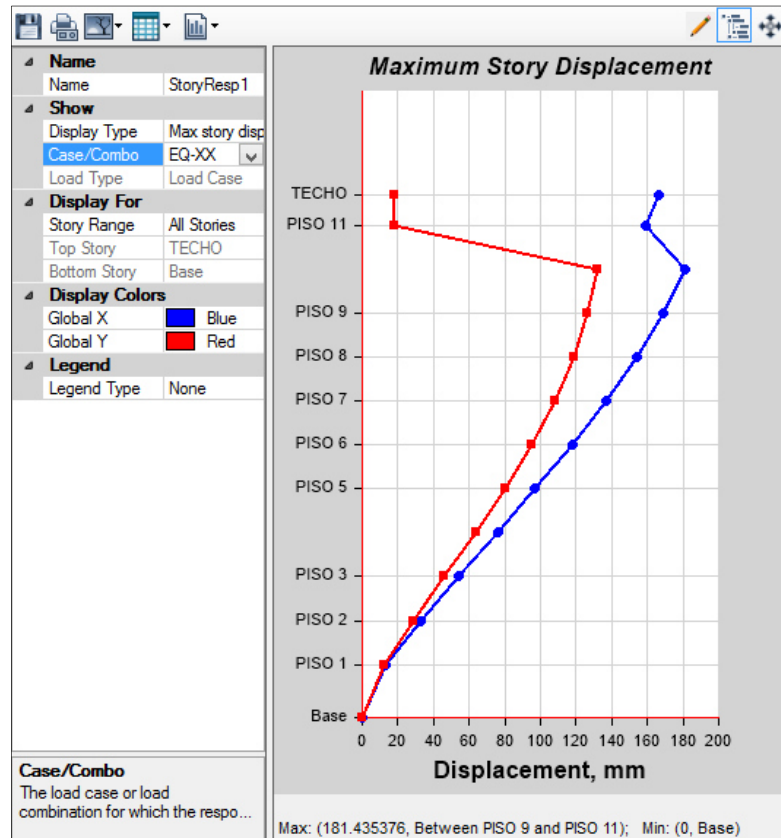


Imagen 49. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección x = 181.4354 mm. Estructura sin disipadores

Cuadro 35. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento
dinamico R=1, Dirección Y-Y:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECHO	EQ-YY Max	Y	208.6042
PISO 11	EQ-YY Max	Y	204.2465
PISO 10	EQ-YY Max	Y	203.0372
PISO 9	EQ-YY Max	Y	188.6592
PISO 8	EQ-YY Max	Y	170.6268
PISO 7	EQ-YY Max	Y	149.2585
PISO 6	EQ-YY Max	Y	125.2505
PISO 5	EQ-YY Max	Y	99.5784
PISO 4	EQ-YY Max	Y	73.4988
PISO 3	EQ-YY Max	Y	48.5568
PISO 2	EQ-YY Max	Y	28.3536
PISO 1	EQ-YY Max	Y	11.3559

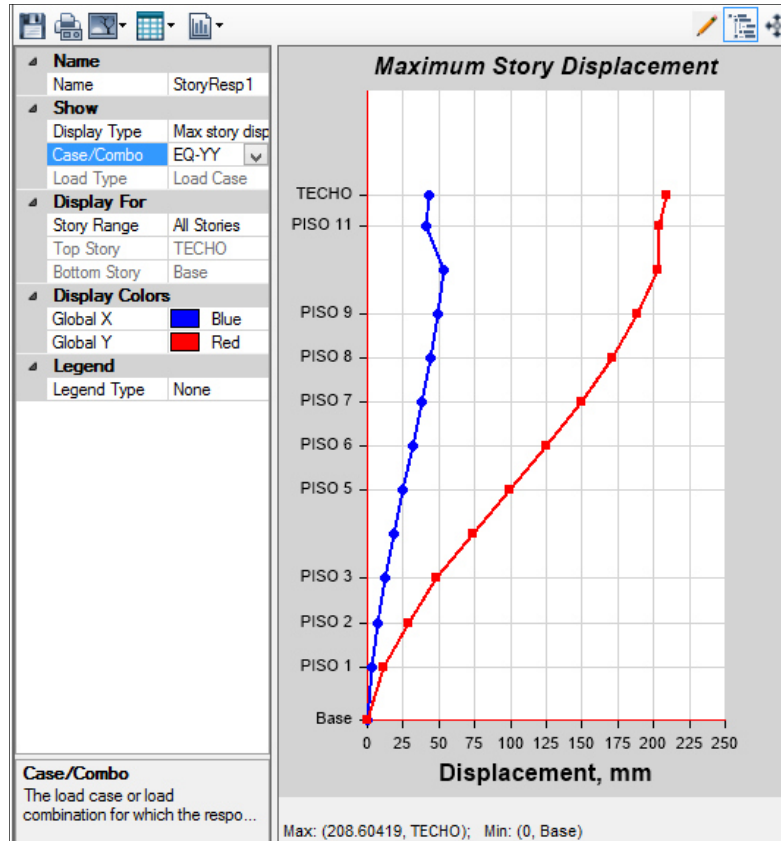


Imagen 50. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección Y =208.604 mm.
Estructura sin disipadores

De la misma manera se obtiene los desplazamientos máximos del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 36. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento dinámico $R=1$, Dirección X-X:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECH.ESCALERA	EQ-X Max	X	193.57
AZOTEA	EQ-X Max	X	180.508
PISO9	EQ-X Max	X	164.785
PISO8	EQ-X Max	X	147.483
PISO7	EQ-X Max	X	129.721

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
PISO6	EQ-X Max	X	110.567
PISO5	EQ-X Max	X	89.562
PISO4	EQ-X Max	X	67.455
PISO3	EQ-X Max	X	45.324
PISO2	EQ-X Max	X	24.747
PISO1	EQ-X Max	X	8.098

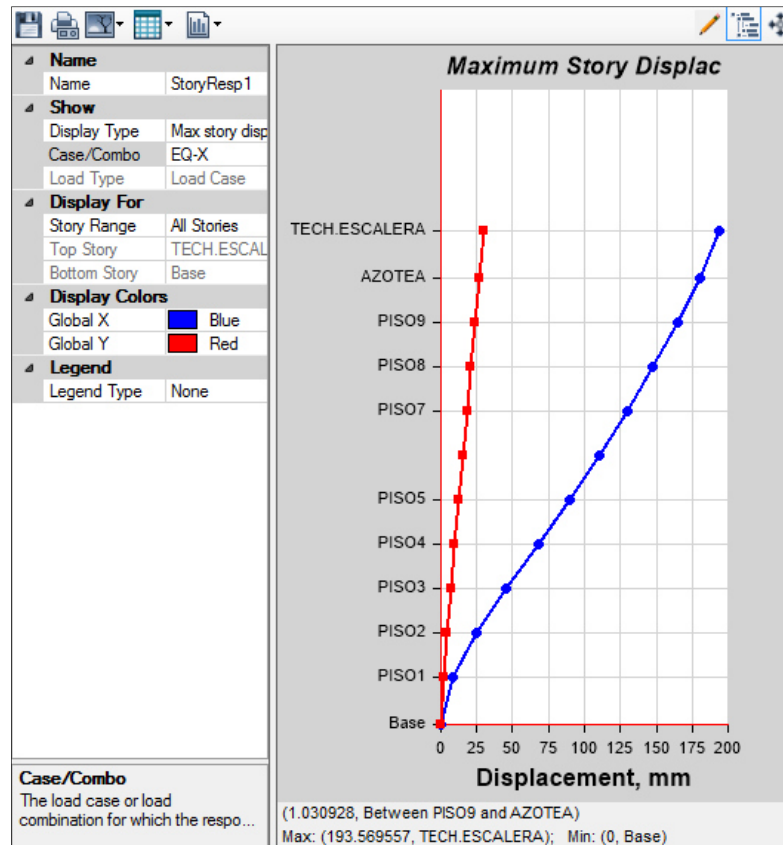


Imagen 51. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección X = 193.57 mm.

Estructura sin disipadores

Cuadro 37. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento
dinamico R=1, Dirección Y-Y:

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum
			mm
TECH.ESCALERA	EQ-Y Max	Y	269.657
AZOTEA	EQ-Y Max	Y	254.266
PISO9	EQ-Y Max	Y	240.239
PISO8	EQ-Y Max	Y	222.626
PISO7	EQ-Y Max	Y	200.805
PISO6	EQ-Y Max	Y	175.15
PISO5	EQ-Y Max	Y	146.235
PISO4	EQ-Y Max	Y	114.786
PISO3	EQ-Y Max	Y	81.698
PISO2	EQ-Y Max	Y	48.463
PISO1	EQ-Y Max	Y	17.924

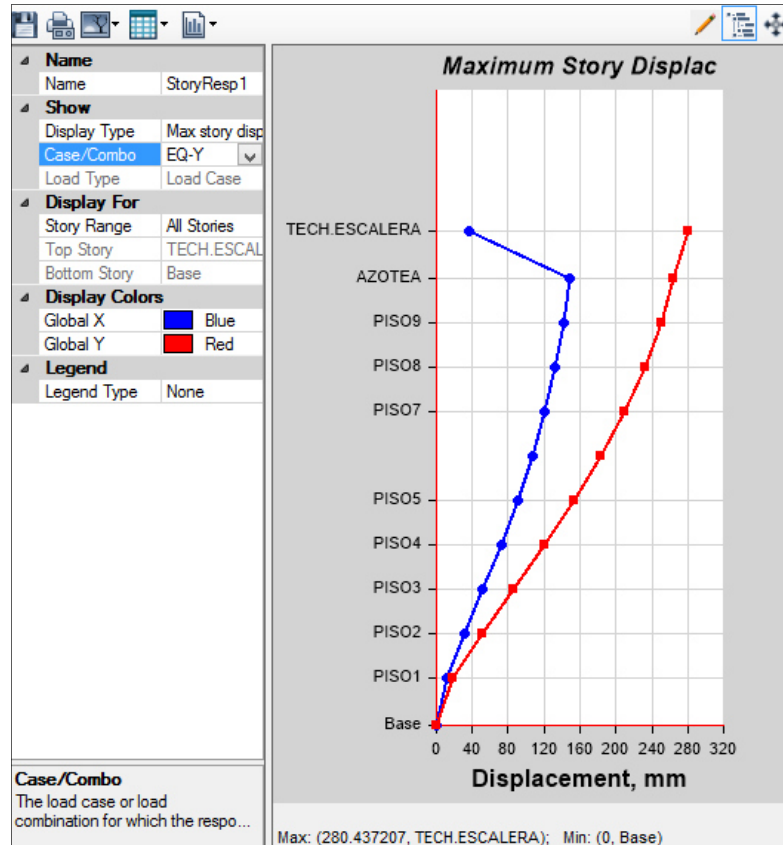


Imagen 52. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 280.44 mm.
Estructura sin disipadores

Las derivas máximas calculados para el edificio 1 se detallan en el Cuadro 38 y 39 mientras que para el edificio 2 se muestran en las Cuadros 40 y 41.

Cuadro 38. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento dinámico $R=1$, (Dirección X)

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
TECHO	EQ-XX Max	X	0.0041
PISO 11	EQ-XX Max	X	0.0042
PISO 10	EQ-XX Max	X	0.0046
PISO 9	EQ-XX Max	X	0.0054

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
PISO 8	EQ-XX Max	X	0.0063
PISO 7	EQ-XX Max	X	0.0070
PISO 6	EQ-XX Max	X	0.0076
PISO 5	EQ-XX Max	X	0.0080
PISO 4	EQ-XX Max	X	0.0080
PISO 3	EQ-XX Max	X	0.0077
PISO 2	EQ-XX Max	X	0.0068
PISO 1	EQ-XX Max	X	0.0038

Cuadro 39. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección Y)

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
TECHO	EQ-YY Max	Y	0.0022
PISO 11	EQ-YY Max	Y	0.0036
PISO 10	EQ-YY Max	Y	0.0052
PISO 9	EQ-YY Max	Y	0.0066
PISO 8	EQ-YY Max	Y	0.0078
PISO 7	EQ-YY Max	Y	0.0087
PISO 6	EQ-YY Max	Y	0.0093
PISO 5	EQ-YY Max	Y	0.0094
PISO 4	EQ-YY Max	Y	0.0089
PISO 3	EQ-YY Max	Y	0.0079
PISO 2	EQ-YY Max	Y	0.0061
PISO 1	EQ-YY Max	Y	0.0033

De la misma manera se obtiene las derivas máximas del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 40. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección X)

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
TECH.ESCALERA	EQ-X Max	X	0.0054
AZOTEA	EQ-X Max	X	0.0057
PISO9	EQ-X Max	X	0.0063
PISO8	EQ-X Max	X	0.0070
PISO7	EQ-X Max	X	0.0076
PISO6	EQ-X Max	X	0.0080
PISO5	EQ-X Max	X	0.0081
PISO4	EQ-X Max	X	0.0079
PISO3	EQ-X Max	X	0.0074
PISO2	EQ-X Max	X	0.0059
PISO1	EQ-X Max	X	0.0027

Cuadro 41. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento dinámico R=1, (Dirección Y)

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
TECH.ESCALERA	EQ-Y Max	X	0.0057
AZOTEA	EQ-Y Max	X	0.0055
PISO9	EQ-Y Max	X	0.0069
PISO8	EQ-Y Max	X	0.0085
PISO7	EQ-Y Max	X	0.0099

TABLE: Story Drifts			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift inelastico
PISO6	EQ-Y Max	X	0.0110
PISO5	EQ-Y Max	X	0.0118
PISO4	EQ-Y Max	X	0.0124
PISO3	EQ-Y Max	X	0.0124
PISO2	EQ-Y Max	X	0.0114
PISO1	EQ-Y Max	X	0.0060

4.1.6.3. MODELAMIENTO LINEAL TIEMPO-HISTORIA

Una vez que tengamos nuestros acelerogramas escalados al espectro de diseño en sus dos componentes podremos realizar el Modelamiento Lineal Tiempo- Historia.

Los desplazamientos máximos obtenidos en la edificación 1 se muestran en el Cuadro 42 y 43, mientras que para el edificio 2 se detalla en el Cuadro 44 y 45.

Cuadro 42. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección X-X:

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
TECHO	175.81	176.45	169.07	168.04	178.27	167.56	179.09	154.87	179.09	
AZOTEA	167.18	168.06	161.02	158.66	169.76	159.30	170.21	147.54	170.21	
PISO 10	163.38	169.25	173.13	194.69	174.69	184.16	192.67	160.66	194.69	
PISO 9	152.98	158.49	161.09	180.29	162.06	171.40	179.42	149.05	180.29	
PISO 8	140.39	146.49	147.17	163.07	147.75	156.20	163.89	135.28	163.89	
PISO 7	125.65	131.70	130.93	143.19	131.38	138.48	146.30	119.36	146.30	

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
PISO 6	108.93	114.10	112.49	121.12	113.01	118.47	126.31	101.56	126.31	
PISO 5	91.13	94.21	92.32	98.15	92.96	96.71	104.25	82.42	104.25	
PISO 4	72.07	72.76	71.08	74.90	71.78	74.01	80.95	62.69	80.95	
PISO 3	51.53	50.76	49.72	51.93	50.32	51.44	57.08	43.92	57.08	
PISO 2	30.91	30.38	29.46	30.75	29.85	30.30	34.06	26.28	34.06	
PISO 1	12.40	12.63	12.03	12.68	12.21	12.33	14.00	10.86	14.00	
MAX	175.81	176.45	173.13	194.69	178.27	184.16	192.67	160.66	194.69	

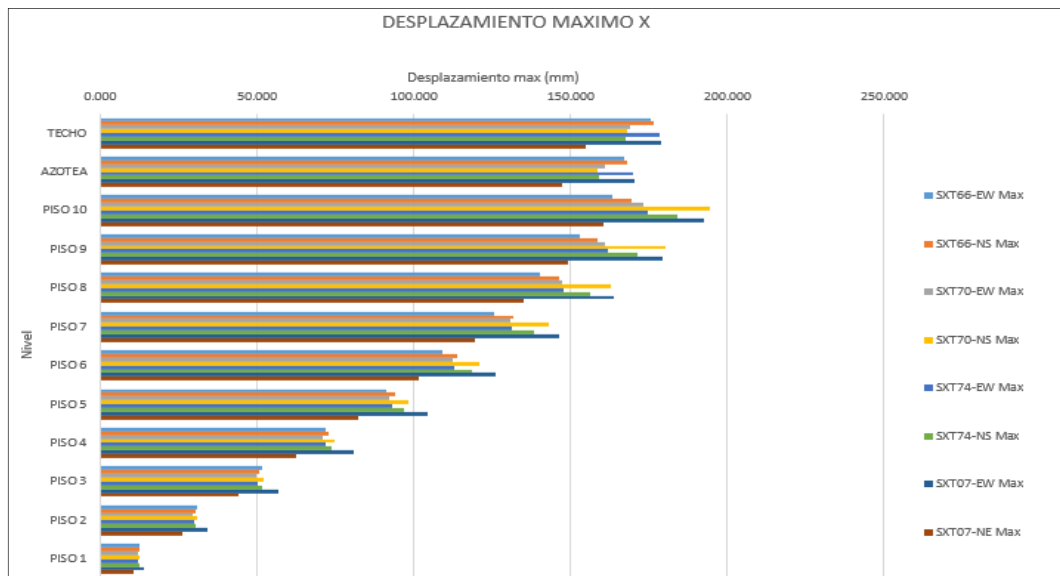


Imagen 53. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección X = 194.69 mm.
Estructura sin disipadores

Cuadro 43. Desplazamiento máximo del edificio 1 por nivel modelamiento
 tiempo-historia, Dirección Y-Y:

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN Y									
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX
TECHO	188.72	206.70	165.41	215.43	168.67	158.86	186.38	106.90	215.43
AZOTEA	185.12	202.29	162.00	210.41	164.79	155.41	182.69	104.53	210.41
PISO 10	189.27	199.45	161.38	207.13	159.60	154.64	182.01	104.21	207.13
PISO 9	178.32	185.33	150.03	191.04	148.44	143.24	169.75	96.26	191.04
PISO 8	164.52	167.61	135.71	171.36	134.39	128.95	154.24	86.30	171.36
PISO 7	147.74	146.61	118.62	148.39	117.66	112.10	135.63	76.13	148.39
PISO 6	127.63	123.00	99.36	124.54	98.75	94.14	114.40	65.16	127.63
PISO 5	104.59	97.76	78.78	99.51	78.46	75.79	91.36	53.51	104.59
PISO 4	79.54	72.10	57.97	74.28	59.70	56.92	67.66	41.08	79.54
PISO 3	54.07	49.32	39.11	49.57	41.45	38.31	44.78	28.55	54.07
PISO 2	30.93	28.79	22.77	27.38	24.27	21.38	26.07	16.75	30.93
PISO 1	12.62	11.51	9.06	10.46	9.74	8.38	10.45	6.76	12.62
MAX	189.27	206.70	165.41	215.43	168.67	158.86	186.38	106.90	215.43

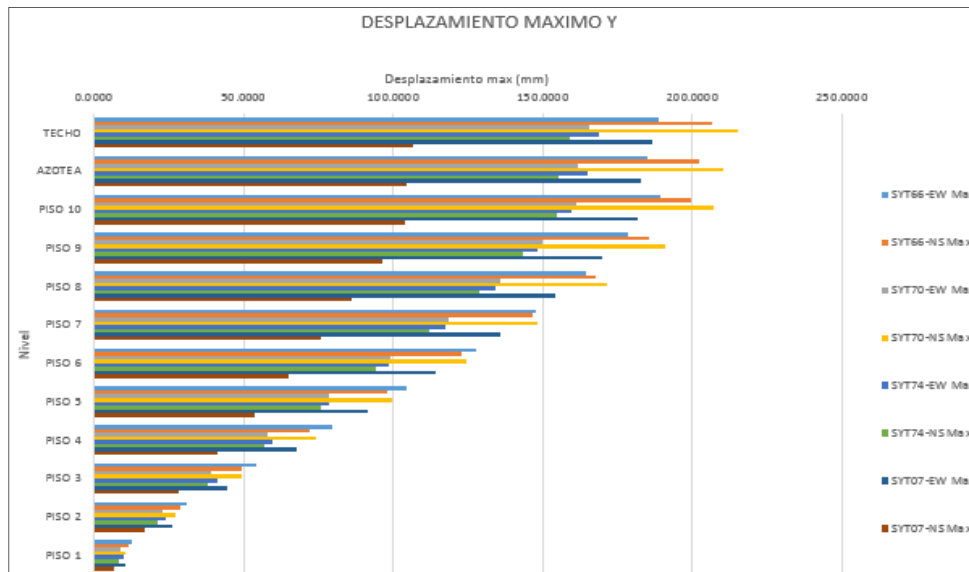


Imagen 54. Desplazamiento máximo del edificio 1 en dirección Y = 215.43 mm.
Estructura sin disipadores

De la misma manera se obtiene los desplazamientos máximos del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 44. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, Dirección X-X:

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NS Max	MAX	
TECH.ESC.	194.06	188.38	200.25	183.10	183.10	190.60	146.03	146.18	200.25	
AZOTEA	179.97	178.50	186.94	154.36	171.72	176.77	137.00	134.78	186.94	
PISO9	163.96	163.72	170.62	139.43	156.42	161.13	124.88	125.15	170.62	
PISO8	148.42	147.28	152.56	123.13	139.56	145.10	111.49	113.81	152.56	
PISO7	131.64	128.80	133.35	106.63	121.03	128.19	96.68	100.55	133.35	
PISO6	112.48	108.30	113.31	89.65	100.88	108.98	80.55	86.47	113.31	
PISO5	91.27	86.31	91.43	72.04	80.24	87.97	64.45	70.71	91.43	
PISO4	69.40	64.98	68.54	54.53	60.05	65.95	48.16	53.77	69.40	
PISO3	47.19	43.49	45.82	36.93	40.32	44.07	32.10	36.49	47.19	

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NS Max	MAX	
PISO2	26.11	23.56	24.89	20.39	21.97	23.91	17.66	20.13	26.11	
PISO1	8.65	7.62	8.10	6.72	7.16	7.78	5.84	6.67	8.65	
MAX	194.06	188.38	200.25	183.10	183.10	190.60	146.03	146.18	200.25	

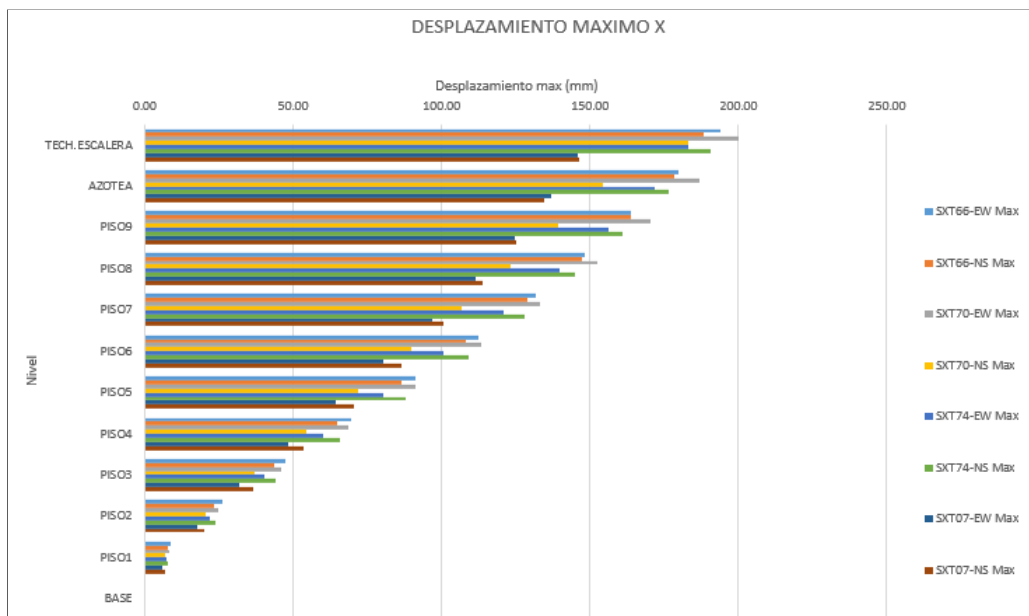


Imagen 55. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección X = 200.25 mm.
Estructura sin disipadores

Cuadro 45. Desplazamiento máximo del edificio 2 por nivel modelamiento
 tiempo-historia, Dirección Y-Y:

DESPLAZAMIENTO MAXIMO (mm) EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECH.ESCA	288.47	217.08	281.57	301.12	301.12	237.47	241.18	279.12	301.12	
AZOTEA	270.38	204.81	265.88	255.62	283.44	223.62	228.75	262.15	283.44	
PISO9	254.38	193.60	251.49	241.81	267.38	210.84	217.77	246.58	267.38	
PISO8	234.24	179.61	233.30	224.27	247.04	195.32	203.70	227.00	247.04	
PISO7	210.38	162.12	210.50	202.24	221.66	176.12	185.88	203.29	221.66	
PISO6	186.43	141.36	183.39	176.12	191.79	153.38	164.39	175.92	191.79	
PISO5	157.51	117.86	152.62	146.64	158.55	127.72	139.47	145.75	158.55	
PISO4	124.45	92.29	119.15	114.66	123.17	99.94	111.30	113.46	124.45	
PISO3	88.79	65.46	84.19	81.20	86.83	70.91	80.51	80.07	88.79	
PISO2	52.55	38.70	49.53	47.88	51.09	41.93	48.51	46.97	52.55	
PISO1	19.30	14.28	18.18	17.60	18.77	15.48	18.18	17.18	19.30	
MAX	288.47	217.08	281.57	301.12	301.12	237.47	241.18	279.12	301.12	

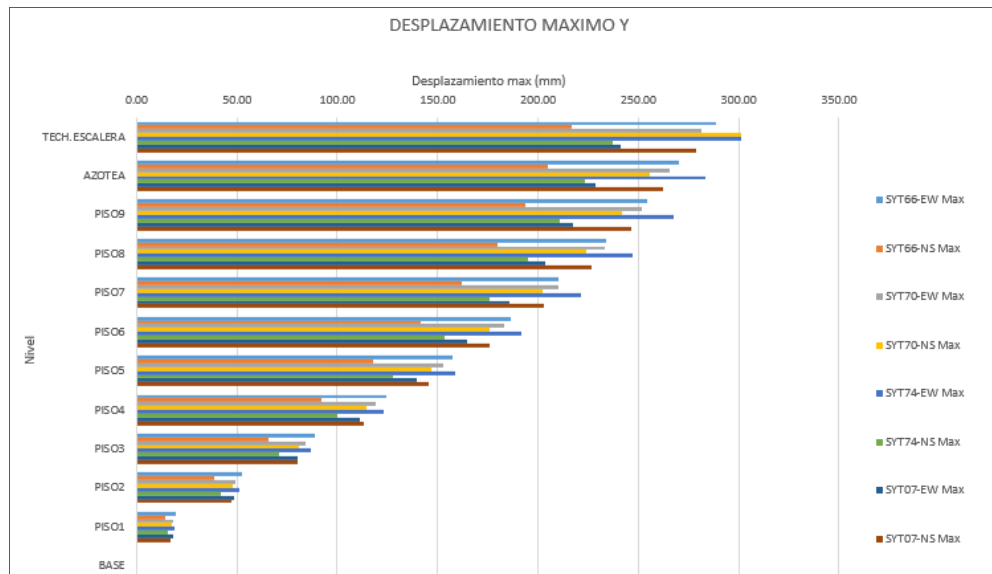


Imagen 56. Desplazamiento máximo del edificio 2 en dirección Y = 301.12 mm.
Estructura sin disipadores

Las derivas máximas calculados para el edificio 1 se detallan en el Cuadro 46 y 47 mientras que para el edificio 2 se muestran en las Cuadros 48 y 49.

Cuadro 46. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección X)

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
TECHO	0.0045	0.0044	0.0040	0.0047	0.0043	0.0041	0.0045	0.0037	0.0047	
AZOTEA	0.0045	0.0044	0.0041	0.0048	0.0043	0.0042	0.0046	0.0037	0.0048	
PISO 10	0.0044	0.0044	0.0043	0.0053	0.0046	0.0046	0.0049	0.0041	0.0053	
PISO 9	0.0050	0.0051	0.0051	0.0063	0.0053	0.0055	0.0057	0.0049	0.0063	
PISO 8	0.0057	0.0059	0.0059	0.0072	0.0061	0.0063	0.0066	0.0057	0.0072	
PISO 7	0.0065	0.0067	0.0066	0.0079	0.0068	0.0071	0.0073	0.0064	0.0079	
PISO 6	0.0071	0.0073	0.0072	0.0084	0.0073	0.0078	0.0080	0.0068	0.0084	

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
PISO 5	0.0075	0.0078	0.0076	0.0085	0.0076	0.0081	0.0084	0.0070	0.0085	
PISO 4	0.0076	0.0080	0.0076	0.0082	0.0077	0.0081	0.0085	0.0069	0.0085	
PISO 3	0.0077	0.0077	0.0072	0.0076	0.0073	0.0076	0.0082	0.0064	0.0082	
PISO 2	0.0069	0.0066	0.0062	0.0066	0.0063	0.0064	0.0072	0.0055	0.0072	
PISO 1	0.0036	0.0037	0.0035	0.0037	0.0036	0.0036	0.0041	0.0032	0.0041	
MAX	0.0077	0.0080	0.0076	0.0085	0.0077	0.0081	0.0085	0.0070	0.0085	

Cuadro 47. Revisión de deriva máxima edificio 1 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección Y)

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECHO	0.0021	0.0022	0.0017	0.0025	0.0019	0.0017	0.0018	0.0012	0.0025	
AZOTEA	0.0034	0.0036	0.0028	0.0041	0.0032	0.0029	0.0030	0.0020	0.0041	
PISO 10	0.0050	0.0051	0.0041	0.0059	0.0045	0.0041	0.0044	0.0029	0.0059	
PISO 9	0.0062	0.0064	0.0051	0.0074	0.0056	0.0052	0.0056	0.0036	0.0074	
PISO 8	0.0073	0.0075	0.0061	0.0086	0.0065	0.0061	0.0067	0.0042	0.0086	
PISO 7	0.0080	0.0084	0.0069	0.0094	0.0071	0.0068	0.0076	0.0047	0.0094	
PISO 6	0.0085	0.0090	0.0074	0.0097	0.0074	0.0071	0.0082	0.0049	0.0097	
PISO 5	0.0090	0.0092	0.0074	0.0094	0.0074	0.0071	0.0085	0.0048	0.0094	
PISO 4	0.0091	0.0088	0.0071	0.0089	0.0070	0.0067	0.0082	0.0046	0.0091	
PISO 3	0.0084	0.0077	0.0062	0.0079	0.0062	0.0060	0.0072	0.0042	0.0084	
PISO 2	0.0068	0.0062	0.0049	0.0062	0.0052	0.0048	0.0056	0.0036	0.0068	
PISO 1	0.0037	0.0034	0.0027	0.0031	0.0029	0.0025	0.0031	0.0020	0.0037	
MAX	0.0091	0.0092	0.0074	0.0097	0.0074	0.0071	0.0085	0.0049	0.0097	

De la misma manera se obtiene las derivas máximas del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 48. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección X)

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66- EW Max	SXT66- NS Max	SXT70- EW Max	SXT70- NS Max	SXT74- EW Max	SXT74- NS Max	SXT07- EW Max	SXT07- NS Max	MAX	
TECH.ESC	0.0055	0.0050	0.0056	0.0052	0.0052	0.0053	0.0041	0.0041	0.0056	
AZOTEA	0.0059	0.0053	0.0059	0.0055	0.0055	0.0056	0.0043	0.0043	0.0059	
PISO9	0.0064	0.0059	0.0065	0.0060	0.0060	0.0062	0.0048	0.0047	0.0065	
PISO8	0.0071	0.0066	0.0072	0.0065	0.0067	0.0068	0.0053	0.0051	0.0072	
PISO7	0.0076	0.0073	0.0078	0.0068	0.0072	0.0074	0.0058	0.0056	0.0078	
PISO6	0.0080	0.0079	0.0083	0.0069	0.0076	0.0078	0.0061	0.0059	0.0083	
PISO5	0.0081	0.0081	0.0084	0.0067	0.0077	0.0079	0.0061	0.0062	0.0084	
PISO4	0.0080	0.0079	0.0081	0.0065	0.0073	0.0078	0.0058	0.0062	0.0081	
PISO3	0.0075	0.0071	0.0075	0.0060	0.0066	0.0072	0.0053	0.0058	0.0075	
PISO2	0.0062	0.0057	0.0060	0.0049	0.0053	0.0058	0.0042	0.0048	0.0062	
PISO1	0.0029	0.0025	0.0027	0.0022	0.0024	0.0026	0.0019	0.0022	0.0029	
MAX	0.0081	0.0081	0.0084	0.0069	0.0077	0.0079	0.0061	0.0062	0.0084	

Cuadro 49. Revisión de deriva máxima edificio 2 por nivel modelamiento tiempo-historia, (Dirección Y)

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y									
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX
TECH.ESC	0.0062	0.0045	0.0054	0.0052	0.0061	0.0052	0.0057	0.0060	0.0062
AZOTEA	0.0061	0.0043	0.0053	0.0051	0.0060	0.0051	0.0055	0.0059	0.0061

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
PISO9	0.0077	0.0055	0.0067	0.0066	0.0077	0.0065	0.0068	0.0074	0.0077	
PISO8	0.0095	0.0066	0.0084	0.0082	0.0096	0.0081	0.0082	0.0091	0.0096	
PISO7	0.0110	0.0077	0.0100	0.0096	0.0112	0.0093	0.0092	0.0105	0.0112	
PISO6	0.0121	0.0087	0.0114	0.0109	0.0125	0.0101	0.0099	0.0115	0.0125	
PISO5	0.0126	0.0094	0.0124	0.0118	0.0133	0.0107	0.0108	0.0121	0.0133	
PISO4	0.0133	0.0099	0.0130	0.0124	0.0136	0.0110	0.0117	0.0124	0.0136	
PISO3	0.0135	0.0099	0.0129	0.0124	0.0134	0.0107	0.0121	0.0123	0.0135	
PISO2	0.0124	0.0090	0.0116	0.0112	0.0121	0.0098	0.0114	0.0110	0.0124	
PISO1	0.0064	0.0048	0.0061	0.0059	0.0063	0.0052	0.0061	0.0057	0.0064	
MAX	0.0135	0.0099	0.0130	0.0124	0.0136	0.0110	0.0121	0.0124	0.0136	

4.1.6.4. RESUMEN DE REVISION DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS DE ENTREPISO

La investigación se enfoca en esta parte pues es el objetivo principal reducir las derivas, por tal motivo se procede a la revisión de desplazamientos laterales con los análisis que se desarrollaron anteriormente. Distorsión de entrepiso permitida ≤ 0.007 .

El resumen de las derivas máximas calculados para el edificio 1 se detallan en el Cuadro 50 y 51 mientras que para el edificio 2 se muestran en las Cuadros 52 y 53.

Cuadro 50. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 1, (Dirección X)

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 1 X-X			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
TECHO	0.0031	0.0041	0.0047
PISO 11	0.0031	0.0042	0.0048
PISO 10	0.0034	0.0046	0.0053
PISO 9	0.0041	0.0054	0.0063
PISO 8	0.0047	0.0063	0.0072
PISO 7	0.0053	0.0070	0.0079
PISO 6	0.0057	0.0076	0.0084
PISO 5	0.0060	0.0080	0.0085
PISO 4	0.0060	0.0080	0.0085
PISO 3	0.0058	0.0077	0.0082
PISO 2	0.0051	0.0068	0.0072
PISO 1	0.0028	0.0038	0.0041
Δmax=		0.0085	

La deriva máxima obtenida en este caso es de **0.0085** por lo que NO CUMPLE la deriva recomendada por la norma E030 2016.

Cuadro 51. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 1, (Dirección Y)

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 1 Y-Y			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
TECHO	0.0016	0.0022	0.0025
PISO 11	0.0020	0.0036	0.0041
PISO 10	0.0039	0.0052	0.0059
PISO 9	0.0048	0.0066	0.0074
PISO 8	0.0057	0.0078	0.0086
PISO 7	0.0064	0.0087	0.0094

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 1 Y-Y			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
PISO 6	0.0069	0.0093	0.0097
PISO 5	0.0070	0.0094	0.0094
PISO 4	0.0067	0.0089	0.0091
PISO 3	0.0054	0.0079	0.0084
PISO 2	0.0046	0.0061	0.0068
PISO 1	0.0025	0.0033	0.0037

$\Delta_{max} = 0.0097$

De igual manera en la dirección Y tampoco se cumple con la deriva limite ya que se obtiene una deriva de 0.0097.

De la misma manera se obtiene el resumen de derivas máximas del edificio 2, tanto en dirección X como en dirección Y.

Cuadro 52. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 2, (Dirección X)

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 2 X-X			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
TECH.ESCALERA	0.0041	0.0054	0.0056
AZOTEA	0.0043	0.0057	0.0059
PISO9	0.0047	0.0063	0.0065
PISO8	0.0052	0.0070	0.0072
PISO7	0.0057	0.0076	0.0078
PISO6	0.0060	0.0080	0.0083
PISO5	0.0061	0.0081	0.0084
PISO4	0.0059	0.0079	0.0081
PISO3	0.0055	0.0074	0.0075

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 2 X-X			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
PISO2	0.0045	0.0059	0.0062
PISO1	0.0020	0.0027	0.0029
$\Delta_{max} =$		0.0084	

La deriva máxima obtenida en este caso es de 0.0084 por lo que NO CUMPLE la deriva recomendada por la norma E030 2016.

Cuadro 53. Comparación de Revisión de deriva máxima edificio 2, (Dirección Y)

REVISION DE DERIVAS MAXIMAS EDIFICIO 2 Y-Y			
PISOS	Drift Espectral Convencional	Drift Espectral R=1	Drift Tiempo-Historia
TECH.ESCALERA	0.0020	0.0057	0.0062
AZOTEA	0.0038	0.0055	0.0061
PISO9	0.0047	0.0069	0.0077
PISO8	0.0058	0.0085	0.0096
PISO7	0.0069	0.0099	0.0112
PISO6	0.0077	0.0110	0.0125
PISO5	0.0084	0.0118	0.0133
PISO4	0.0089	0.0124	0.0136
PISO3	0.0089	0.0124	0.0135
PISO2	0.0082	0.0114	0.0124
PISO1	0.0022	0.0060	0.0064
$\Delta_{max} =$		0.0136	

De igual manera en la dirección Y tampoco se cumple con la deriva limite ya que se obtiene una deriva de 0.0136.

Estos valores son mayores al valor de 0.007, establecido como máximo por la norma peruana sismorresistente E.030, para edificios de concreto armado.

4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL CON DISIPADORES:

4.2.1. ELECCIÓN DEL OBJETIVO DE DESEMPEÑO

Para tener una dirección en la investigación se tuvieron en cuenta algunos aspectos de normas entre ellas la clasificación del SEAOC, y según la cual el edificio en estudio es una Estructura Básica. Elegimos como sismo de diseño un Sismo de 500 años de periodo de retorno.

El Cuadro 54 ilustra la definición de los niveles de desempeño para estructuras básicas (oficinas y viviendas). Puede observarse que el nivel de desempeño elegido es el de Seguridad o Resguardo de la vida que corresponde para un movimiento sísmico de diseño de sismo raro.

Cuadro 54. Objetivos de desempeño para estructuras básicas.

Movimiento Sísmico de Diseño	Nivel de desempeño mínimo
Sismo Frecuente	Totalmente Operacional
Sismo Ocasional	Operacional
Sismo Raro	Seguridad
Sismo Muy raro	Próximo a colapso

Por lo tanto, se obtienen los niveles de desempeño y sus correspondientes derivas características haciendo uso, además, de las equivalencias de las Cuadros 5 y 6 anteriormente enunciadas. En el Cuadro 55 se expone las relaciones desempeño-deriva para edificios CH2. Se elige la deriva objetivo del Nivel de Desempeño Seguridad: 0.005.

Cuadro 55. Niveles de desempeño y derivas objetivo para edificios tipo CH2
(HAZUS Y SEAOC VISION 2000).

Nivel de Desempeño Objetivo	Deriva Objetivo
Totalmente Operacional	0.002
Operacional	
Seguridad	0.005
Pre-Colapso	0.015
Colapso	0.040

4.2.2. UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE DISIPACION

El ASCE 7-10 exige como mínimo 2 dispositivos por dirección de análisis en cada piso y en arreglo tal que no genere torsión. En el caso del edificio 1, considerando un margen razonable de seguridad proponemos 6 dispositivos por piso, 3 en la dirección X y 3 en la dirección Y, todos ubicados en los pórticos exteriores del edificio. Cuando los amortiguadores están alejados del centro de masa, nos brindan la ventaja de trabajar en la zona de máximas velocidades (zona de mayor efectividad de los dispositivos de fluido viscoso). Otra ventaja de esta ubicación es la simetría y regularidad, factores que permiten un mejor control de los efectos de la torsión. Para controlar la torsión se optó por colocar un disipador en los pórticos posterior y pórtico del eje "I"

Para el edificio 2 se propone 5 dispositivos por nivel, 3 en la dirección X y 2 en la dirección Y por tener más placas en este sentido.

La ubicación y disposición de los amortiguadores puede observarse en las imagenes siguientes.

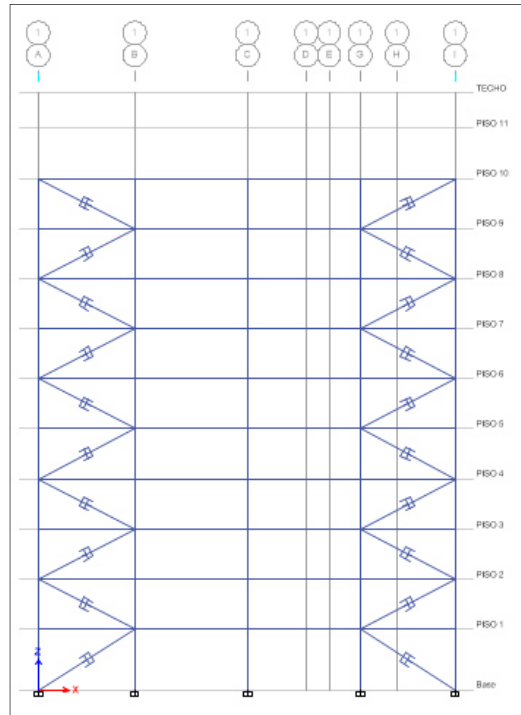


Imagen 57. Dispositivos en el eje 1, Dirección X Edificio 1.

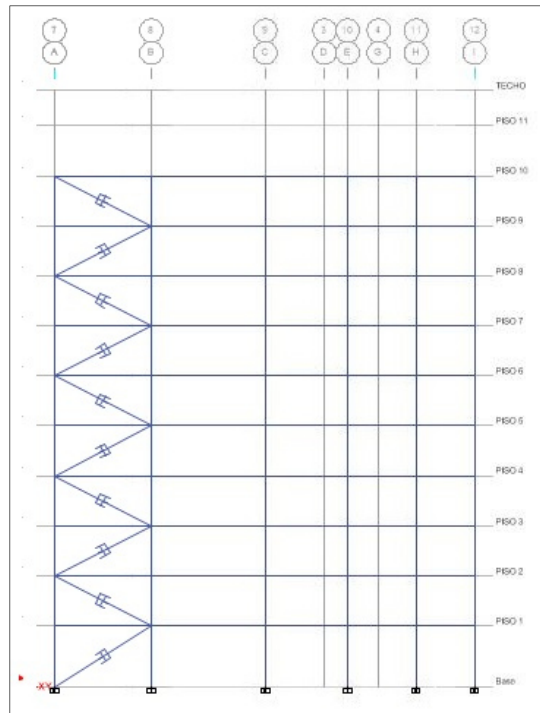


Imagen 58. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 1.

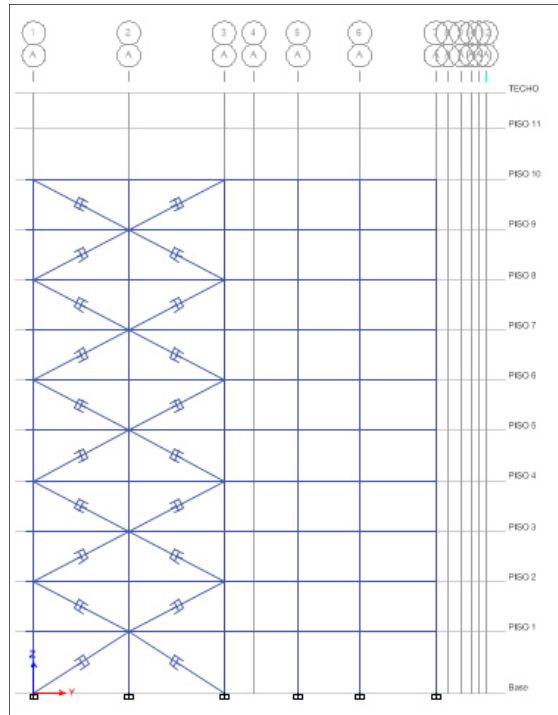


Imagen 59. Dispositivos en el eje A, Dirección Y Edificio 1.

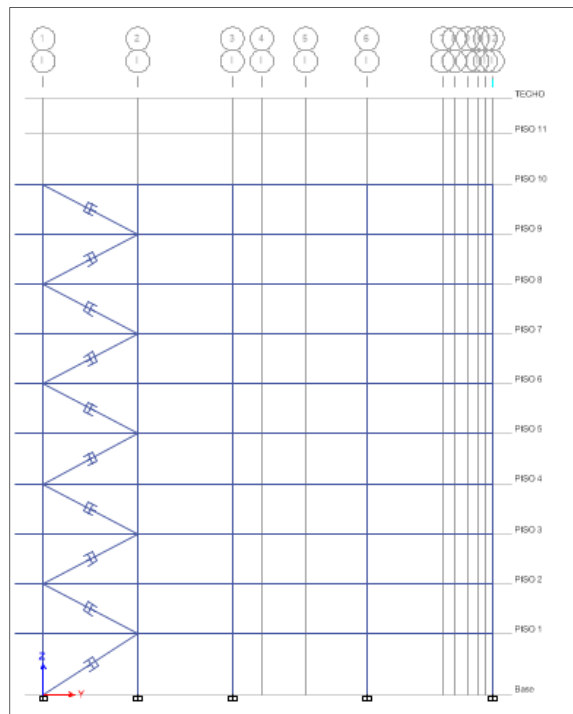


Imagen 60. Dispositivos en el eje I, Dirección Y Edificio 1.

Edificio 2:

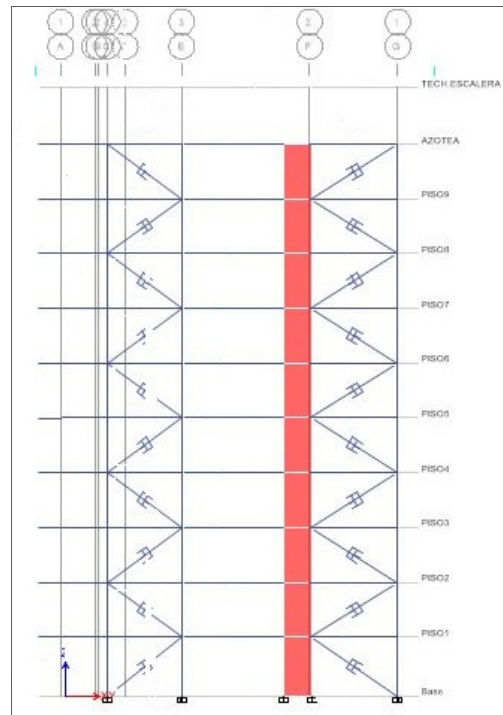


Imagen 61. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.

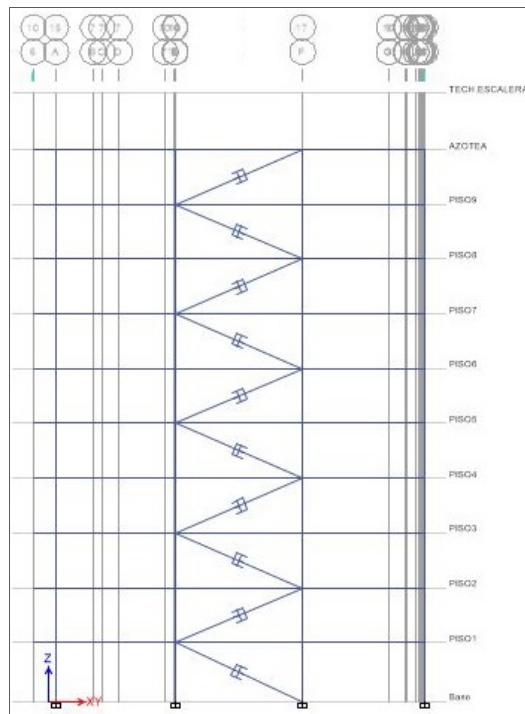


Imagen 62. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.

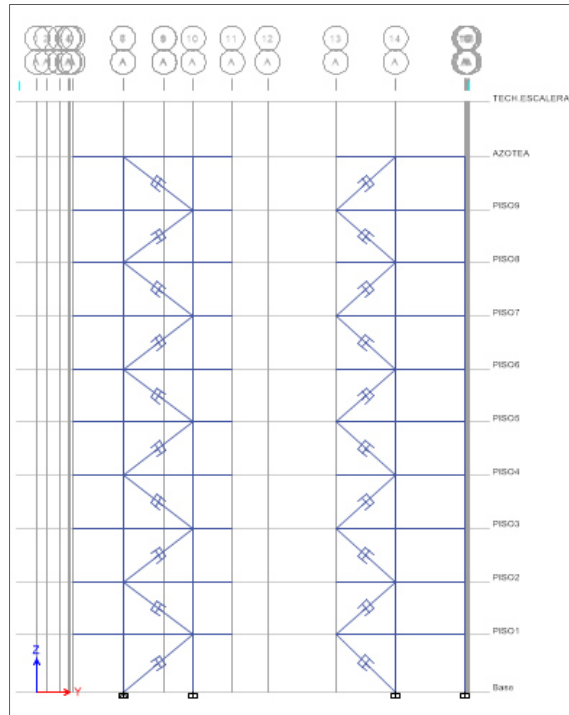


Imagen 63. Dispositivos en el eje A, Dirección Y Edificio 2.

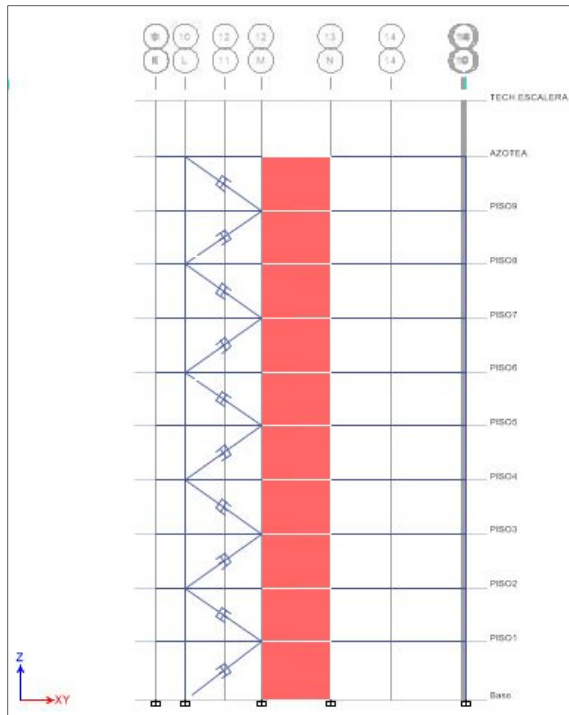


Imagen 64. Dispositivos en el eje en diagonal, Dirección XY Edificio 2.

4.2.3. ANALISIS LINEAL DE DISIPADORES:

4.2.3.1. ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE "C" – DISPOSITIVOS LINEALES

El primer paso corresponde a la definición del exponente de velocidad " α ". Para este caso, por tratarse de un dispositivo lineal se considerará como " $\alpha = 1$ ". Una vez culminado esta elección, se procede a utilizar la siguiente ecuación:

$$\beta_{visc} = \frac{T \sum_j C_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum_i m_i \phi_i^2}$$

Para predimensionar el sistema de amortiguador se asume que todos los amortiguadores tendrán un coeficiente "C" constante, procedemos a despejar la variable "C" de la ecuación base para un amortiguamiento viscoso objetivo, el cual se le asignará en el programa a todos los amortiguadores, la disposición de los amortiguadores será en forma diagonal.

$$c_{Piso} = nC = (\xi_{ef} - \xi_I) \frac{4\pi \sum_i m_i \phi_i^2}{T \sum_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}$$

Cuadro 56. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en x diagonal

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	$\cos\theta$	φ_i	φ_i normalizado	φ_{rj}	$\varphi_{rj}^2 \cos^2\theta_i$	$m_i \varphi_i^2$ (ton.s2/m)
1	50.512	32.195	0.846	0.0011000	0.058	0.058	0.0024	0.171
2	53.267	27.40	0.888	0.0028000	0.148	0.090	0.0064	1.169
3	53.267	27.40	0.888	0.0049000	0.259	0.111	0.0097	3.580
4	53.267	27.40	0.888	0.0072000	0.381	0.122	0.0117	7.730
5	53.267	27.40	0.888	0.0095000	0.503	0.122	0.0117	13.458
6	53.267	27.40	0.888	0.0117000	0.619	0.116	0.0107	20.413
7	53.267	27.40	0.888	0.0138000	0.730	0.111	0.0097	28.399
8	53.267	27.40	0.888	0.0157000	0.831	0.101	0.0080	36.757
9	53.267	27.40	0.888	0.0173000	0.915	0.085	0.0056	44.630
10	37.923	27.40	0.888	0.0189000	1.000	0.085	0.0056	37.923
Suma							0.0816	194.231

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{max}	0.0085	0.0097
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.7096000	1.9350000
ξ_l	5	5
ξ_{ef}	26.57	34.96

Periodo fundamental	T	0.742 s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5 %
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	26.57 %
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	21.57 %
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	8,702.14 ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n	3
	C	2,900.71 ton.s/m
	α	1
	k	0 ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{xx} = 2,900.71 \text{ Tn-s/m} = 2.90 \text{ Tn-s/mm}$$

Cuadro 57. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en Y

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	Cos θ	φ_i	φ_i normalizado	φ_{rj}	$\varphi_{rj}^2 \cos^2 \theta_i$	$m_i \varphi_i^2$ (ton.s2/m)
1	50.512	32.68	0.842	0.001200	0.055	0.055	0.0021	0.1530546
2	53.267	27.85	0.884	0.003100	0.142	0.087	0.0059	1.0771398
3	53.267	27.85	0.884	0.005500	0.252	0.110	0.0095	3.3905805
4	53.267	27.85	0.884	0.008200	0.376	0.124	0.0120	7.5366159
5	53.267	27.85	0.884	0.011000	0.505	0.128	0.0129	13.562322
6	53.267	27.85	0.884	0.013700	0.628	0.124	0.0120	21.037291
7	53.267	27.85	0.884	0.016300	0.748	0.119	0.0111	29.779944
8	53.267	27.85	0.884	0.018500	0.849	0.101	0.0080	38.361195
9	53.267	27.85	0.884	0.020300	0.931	0.083	0.0053	46.189233
10	37.923	27.85	0.884	0.021800	1.000	0.069	0.0037	37.922909
						Suma	0.0826	199.0103

$$B = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{\text{obj}}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_t}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{\text{ef}}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{\max}	0.0085	0.0097
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.7096000	1.9350000
ξ_t	5	5
ξ_{ef}	26.57	34.96

Periodo fundamental	T	0.926 s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5 %
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	34.96 %
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	29.96 %
Coefficiente de amortiguamiento por piso	n	9,801.10 ton.s/m
Numero de disipadores por piso	C	3
	α	3,267.03 ton.s/m
	k	1
		0 ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{yy} = 3,267.03 \text{ Tn-s/m} = 3.27 \text{ Tn-s/mm}$$

Cuadro 58. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en X

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	$\cos\theta$	ϕ_i	ϕ_i normalizado	ϕ_{ij}	$\phi_{rj}^2 \cos^2\theta_i$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	41.768	24.75	0.908	-0.0010000	0.037	0.037	0.0011	0.0572953
2	37.468	23.30	0.918	-0.0030000	0.111	0.074	0.0046	0.4625662
3	37.468	23.30	0.918	-0.0060000	0.222	0.111	0.0104	1.8502609
4	37.468	23.30	0.918	-0.0100000	0.370	0.148	0.0185	5.1396137
5	37.468	23.30	0.918	-0.0130000	0.481	0.111	0.0104	8.6859472
6	37.468	23.30	0.918	-0.0160000	0.593	0.111	0.0104	13.157411
7	37.468	23.30	0.918	-0.0190000	0.704	0.111	0.0104	18.554005
8	37.468	23.30	0.918	-0.0220000	0.815	0.111	0.0104	24.87573
9	37.468	23.30	0.918	-0.0250000	0.926	0.111	0.0104	32.122586
10	26.953	23.30	0.918	-0.0270000	1.000	0.074	0.0046	26.953122
					Suma		0.0914	131.8585

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_r}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{max}	0.00838	0.01363
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.6766000	2.7260000
ξ_r	5	5
ξ_{ef}	25.37	63.93

Periodo fundamental	T	0.843 s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5 %
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	25.37 %
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	20.37 %
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	4,381.89 ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n	3
	C	1,460.63 ton.s/m
	α	1
	k	0 ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{xx} = 1,460.63 \text{ Tn-s/m} = 1.46 \text{ Tn-s/mm}$$

Cuadro 59. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en Y

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	Cos θ	ϕ_i	ϕ_i normalizado	ϕ_{rj}	$\phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_i$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	41.768	39.04	0.777	0.001000	0.043	0.043	0.0011	0.0789571
2	37.468	37.12	0.797	0.004000	0.174	0.130	0.0108	1.1332411
3	37.468	37.12	0.797	0.007000	0.304	0.130	0.0108	3.4705509
4	37.468	37.12	0.797	0.010000	0.435	0.130	0.0108	7.0827569
5	37.468	37.12	0.797	0.012000	0.522	0.087	0.0048	10.19917
6	37.468	37.12	0.797	0.015000	0.652	0.130	0.0108	15.936203
7	37.468	37.12	0.797	0.017000	0.739	0.087	0.0048	20.469167
8	37.468	37.12	0.797	0.019000	0.826	0.087	0.0048	25.568752
9	37.468	37.12	0.797	0.021000	0.913	0.087	0.0048	31.234958
10	26.953	37.12	0.797	0.023000	1.000	0.087	0.0048	26.953122
					Suma		0.0685	142.1269

$$B = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{\max}	0.00838	0.01363
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.6766000	2.7260000
ξ_l	5	5
ξ_{ef}	25.37	63.93

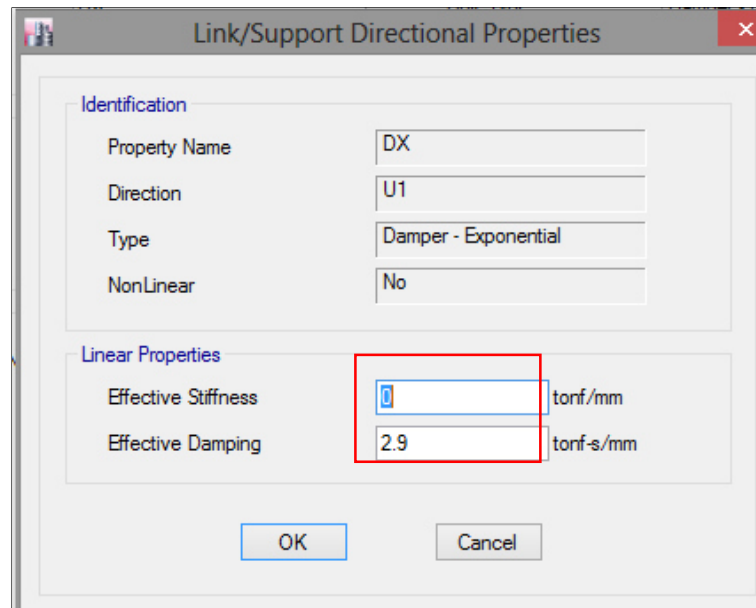
Periodo fundamental	T
Amortiguamiento del sistema estruct	ξ_o 5%
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef} 63.93%
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis} 58.93%
Coficiente de amortiguamiento por piso	C 14,559.37 ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n 3
	C 4,853.12 ton.s/m
	α 1
	k 0 ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

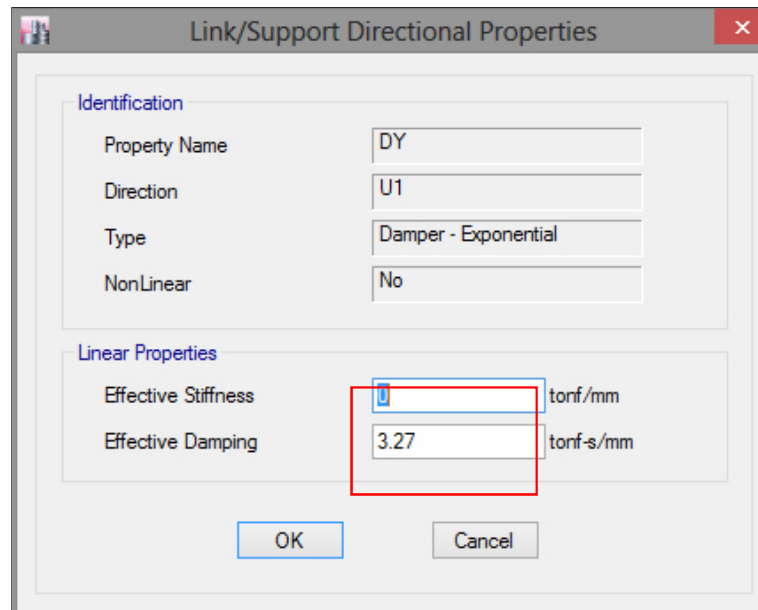
$$C_{yy} = 4,853.12 \text{ Tn-s/m} = 4.85 \text{ Tn-s/mm}$$

4.2.3.2. ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS DE DISIPADORES PARA EL MODELAMIENTO EN ETABS CASO LINEAL

En cuanto a los dispositivos de amortiguación en el caso lineal, la Imagen 65 y 66 muestra la manera de introducir las propiedades expuestas en el acápite 3.8. en el software de cálculo ETABS v16.0.0.

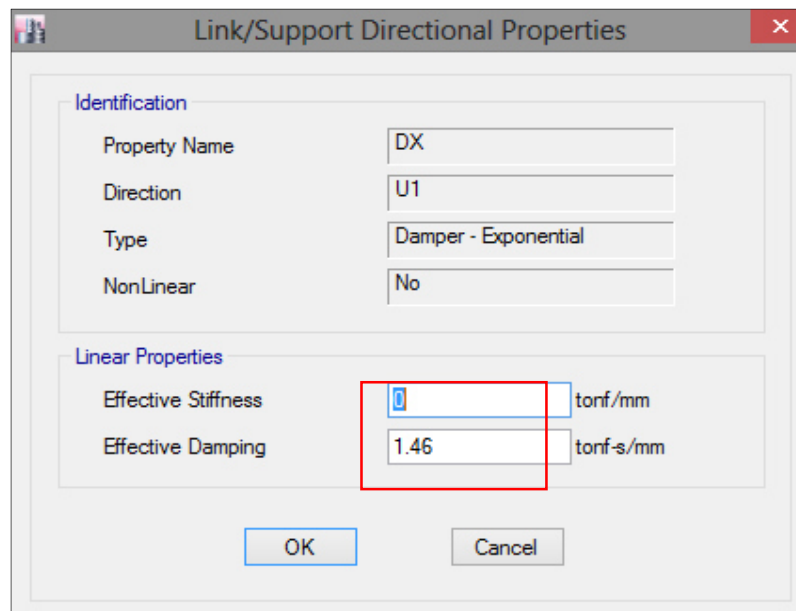


(a)

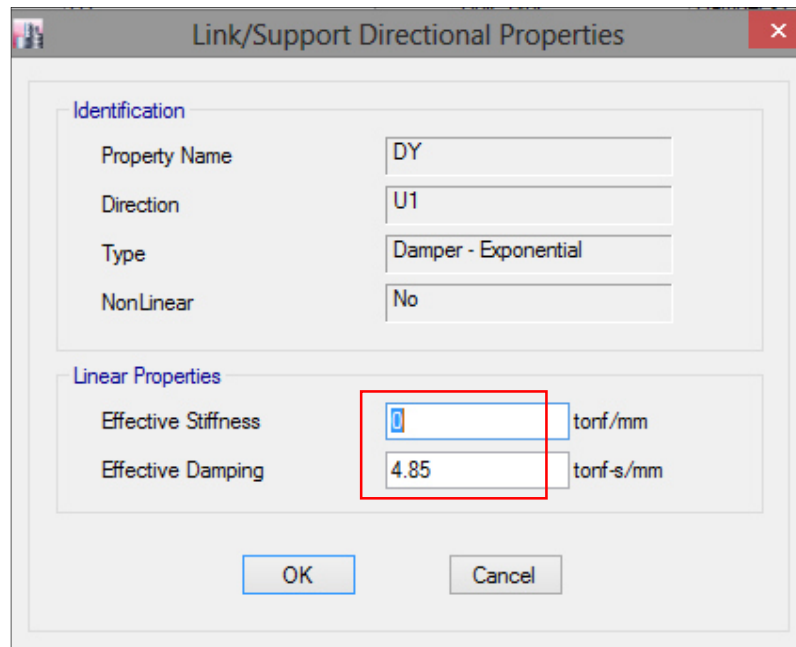


(b)

Imagen 65. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 1. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.



(a)



(b)

Imagen 66. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 2. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.

- Se recomienda incluir la dirección en que trabaja el disipador dentro del mismo nombre del elemento link para facilidad de identificación
- Se asigna el modelo Damper - Exponential para la representación lineal del dispositivo.

La dirección será la misma a la disposición de los disipadores donde se desarrollará el comportamiento del disipador, las propiedades lineales deberán incluirse para U1.

4.2.3.3. PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO

Las Cuadros 60, 61, 62 y 63 muestran las derivas obtenidas con valor C calculados en el 4.2.3.1.

Cuadro 60. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
TECHO	0.0023	0.0017	0.0013	0.0015	0.0019	0.0016	0.0018	0.0014	0.0023	
AZOTEA	0.0024	0.0017	0.0013	0.0015	0.0019	0.0016	0.0018	0.0014	0.0024	
PISO 10	0.0026	0.0019	0.0014	0.0017	0.0021	0.0018	0.0019	0.0015	0.0026	
PISO 9	0.0030	0.0022	0.0017	0.0020	0.0024	0.0021	0.0023	0.0018	0.0030	
PISO 8	0.0034	0.0025	0.0019	0.0023	0.0028	0.0024	0.0026	0.0020	0.0034	
PISO 7	0.0038	0.0028	0.0022	0.0026	0.0031	0.0027	0.0029	0.0023	0.0038	
PISO 6	0.0041	0.0030	0.0024	0.0027	0.0032	0.0029	0.0031	0.0024	0.0041	
PISO 5	0.0042	0.0031	0.0025	0.0028	0.0033	0.0030	0.0032	0.0026	0.0042	
PISO 4	0.0041	0.0031	0.0025	0.0028	0.0032	0.0030	0.0031	0.0026	0.0041	
PISO 3	0.0038	0.0029	0.0024	0.0026	0.0029	0.0028	0.0029	0.0025	0.0038	
PISO 2	0.0031	0.0024	0.0020	0.0022	0.0025	0.0023	0.0024	0.0022	0.0031	
PISO 1	0.0017	0.0013	0.0012	0.0012	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0017	
MAX	0.0042	0.0031	0.0025	0.0028	0.0033	0.0030	0.0032	0.0026	0.0042	

Cuadro 61. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECHO	0.0011	0.0008	0.0007	0.0007	0.0008	0.0008	0.0009	0.0008	0.0011	
AZOTEA	0.0018	0.0013	0.0011	0.0012	0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	0.0018	
PISO 10	0.0025	0.0018	0.0016	0.0017	0.0019	0.0018	0.0020	0.0019	0.0025	
PISO 9	0.0032	0.0023	0.0020	0.0021	0.0024	0.0022	0.0025	0.0024	0.0032	
PISO 8	0.0038	0.0027	0.0024	0.0025	0.0029	0.0026	0.0029	0.0028	0.0038	

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
PISO 7	0.0042	0.0031	0.0027	0.0028	0.0033	0.0029	0.0033	0.0032	0.0042	
PISO 6	0.0044	0.0033	0.0029	0.0029	0.0035	0.0031	0.0035	0.0035	0.0044	
PISO 5	0.0044	0.0033	0.0030	0.0030	0.0035	0.0031	0.0035	0.0036	0.0044	
PISO 4	0.0042	0.0031	0.0028	0.0029	0.0033	0.0029	0.0033	0.0035	0.0042	
PISO 3	0.0037	0.0027	0.0025	0.0025	0.0029	0.0025	0.0029	0.0032	0.0037	
PISO 2	0.0029	0.0022	0.0019	0.0021	0.0023	0.0020	0.0024	0.0026	0.0029	
PISO 1	0.0016	0.0012	0.0011	0.0012	0.0012	0.0011	0.0014	0.0015	0.0016	
MAX	0.0044	0.0033	0.0030	0.0030	0.0035	0.0031	0.0035	0.0036	0.0044	

Cuadro 62. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66- EW Max	SXT66- NS Max	SXT70- EW Max	SXT70- NS Max	SXT74- EW Max	SXT74- NS Max	SXT07- EW Max	SXT07- NS Max	MAX	
TECH.ESC.	0.0035	0.0028	0.0024	0.0024	0.0027	0.0029	0.0023	0.0023	0.0035	
AZOTEA	0.0037	0.0029	0.0025	0.0026	0.0028	0.0031	0.0024	0.0024	0.0037	
PISO9	0.0041	0.0032	0.0028	0.0028	0.0031	0.0034	0.0026	0.0027	0.0041	
PISO8	0.0045	0.0036	0.0031	0.0032	0.0035	0.0037	0.0029	0.0030	0.0045	
PISO7	0.0048	0.0039	0.0034	0.0035	0.0038	0.0041	0.0031	0.0033	0.0048	
PISO6	0.0051	0.0041	0.0036	0.0037	0.0040	0.0043	0.0033	0.0036	0.0051	
PISO5	0.0050	0.0041	0.0037	0.0038	0.0041	0.0044	0.0033	0.0037	0.0050	
PISO4	0.0049	0.0041	0.0036	0.0038	0.0040	0.0043	0.0033	0.0037	0.0049	
PISO3	0.0044	0.0037	0.0033	0.0036	0.0037	0.0039	0.0031	0.0036	0.0044	
PISO2	0.0035	0.0029	0.0027	0.0029	0.0030	0.0031	0.0026	0.0030	0.0035	
PISO1	0.0016	0.0013	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014	0.0012	0.0014	0.0016	
MAX	0.0051	0.0041	0.0037	0.0038	0.0041	0.0044	0.0033	0.0037	0.0051	

Cuadro 63. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECH.ESC.	0.0008	0.0009	0.0007	0.0009	0.0010	0.0008	0.0010	0.0011	0.0011	
AZOTEA	0.0008	0.0009	0.0007	0.0008	0.0009	0.0008	0.0009	0.0011	0.0011	
PISO9	0.0010	0.0011	0.0008	0.0010	0.0011	0.0009	0.0012	0.0014	0.0014	
PISO8	0.0012	0.0013	0.0010	0.0013	0.0014	0.0012	0.0014	0.0017	0.0017	
PISO7	0.0014	0.0016	0.0012	0.0015	0.0017	0.0014	0.0017	0.0020	0.0020	
PISO6	0.0015	0.0018	0.0014	0.0017	0.0019	0.0016	0.0020	0.0023	0.0023	
PISO5	0.0017	0.0020	0.0016	0.0019	0.0021	0.0018	0.0022	0.0026	0.0026	
PISO4	0.0017	0.0021	0.0017	0.0021	0.0023	0.0019	0.0024	0.0029	0.0029	
PISO3	0.0018	0.0021	0.0018	0.0021	0.0024	0.0020	0.0025	0.0030	0.0030	
PISO2	0.0017	0.0019	0.0017	0.0020	0.0022	0.0018	0.0023	0.0028	0.0028	
PISO1	0.0010	0.0010	0.0010	0.0011	0.0012	0.0010	0.0013	0.0016	0.0016	
MAX	0.0018	0.0021	0.0018	0.0021	0.0024	0.0020	0.0025	0.0030	0.0030	

Los valores máximos de deriva alcanzados en la dirección X e Y con la inclusión de amortiguadores fueron: para el edificio 1 de 4.2 y 4.4 por mil. Estos valores son menores a 7 por mil, establecido como máximo por la norma peruana sismorresistente E.030, para edificios de concreto armado, se toma como un valor aceptable. Para el edificio 2 se obtuvo la deriva máxima de 5.1 y 3.0 por mil lo cual cumple con las derivas de la norma.

4.2.3.4. REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS DE PISO

Una vez incorporado los amortiguadores se logra reducir los desplazamientos máximos.

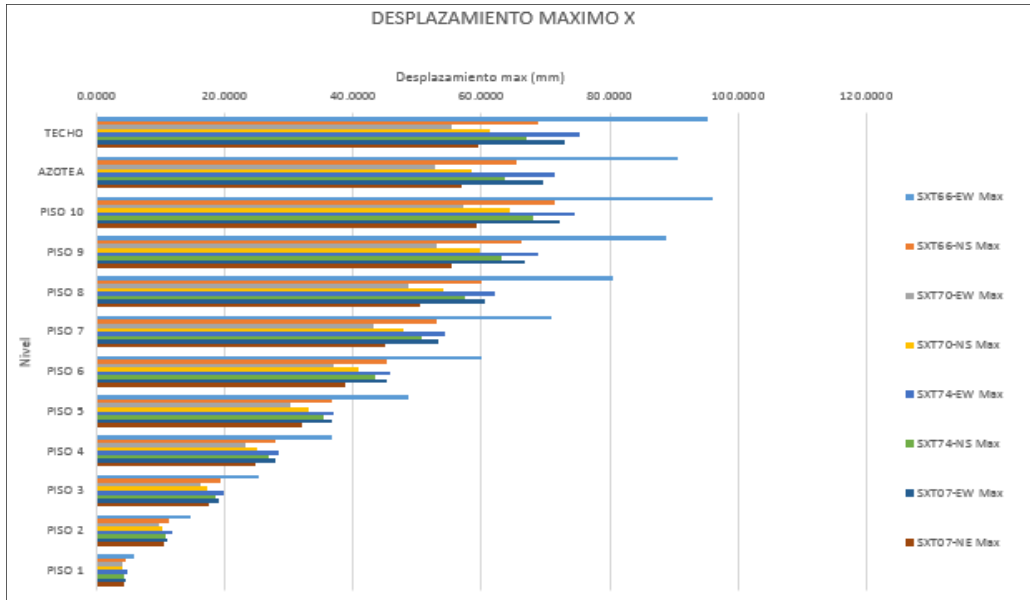


Imagen 67. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje x) = 96.01 mm

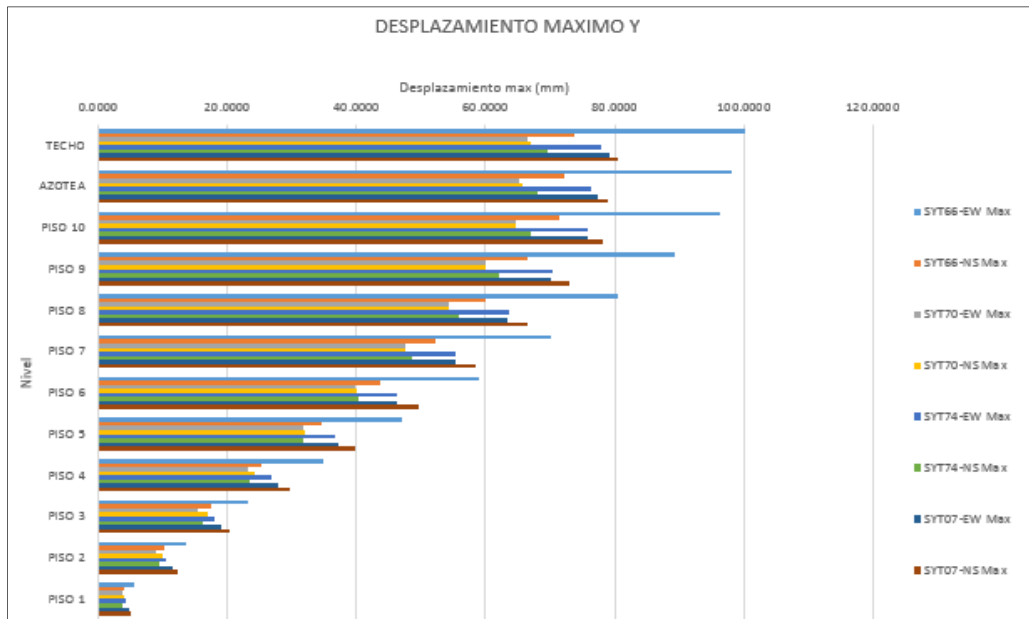


Imagen 68. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje y) = 100.19 mm

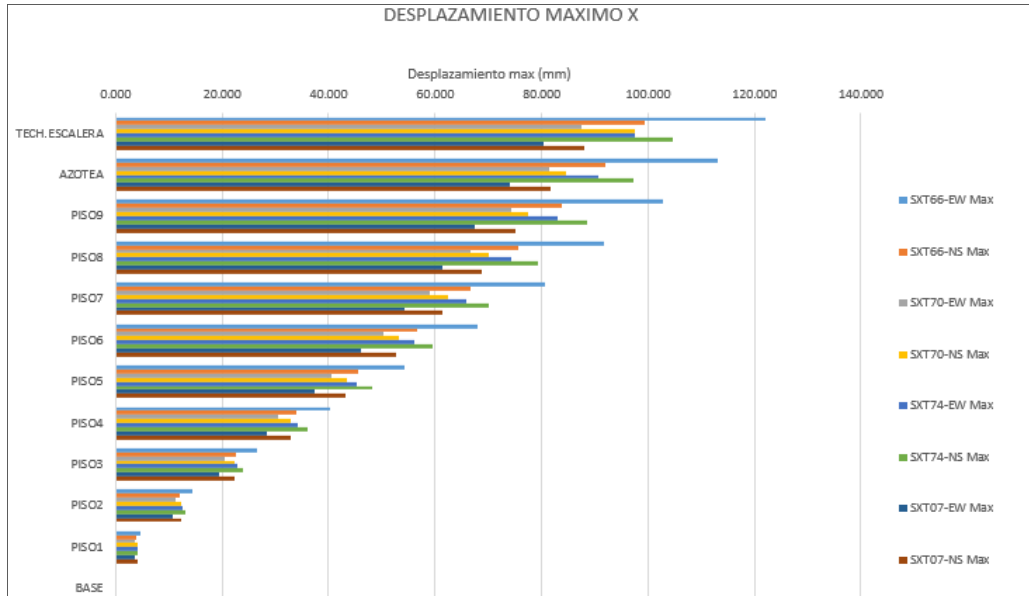


Imagen 69. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje x) = 122.18 mm

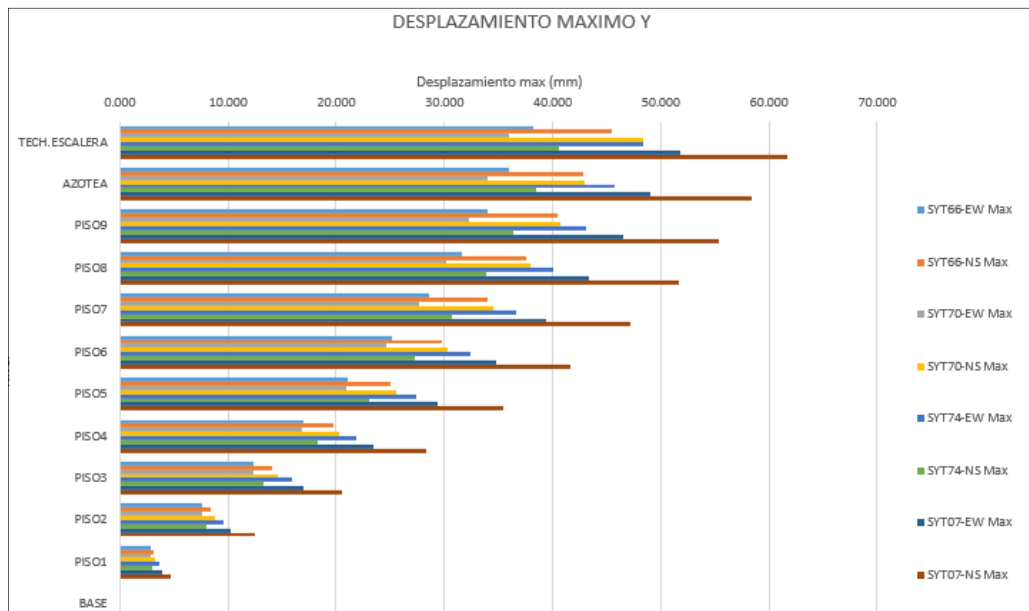


Imagen 70. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje y) = 61.68 mm

4.2.3.5. REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS DE ENTREPISO

Estas derivas se obtuvieron después que se añadieran las señales sísmicas.

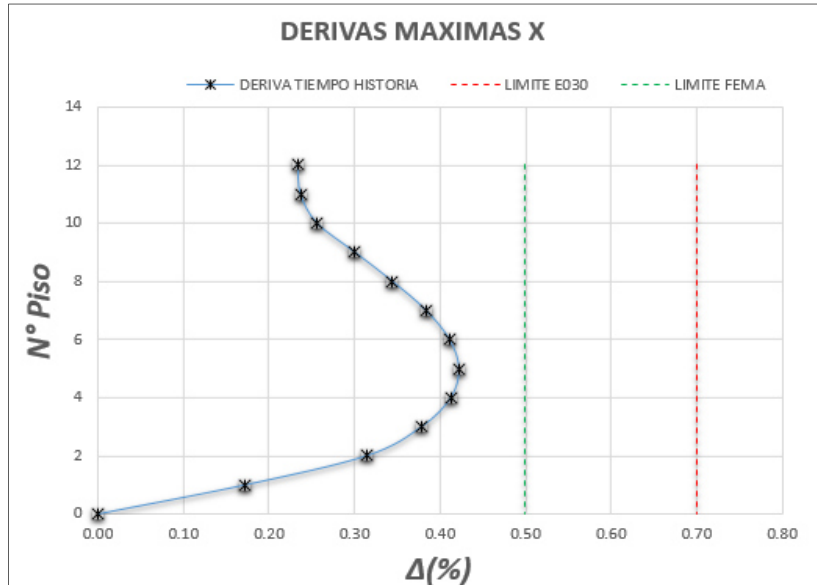


Imagen 71. Deriva máxima Edificio 1 (dirección X) = 0.42 – CUMPLE

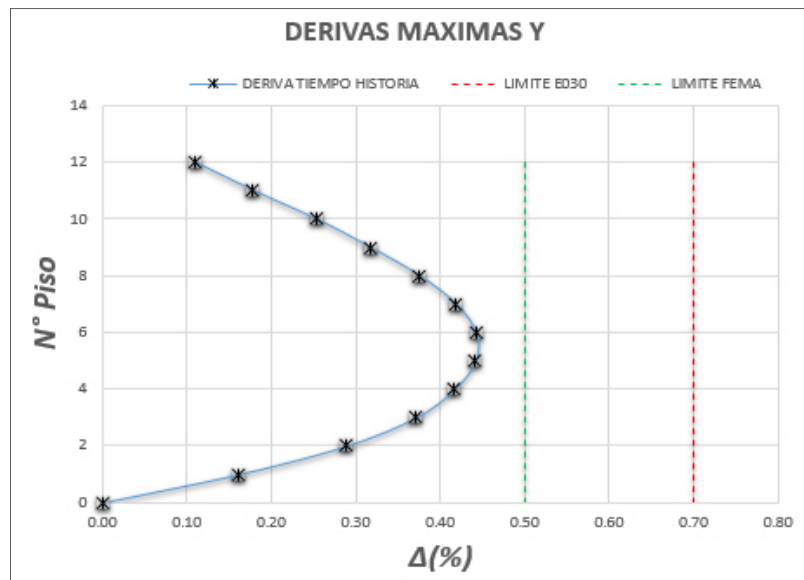


Imagen 72. Deriva máxima Edificio 1 (dirección Y) = 0.44 – CUMPLE

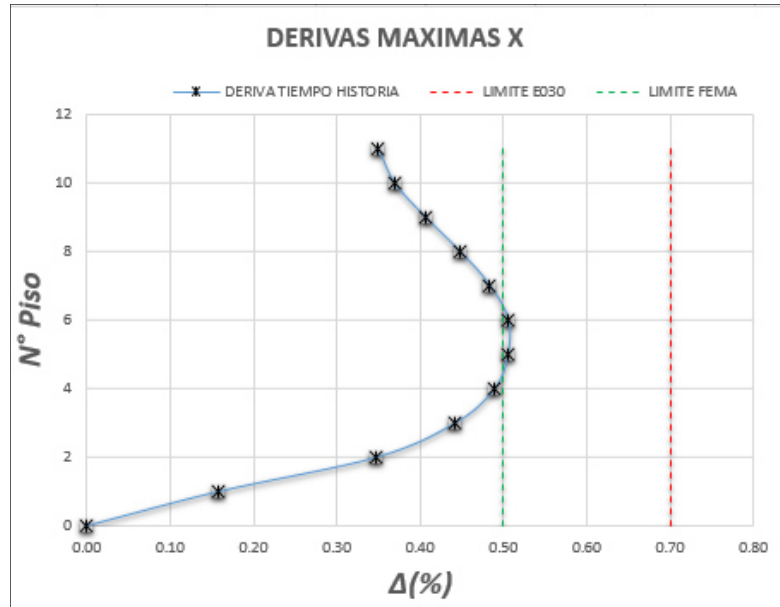


Imagen 73. Deriva máxima Edificio 2 (dirección X) = 0.51 – CUMPLE

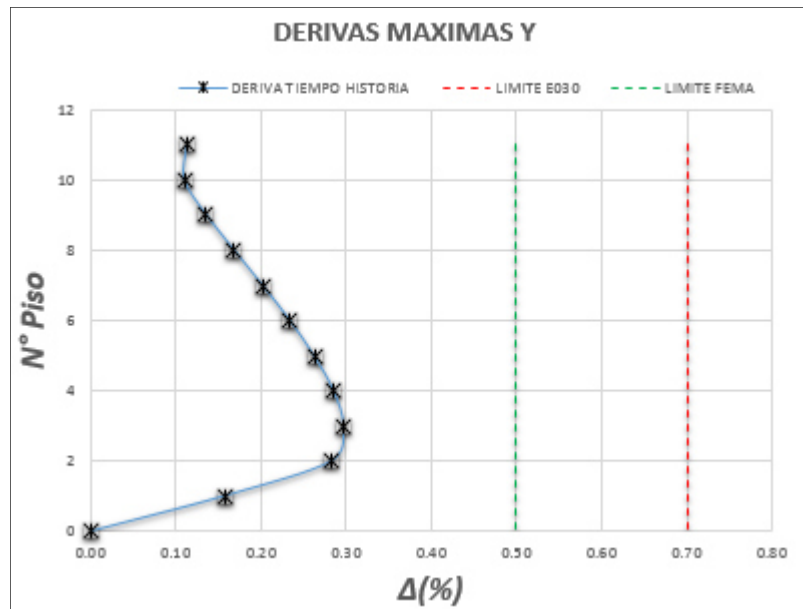


Imagen 74. Deriva máxima Edificio 2 (dirección Y) = 0.30 – CUMPLE

**4.2.3.6. REVISIÓN DE LAS DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS
PARA LOS ACELEROGRAMAS.**

En ambos casos se han promediado la respuesta de 4 registros de aceleraciones de sismos peruanos (C6610, C7005, C7410, C0708), todos estos escalados para la zona 3.

*Cuadro 64. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X,
edificio 1*

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	4.2	96.01
	Octubre de 1966 (NS)	3.1	71.35
	Mayo de 1970 (EW)	2.5	57.06
	Mayo de 1970 (NS)	2.8	64.31
	Octubre de 1974 (EW)	3.3	75.28
	Octubre de 1974 (NS)	3.0	68.00
	Agosto de 2007 (EW)	3.2	73.09
	Agosto de 2007 (NS)	2.6	59.59

*Cuadro 65. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y,
edificio 1*

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	4.4	100.19
	Octubre de 1966 (NS)	3.3	73.86
	Mayo de 1970 (EW)	3.0	66.51
	Mayo de 1970 (NS)	3.0	67.03
	Octubre de 1974 (EW)	3.5	78.02
	Octubre de 1974 (NS)	3.1	69.58
	Agosto de 2007 (EW)	3.5	79.15
	Agosto de 2007 (NS)	3.6	80.55

Cuadro 66. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X,
edificio 2

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	5.1	122.18
	Octubre de 1966 (NS)	4.1	99.46
	Mayo de 1970 (EW)	3.7	87.40
	Mayo de 1970 (NS)	3.8	97.50
	Octubre de 1974 (EW)	4.1	97.50
	Octubre de 1974 (NS)	4.4	104.63
	Agosto de 2007 (EW)	3.3	80.27
	Agosto de 2007 (NS)	3.7	88.01

Cuadro 67. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y,
edificio 2

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	1.8	38.16
	Octubre de 1966 (NS)	2.1	45.42
	Mayo de 1970 (EW)	1.8	35.91
	Mayo de 1970 (NS)	2.1	48.38
	Octubre de 1974 (EW)	2.4	48.38
	Octubre de 1974 (NS)	2.0	40.65
	Agosto de 2007 (EW)	2.5	51.81
	Agosto de 2007 (NS)	3.0	61.68

Los valores máximos de deriva alcanzados en la dirección X e Y en el edificio 1 con la inclusión de amortiguadores lineales fueron de 4.2 y 4.4 por mil respectivamente. Y en el edificio 2 fueron de 5.1 y 3.0. Estos valores son menores al valor de 7 por mil, establecido como máximo por la norma

peruana sismorresistente E.030, para edificios aporticados de concreto armado.

Se observa que los amortiguadores no lineales y lineales logran prácticamente reducir la deriva.

4.2.3.7. CURVA DE HISTÉRESIS

A partir de estos gráficos podemos identificar el comportamiento fuerza- desplazamiento del amortiguador. Se observa una tendencia semi-elíptica (subrayada alrededor de las curvas). Esta tendencia se expuso previamente en el acápite 2.4.1.

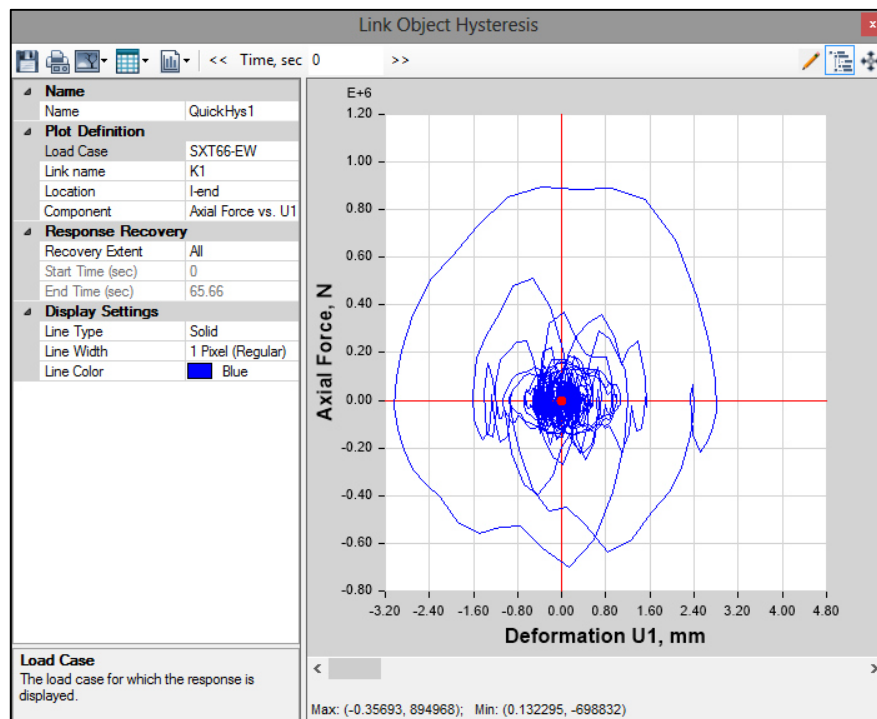


Imagen 75. Edificio 1 - Histéresis de Dispositivos Lineales.

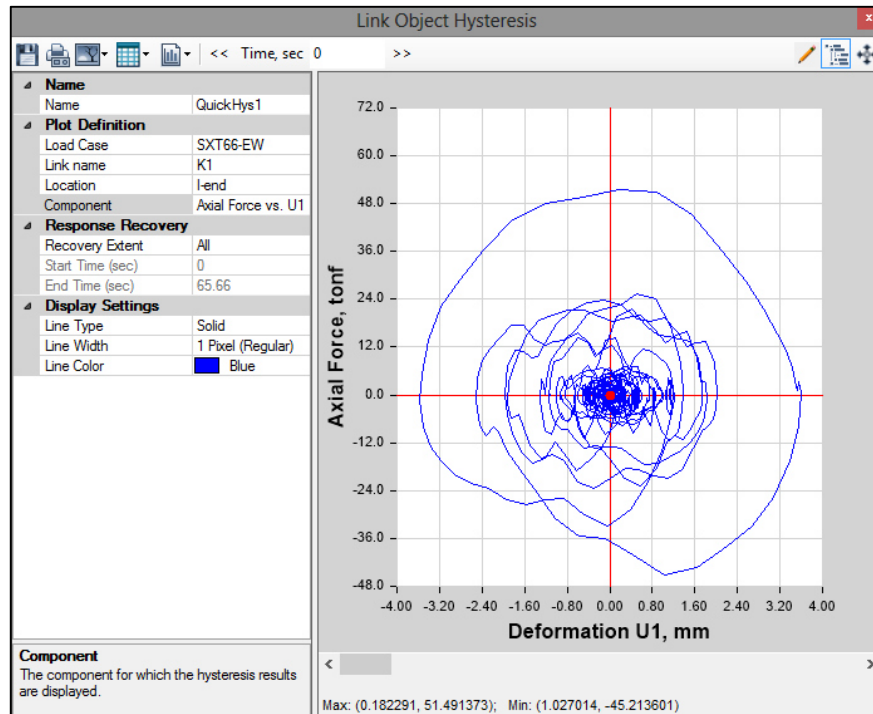


Imagen 76. Edificio 2 - Histéresis de Dispositivos Lineales.

4.2.4. ANALISIS NO LINEAL DE DISIPADORES:

4.2.4.1. ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE "C" – DISPOSITIVOS NO LINEALES

El primer paso corresponde a la definición del exponente de velocidad " α ". Para este caso, por tratarse de un dispositivo no lineal se considerará como " $\alpha = 0.5$ ". Una vez culminado esta elección, se procede a utilizar la siguiente ecuación:

$$\beta_{visc} = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2}$$

Para predimensionar el sistema de amortiguador se asume que todos los amortiguadores tendrán un coeficiente "C" constante, procedemos a despejar la variable "C" de la ecuación base para un amortiguamiento viscoso objetivo, el cual se le asignará en el programa a todos los

amortiguadores, la disposición de los amortiguadores será en forma diagonal.

$$c_{Piso} = nC = (\xi_{ef} - \xi_I) \frac{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2}{\sum_i \lambda \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}$$

Cuadro 68. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en x diagonal

Piso	Masa (ton.sz/m)	θ	$\cos\theta$	$\Phi /$ normalizada	$\Phi /$	$\Phi /$ normalizada	φ_{ij}	$\phi_j^{1+\alpha} \cos^3 \theta_i^{1+\alpha}$	$m_i \phi_i^2$ (ton.sz/m)
1	50.512	32.20	0.846	0.001100	0.058	0.058	0.058	0.0109	0.171103376
2	53.267	27.40	0.888	0.002800	0.148	0.148	0.090	0.0226	1.169106611
3	53.267	27.40	0.888	0.004900	0.259	0.259	0.111	0.0310	3.580388997
4	53.267	27.40	0.888	0.007200	0.381	0.381	0.122	0.0355	7.730419226
5	53.267	27.40	0.888	0.009500	0.503	0.503	0.122	0.0355	13.4581469
6	53.267	27.40	0.888	0.011700	0.619	0.619	0.116	0.0332	20.41313827
7	53.267	27.40	0.888	0.013800	0.730	0.730	0.111	0.0310	28.39855396
8	53.267	27.40	0.888	0.015700	0.831	0.831	0.101	0.0267	36.75677151
9	53.267	27.40	0.888	0.017300	0.915	0.915	0.085	0.0206	44.63034665
10	37.923	27.40	0.888	0.018900	1.000	1.000	0.085	0.0206	37.92290928
							Suma	0.2676	194.2309

$$B = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{\text{obj}}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{\text{ef}}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{\max}	0.0085	0.0097
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.7096000	1.9350000
ξ_l	5	5
ξ_{ef}	26.57	34.96

Periodo fundamental	T	0.742	s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5	%
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	26.57	%
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	21.57	%
Frecuencia de la señal	ω	8.47	rad/seg
Amplitud	A	0.11	m
Lambda	λ	3.50	
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	2,340.44	ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n	3	
	C	780.15	ton.(s/m)^Cexp
	α	0.5	
	k	0	ton/m

$$\lambda = 2^{2+\alpha} \frac{\Gamma^2(1 + \alpha/2)}{\Gamma(2 + \alpha)}$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{xx} = 780.15 T_n(s/m)^{\alpha} C_{exp} = 24.67 T_n(s/mm)^{\alpha} C_{exp}$$

Cuadro 69. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 1 en Y

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	Cos θ	$\Phi /$ <i>normalizado</i>	$\Phi /$	$\Phi /$ <i>normalizado</i>	φr_j	$\phi_j^{1+\alpha} \cos^2 \theta_i$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	50.512	32.68	0.842	0.001200	0.055	0.055	0.055	0.0100	0.153054577
2	53.267	27.85	0.884	0.003100	0.142	0.142	0.087	0.0214	1.077139774
3	53.267	27.85	0.884	0.005500	0.252	0.252	0.110	0.0304	3.390580453
4	53.267	27.85	0.884	0.008200	0.376	0.376	0.124	0.0362	7.536615856
5	53.267	27.85	0.884	0.011000	0.505	0.505	0.128	0.0383	13.56232181
6	53.267	27.85	0.884	0.013700	0.628	0.628	0.124	0.0362	21.03729075
7	53.267	27.85	0.884	0.016300	0.748	0.748	0.119	0.0342	29.77994448
8	53.267	27.85	0.884	0.018500	0.849	0.849	0.101	0.0267	38.36119537
9	53.267	27.85	0.884	0.020300	0.931	0.931	0.083	0.0197	46.18923302
10	37.923	27.85	0.884	0.021800	1.000	1.000	0.069	0.0150	37.92290928
					Suma			0.2681	199.0103

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

Δ_{max}	Direccion x	Direccion y
0.0085		0.0097
0.005		0.005
1.7096000		1.9350000
5		5
26.57		34.96

Periodo fundamental	T	
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5 %
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	34.96 %
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	29.96 %
Frecuencia de la señal	ω	6.79 rad/seg
Amplitud	A	0.11 m
Lambda	λ	3.50
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	2,311.17 ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n	3
	C	770.3909 ton.(s/m)^Cexp
	α	0.5
	k	0 ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{yy} = 770.39 T_n - (s/m)^{C_{exp}} = 24.36 T_n - (s/mm)^{C_{exp}}$$

Cuadro 70. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en X

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	Cos θ	Φ_i	Φ_j <i>normalizada</i>	φ_{ij}	$\phi_{ij}^{1+\alpha} \cos^2 \theta_i$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	41.768	24.75	0.908	-0.001000	0.037	0.037	0.0062	0.057295344
2	37.468	23.30	0.918	-0.003000	0.111	0.074	0.0177	0.462565233
3	37.468	23.30	0.918	-0.006000	0.222	0.111	0.0326	1.850260933
4	37.468	23.30	0.918	-0.010000	0.370	0.148	0.0502	5.139613703
5	37.468	23.30	0.918	-0.013000	0.481	0.111	0.0326	8.685947158
6	37.468	23.30	0.918	-0.016000	0.593	0.111	0.0326	13.15741108
7	37.468	23.30	0.918	-0.019000	0.704	0.111	0.0326	18.55400547
8	37.468	23.30	0.918	-0.022000	0.815	0.111	0.0326	24.87573032
9	37.468	23.30	0.918	-0.025000	0.926	0.111	0.0326	32.12258564
10	26.953	23.30	0.918	-0.027000	1.000	0.074	0.0177	26.95312232
					Suma		0.2874	131.8585

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

	Direccion x	Direccion y
Δ_{max}	0.00838	0.01363
Δ_{obj}	0.005	0.005
B	1.6766000	2.7260000
ξ_l	5	5
ξ_{ef}	25.37	63.93

Periodo fundamental	T	s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	0.843
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	5
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	25.37
Frecuencia de la señal	ω	20.37
Amplitud	A	7.45
Lambda	λ	0.11
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	3.50
Numero de disipadores por piso	n	1,141.19
	C	3
	α	380.40
	k	0.5
		31965.96
		ton/(s/m) ³ Cexp
		ton/m

$$\lambda = 2^{1+\alpha} \frac{\Gamma^2(1+\alpha/2)}{\Gamma(2+\alpha)}$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{xx} = 380.40 T_n(s/m)^3 C_{exp} = 12.03 T_n(s/mm)^3 C_{exp}$$

Cuadro 71. Predimensionamiento del coeficiente de amortiguamiento Edificio 2 en Y

Piso	Masa (ton.sz/m)	θ	Cos θ	$\Phi /$ <i>normalizada</i>	$\Phi /$	$\Phi /$ <i>normalizada</i>	φ_{rj}	$\phi_{rj}^{1+\alpha} \cos \theta_i^{1+\alpha}$	$m_i \phi_i^2$ (ton.sz/m)
1	41.768	39.04	0.777	0.001000	0.043	0.043	0.043	0.0062	0.0789571
2	37.468	37.12	0.797	0.004000	0.174	0.174	0.130	0.0335	1.133241101
3	37.468	37.12	0.797	0.007000	0.304	0.304	0.130	0.0335	3.470550871
4	37.468	37.12	0.797	0.010000	0.435	0.435	0.130	0.0335	7.08275688
5	37.468	37.12	0.797	0.012000	0.522	0.522	0.087	0.0183	10.19916991
6	37.468	37.12	0.797	0.015000	0.652	0.652	0.130	0.0335	15.93620298
7	37.468	37.12	0.797	0.017000	0.739	0.739	0.087	0.0183	20.46916738
8	37.468	37.12	0.797	0.019000	0.826	0.826	0.087	0.0183	25.56875234
9	37.468	37.12	0.797	0.021000	0.913	0.913	0.087	0.0183	31.23495784
10	26.953	37.12	0.797	0.023000	1.000	1.000	0.087	0.0183	26.95312232
							Suma	0.2317	142.1269

$$B = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_l}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

Δ_{\max}	0.00838	Direccion x	
Δ_{obj}	0.005	Direccion y	0.01363
B	1.6766000		0.005
ξ_l	5		2.7260000
ξ_{ef}	25.37		63.93

Periodo fundamental	T	1.056	s
Amortiguamiento del sistema estructural	ξ_o	5	%
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{ef}	63.93	%
Amortiguamiento viscoso	ξ_{vis}	58.93	%
Frecuencia de la señal	ω	5.95	rad/seg
Amplitud	A	0.10	m
Lambda	λ	3.50	
Coefficiente de amortiguamiento por piso	C piso	3.040.52	ton.s/m
Numero de disipadores por piso	n	3	
	C	1,013.51	ton.(s/m)^Cexp
	α	0.5	
	k	61978.47	ton/m

Por lo tanto, se obtiene:

$$C_{yy} = 1,013.51 T_n(s/m)^{\alpha} C_{exp} = 32.05 T_n(s/mm)^{\alpha} C_{exp}$$

**4.2.4.2. ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE RIGIDEZ “K”–
DISPOSITIVOS NO LINEALES**

Se inicia la iteración considerando un perfil metálico estándar HSS o PIPE STD, por ejemplo:

*Cuadro 72. Las propiedades del perfil del tipo HSS 11.250 – Edificio 1
Dirección X-X*

Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness t	D/t	Cross Sectional Area	I	S	r	Z	Torsional Stiffness Constant J	Torsional Shear Constant C	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall											
in.	in.	lb.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	ft. ²
11.250	0.625	19.99	0.581	19.4	19.5	279	49.4	3.78	66.2	559	98.8	2.95
	0.500	57.46	0.465	24.2	15.8	229	40.8	3.82	54.1	459	81.6	2.95
	0.375	43.60	0.349	32.2	12.0	178	31.6	3.86	41.5	355	63.2	2.95
	0.312	36.48	0.291	38.7	10.0	151	26.8	3.88	35.0	301	53.5	2.95
	0.250	29.40	0.233	48.3	8.06	122	21.8	3.90	28.3	245	43.5	2.95
	0.188	22.23	0.174	64.7	6.05	92.9	16.5	3.92	21.3	186	33.0	2.95

Con los datos del perfil y la geometría de la estructura, se procede a definir la rigidez del sistema:

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

Radio del perfil metálico (r)	3.78 in	
Módulo de elasticidad del acero (Eac)	29000 ksi	
Área del perfil metálico	19.5 in ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	252.53 in	
Longitud de brazo metálico típico	240.84 in	
Esfuerzo de fluencia (Fy)	35 ksi	
Resistencia en tensión (Fu)	50 ksi	
factor de reducción (Φ)	0.90	
Módulo de elasticidad del acero	20389017.77 tn/m ²	
Área del perfil metálico	0.012581 m ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	6.4142 m	6.4142
Longitud de brazo metálico típico	6.1174 m	6.1174
K1er	39990.41 tn/m	39.99 tn/mm
Ktípico	41930.638 tn/m	41.93 tn/mm

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

$F_e(1er) = 64.1304 \text{ ksi}$
 $F_e(\text{tipico}) = 70.5042 \text{ ksi}$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \times F_y$$

$F_{cr}(1er) = 27.85 \text{ ksi}$
 $F_{cr}(\text{tipico}) = 28.43 \text{ ksi}$

$$\Phi P_n = \Phi \times F_{cr} \times A$$

$\Phi P_n(1er) = 488.809 \text{ kips}$
 $\Phi P_n(\text{tipico}) = 499.009 \text{ kips}$

$$\Phi T_n = \Phi \times F_y \times A$$

$\Phi T_n(1er) = 614.250 \text{ kips}$
 $\Phi T_n(\text{tipico}) = 614.250 \text{ kips}$

$\Phi P_n(1er) = 221.724 \text{ tn}$
 $\Phi P_n(\text{tipico}) = 226.350 \text{ tn}$
 $\Phi T_n(1er) = 278.624 \text{ tn}$
 $\Phi T_n(\text{tipico}) = 278.624 \text{ tn}$

278.624 tn
 243.6177 tn
 cumple

Cuadro 73. Las propiedades del perfil del tipo HSS 12.250 – Edificio 1
Dirección Y-Y

Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness t	D/t	Cross Sectional Area	I	S	r	Z	Torsional Stiffness Constant J	Torsional Shear Constant C	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall											
12.250	0.625	77.67	0.581	21.1	21.3	363	59.3	4.13	79.2	727	119	3.21
	0.500	62.80	0.465	26.3	17.2	299	48.9	4.17	64.6	599	97.7	3.21
	0.375	47.60	0.349	35.1	13.0	231	37.7	4.21	49.4	462	75.5	3.21
	0.312	39.82	0.291	42.1	10.9	196	31.9	4.23	41.6	391	63.9	3.21
	0.250	32.07	0.233	52.6	8.80	159	25.9	4.25	33.7	318	51.9	3.21
	0.188	24.24	0.174	70.4	6.60	120	19.6	4.27	25.4	241	39.3	3.21

Con los datos del perfil y la geometría de la estructura, se procede a definir la rigidez del sistema:

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

Radio del perfil metálico (r)	4.13	in
Módulo de elasticidad del acero	29000	ksi
Área del perfil metálico	21.3	in ²
Longitud de brazo metálico 1er piso	247.91	in
Longitud de brazo metálico típico	235.99	in
Esfuerzo de fluencia (Fy)	35	ksi
Resistencia en tensión (Fu)	50	ksi
factor de reducción (Φ)	0.90	
Módulo de elasticidad del acero	20389017.77	tn/m ²
Área del perfil metálico	0.013742	m ²
Longitud de brazo metálico 1er piso	6.2968	m
Longitud de brazo metálico típico	5.9942	m

K _{1er}	44496.253	tn/m	44.50	tn/mm
K _{típico}	46742.519	tn/m	46.74	tn/mm

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

F _e (1er)=	79.4375	ksi
F _e (típico)=	87.6603	ksi

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \times F_y$$

F _{cr} (1er)=	29.11	ksi
F _{cr} (típico)=	29.61	ksi

$$\Phi P_n = \Phi \times F_{cr} \times A$$

ΦP _n (1er)=	557.957	kips
ΦP _n (típico)=	567.693	kips

$$\Phi T_n = \Phi \times F_y \times A$$

ΦT _n (1er)=	670.950	kips
ΦT _n (típico)=	670.950	kips

ΦP _n (1er)=	253.089	tn
ΦP _n (típico)=	257.505	tn
ΦT _n (1er)=	304.343	tn
ΦT _n (típico)=	304.343	tn

304.343 tn
272.5591 tn
cumple

Cuadro 74. Las propiedades del perfil del tipo HSS 10.000 – Edificio 2

Dirección X-X

Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness t	D/t	Cross Sectional Area					Torsional Stiffness Constant J	Torsional Shear Constant C	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall					I	S	r	Z			
in.	in.	lb.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	ft. ²
10.000	0.625	62.64	0.581	17.2	17.2	491	38.3	3.34	51.6	383	76.6	2.62
	0.500	50.78	0.465	21.5	13.9	159	31.7	3.38	42.3	317	63.5	2.62
	0.375	38.58	0.349	28.7	10.6	123	24.7	3.41	32.5	247	49.3	2.62
	0.312	32.31	0.291	34.4	8.88	105	20.9	3.43	27.4	209	41.9	2.62
	0.250	26.06	0.233	42.9	7.15	85.3	17.1	3.45	22.2	171	34.1	2.62
	0.188	19.72	0.174	57.5	5.37	64.8	13.0	3.47	16.8	130	25.9	2.62

Con los datos del perfil y la geometría de la estructura, se procede a definir la rigidez del sistema:

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

Radio del perfil metálico (r)	3.34 in	
Módulo de elasticidad del acero (Eac)	29000 ksi	
Área del perfil metálico	17.2 in ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	281.87 in	
Longitud de brazo metálico típico	278.66 in	
Esfuerzo de fluencia (Fy)	35 ksi	
Resistencia en tensión (Fu)	50 ksi	
factor de reducción (Φ)	0.90	
Módulo de elasticidad del acero	20389017.77 tn/m ²	
Área del perfil metálico	0.011097 m ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	7.1594 m	7.1594
Longitud de brazo metálico típico	7.0779 m	7.0779
K1er	31602.072 tn/m	31.60 tn/mm
Ktípico	31965.961 tn/m	31.97 tn/mm

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

$F_e(1er) = 40.1888 \text{ ksi}$
 $F_e(\text{tipico}) = 41.1196 \text{ ksi}$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \times F_y$$

$F_{cr}(1er) = 24.31 \text{ ksi}$
 $F_{cr}(\text{tipico}) = 24.51 \text{ ksi}$

$$\Phi P_n = \Phi \times F_{cr} \times A$$

$\Phi P_n(1er) = 376.300 \text{ kips}$
 $\Phi P_n(\text{tipico}) = 379.418 \text{ kips}$

$$\Phi T_n = \Phi \times F_y \times A$$

$\Phi T_n(1er) = 541.800 \text{ kips}$
 $\Phi T_n(\text{tipico}) = 541.800 \text{ kips}$

$\Phi P_n(1er) = 170.690 \text{ tn}$
 $\Phi P_n(\text{tipico}) = 172.104 \text{ tn}$
 $\Phi T_n(1er) = 245.760 \text{ tn}$
 $\Phi T_n(\text{tipico}) = 245.760 \text{ tn}$

245.760 tn
 139.2307 tn
 cumple

Cuadro 75. Las propiedades del perfil del tipo HSS 16.000 – Edificio 2
Dirección Y-Y

Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness t	D/t	Cross Sectional Area	I	S	r	Z	Torsional Stiffness Constant J	Torsional Shear Constant C	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall											
in.	in.	lb.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	ft. ²
16.000	0.500	62.85	0.465	34.4	22.7	685	65.7	5.49	112	1370	171	4.19
	0.438	72.86	0.407	39.3	19.9	606	75.8	5.51	93.0	1210	152	4.19
	0.375	82.64	0.349	45.8	17.2	526	66.7	5.53	85.5	1050	131	4.19
	0.312	92.32	0.291	55.0	14.4	443	55.4	5.55	71.8	886	111	4.19

Con los datos del perfil y la geometría de la estructura, se procede a definir la rigidez del sistema:

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

Radio del perfil metálico (r)	5.49 in	
Módulo de elasticidad del acero	29000 ksi	
Área del perfil metálico	22.7 in ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	194.36 in	
Longitud de brazo metálico típico	189.68 in	
Esfuerzo de fluencia (Fy)	35 ksi	
Resistencia en tensión (Fu)	50 ksi	
factor de reduccion (Φ)	0.90	
Módulo de elasticidad del acero	20389017.77 tn/m ²	
Área del perfil metálico	0.014645 m ²	
Longitud de brazo metálico 1er piso	4.9367 m	4.9367
Longitud de brazo metálico típico	4.8178 m	4.8178

K _{1er}	60485.721 tn/m	60.49 tn/mm
K _{típico}	61978.467 tn/m	61.98 tn/mm

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

F _{e(1er)} =	228.3686 ksi
F _{e(típico)} =	239.7797 ksi

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \times F_y$$

F _{cr(1er)} =	32.83 ksi
F _{cr(típico)} =	32.93 ksi

$$\Phi P_n = \Phi \times F_{cr} \times A$$

ΦP _{n(1er)} =	670.622 kips
ΦP _{n(típico)} =	672.672 kips

$$\Phi T_n = \Phi \times F_y \times A$$

ΦT _{n(1er)} =	715.050 kips
ΦT _{n(típico)} =	715.050 kips

ΦP _{n(1er)} =	304.194 tn
ΦP _{n(típico)} =	305.124 tn

ΦT _{n(1er)} =	324.347 tn
ΦT _{n(típico)} =	324.347 tn

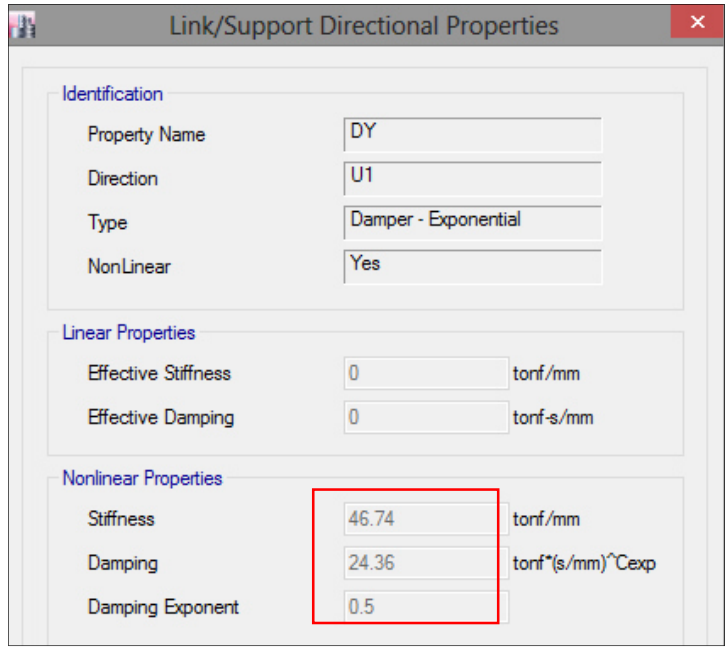
324.347 tn
323.7084 tn
cumple

4.2.4.3. ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS DE DISIPADORES PARA EL MODELAMIENTO EN ETABS CASO NO LINEAL

En cuanto a los dispositivos de amortiguación en el caso lineal, la Imagen 77 y 78 muestra la manera de introducir las propiedades expuestas en el acápite 3.8. en el software de cálculo ETABS v16.0.0

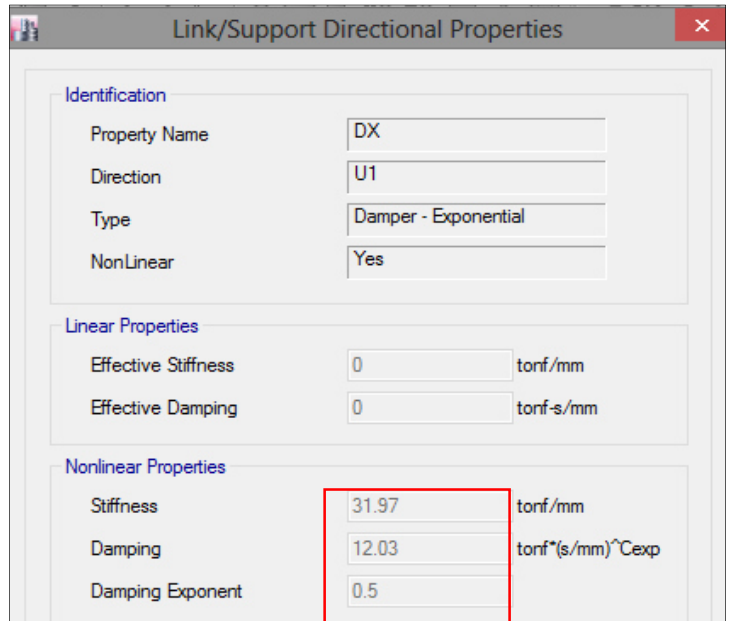
Link/Support Directional Properties		
Identification		
Property Name	DX	
Direction	U1	
Type	Damper - Exponential	
NonLinear	Yes	
Linear Properties		
Effective Stiffness	0	tonf/mm
Effective Damping	0	tonf-s/mm
Nonlinear Properties		
Stiffness	41.93	tonf/mm
Damping	24.67	tonf*(s/mm) ^{Cexp}
Damping Exponent	0.5	

(a)



(b)

Imagen 77. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 1. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.



(a)

The image shows a software dialog box titled "Link/Support Directional Properties". It is divided into three sections: Identification, Linear Properties, and Nonlinear Properties. In the Identification section, the Property Name is "DY", Direction is "U1", Type is "Damper - Exponential", and NonLinear is "Yes". In the Linear Properties section, Effective Stiffness is "0 tonf/mm" and Effective Damping is "0 tonf-s/mm". In the Nonlinear Properties section, Stiffness is "61.98 tonf/mm", Damping is "32.05 tonf*(s/mm)^Cexp", and Damping Exponent is "0.5". A red rectangular box highlights the Stiffness, Damping, and Damping Exponent input fields.

(b)

Imagen 78. Asignación propiedades del dispositivo Edificio 2. (a) en la dirección x y (b) en la dirección Y.

- Se recomienda incluir la dirección en que trabaja el disipador dentro del mismo nombre del elemento link para facilidad de identificación
- Se asigna el modelo Damper - Exponential para la representación no lineal del dispositivo.
- La dirección será la misma a la disposición de los disipadores donde se desarrollará el comportamiento del disipador, las propiedades no lineales deberán incluirse para U1.

4.2.4.4. SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO

Las Cuadros 76, 77, 78 y 79 muestran las derivas obtenidas con valor C calculados en el 4.2.4.1.

Cuadro 76. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NE Max	MAX	
TECHO	0.0033	0.0026	0.0020	0.0022	0.0028	0.0023	0.0026	0.0021	0.0033	
AZOTEA	0.0033	0.0026	0.0020	0.0023	0.0028	0.0023	0.0026	0.0022	0.0033	
PISO 10	0.0033	0.0026	0.0020	0.0023	0.0028	0.0023	0.0026	0.0022	0.0033	
PISO 9	0.0038	0.0031	0.0023	0.0027	0.0032	0.0027	0.0031	0.0025	0.0038	
PISO 8	0.0044	0.0036	0.0027	0.0031	0.0037	0.0032	0.0036	0.0029	0.0044	
PISO 7	0.0049	0.0040	0.0030	0.0035	0.0041	0.0036	0.0040	0.0033	0.0049	
PISO 6	0.0053	0.0044	0.0033	0.0038	0.0044	0.0039	0.0044	0.0036	0.0053	
PISO 5	0.0055	0.0046	0.0034	0.0039	0.0046	0.0041	0.0046	0.0039	0.0055	
PISO 4	0.0054	0.0046	0.0034	0.0038	0.0044	0.0040	0.0046	0.0039	0.0054	
PISO 3	0.0050	0.0042	0.0031	0.0035	0.0042	0.0037	0.0042	0.0037	0.0050	
PISO 2	0.0043	0.0035	0.0026	0.0029	0.0036	0.0033	0.0036	0.0032	0.0043	
PISO 1	0.0023	0.0019	0.0014	0.0016	0.0019	0.0018	0.0019	0.0018	0.0023	
MAX	0.0055	0.0046	0.0034	0.0039	0.0046	0.0041	0.0046	0.0039	0.0055	

Cuadro 77. Derivas máximas Edificio 1 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECHO	0.0013	0.0009	0.0008	0.0008	0.0010	0.0009	0.0009	0.0008	0.0013	
AZOTEA	0.0022	0.0015	0.0014	0.0014	0.0017	0.0015	0.0016	0.0014	0.0022	
PISO 10	0.0033	0.0024	0.0021	0.0021	0.0026	0.0024	0.0024	0.0021	0.0033	
PISO 9	0.0042	0.0030	0.0027	0.0027	0.0033	0.0030	0.0030	0.0026	0.0042	
PISO 8	0.0051	0.0037	0.0033	0.0033	0.0040	0.0037	0.0037	0.0032	0.0051	

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
PISO 7	0.0059	0.0043	0.0038	0.0038	0.0047	0.0042	0.0043	0.0037	0.0059	
PISO 6	0.0063	0.0048	0.0042	0.0042	0.0051	0.0046	0.0047	0.0041	0.0063	
PISO 5	0.0064	0.0049	0.0044	0.0043	0.0053	0.0047	0.0049	0.0044	0.0064	
PISO 4	0.0062	0.0048	0.0043	0.0042	0.0051	0.0045	0.0048	0.0044	0.0062	
PISO 3	0.0055	0.0044	0.0039	0.0038	0.0046	0.0041	0.0043	0.0040	0.0055	
PISO 2	0.0043	0.0035	0.0031	0.0030	0.0036	0.0032	0.0035	0.0033	0.0043	
PISO 1	0.0022	0.0017	0.0015	0.0015	0.0018	0.0016	0.0018	0.0017	0.0022	
MAX	0.0064	0.0049	0.0044	0.0043	0.0053	0.0047	0.0049	0.0044	0.0064	

Cuadro 78. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección X

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NS Max	MAX	
TECH.ESC.	0.0038	0.0032	0.0023	0.0023	0.0028	0.0029	0.0027	0.0023	0.0038	
AZOTEA	0.0041	0.0034	0.0025	0.0025	0.0030	0.0031	0.0029	0.0024	0.0041	
PISO9	0.0045	0.0038	0.0028	0.0028	0.0033	0.0035	0.0033	0.0027	0.0045	
PISO8	0.0052	0.0043	0.0032	0.0032	0.0038	0.0040	0.0037	0.0031	0.0052	
PISO7	0.0057	0.0048	0.0036	0.0035	0.0043	0.0045	0.0042	0.0036	0.0057	
PISO6	0.0060	0.0052	0.0039	0.0038	0.0047	0.0048	0.0045	0.0040	0.0060	
PISO5	0.0061	0.0054	0.0041	0.0039	0.0049	0.0050	0.0046	0.0043	0.0061	
PISO4	0.0058	0.0053	0.0040	0.0039	0.0048	0.0048	0.0045	0.0043	0.0058	
PISO3	0.0051	0.0047	0.0037	0.0035	0.0043	0.0043	0.0040	0.0040	0.0051	
PISO2	0.0038	0.0036	0.0028	0.0028	0.0033	0.0033	0.0031	0.0032	0.0038	
PISO1	0.0017	0.0016	0.0013	0.0013	0.0015	0.0015	0.0014	0.0015	0.0017	

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN X										
Nivel	SXT66-EW Max	SXT66-NS Max	SXT70-EW Max	SXT70-NS Max	SXT74-EW Max	SXT74-NS Max	SXT07-EW Max	SXT07-NS Max	MAX	
MAX	0.0061	0.0054	0.0041	0.0039	0.0049	0.0050	0.0046	0.0043	0.0061	

Cuadro 79. Derivas máximas Edificio 2 incorporadas coeficiente de amortiguamiento Dirección Y

REGISTROS TIEMPO HISTORIA DERIVA ‰ EN Y										
Nivel	SYT66-EW Max	SYT66-NS Max	SYT70-EW Max	SYT70-NS Max	SYT74-EW Max	SYT74-NS Max	SYT07-EW Max	SYT07-NS Max	MAX	
TECH.ESC.	0.0014	0.0011	0.0008	0.0009	0.0014	0.0010	0.0011	0.0009	0.0014	
AZOTEA	0.0011	0.0009	0.0006	0.0007	0.0011	0.0008	0.0009	0.0007	0.0011	
PISO9	0.0015	0.0012	0.0009	0.0010	0.0016	0.0011	0.0012	0.0010	0.0016	
PISO8	0.0022	0.0018	0.0013	0.0014	0.0022	0.0016	0.0018	0.0015	0.0022	
PISO7	0.0029	0.0023	0.0017	0.0018	0.0028	0.0021	0.0023	0.0019	0.0029	
PISO6	0.0034	0.0029	0.0020	0.0022	0.0033	0.0025	0.0028	0.0023	0.0034	
PISO5	0.0039	0.0034	0.0023	0.0026	0.0037	0.0029	0.0034	0.0027	0.0039	
PISO4	0.0042	0.0037	0.0025	0.0029	0.0040	0.0032	0.0037	0.0030	0.0042	
PISO3	0.0043	0.0039	0.0026	0.0031	0.0041	0.0034	0.0039	0.0031	0.0043	
PISO2	0.0042	0.0039	0.0026	0.0032	0.0040	0.0035	0.0039	0.0032	0.0042	
PISO1	0.0024	0.0023	0.0016	0.0019	0.0023	0.0021	0.0023	0.0019	0.0024	
MAX	0.0043	0.0039	0.0026	0.0032	0.0041	0.0035	0.0039	0.0032	0.0043	

Los valores máximos de deriva alcanzados en la dirección X e Y con la inclusión de amortiguadores fueron: para el edificio 1 de 5.5 y 6.4 por mil. Estos valores son menores a 7 por mil, establecido como máximo por la norma peruana sismorresistente E.030, para edificios de concreto armado, se toma como un valor aceptable. Para el edificio 2 se obtuvo la

deriva máxima de 6.1 y 4.3 por mil lo cual cumple con las derivas de la norma.

4.2.4.5. REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS DE PISO

Una vez incorporado los amortiguadores se logra reducir los desplazamientos máximos.

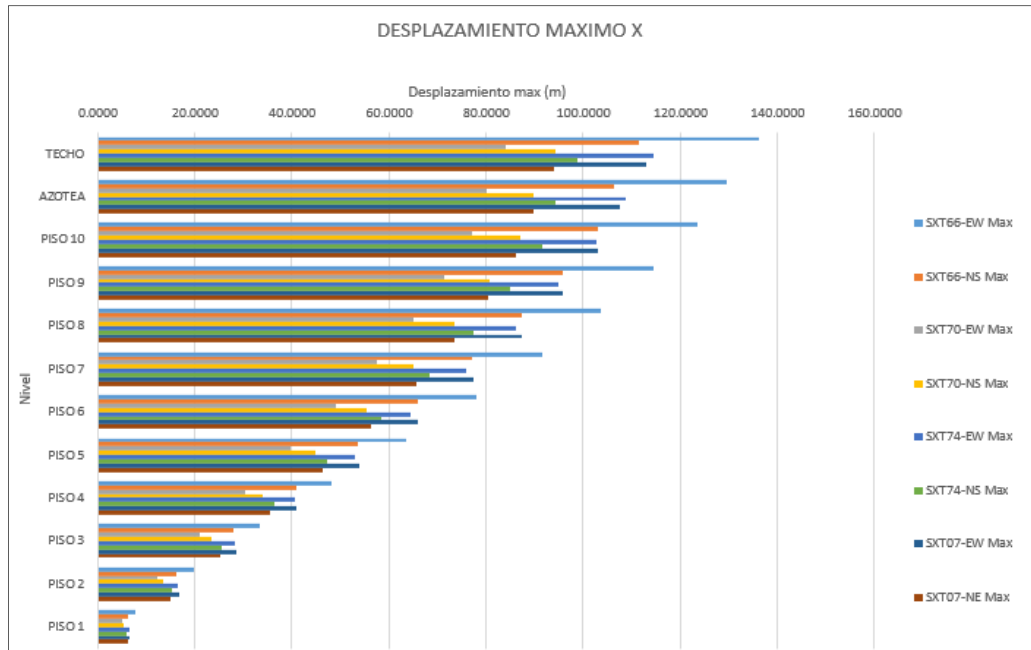


Imagen 79. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje x) = 136.07 mm

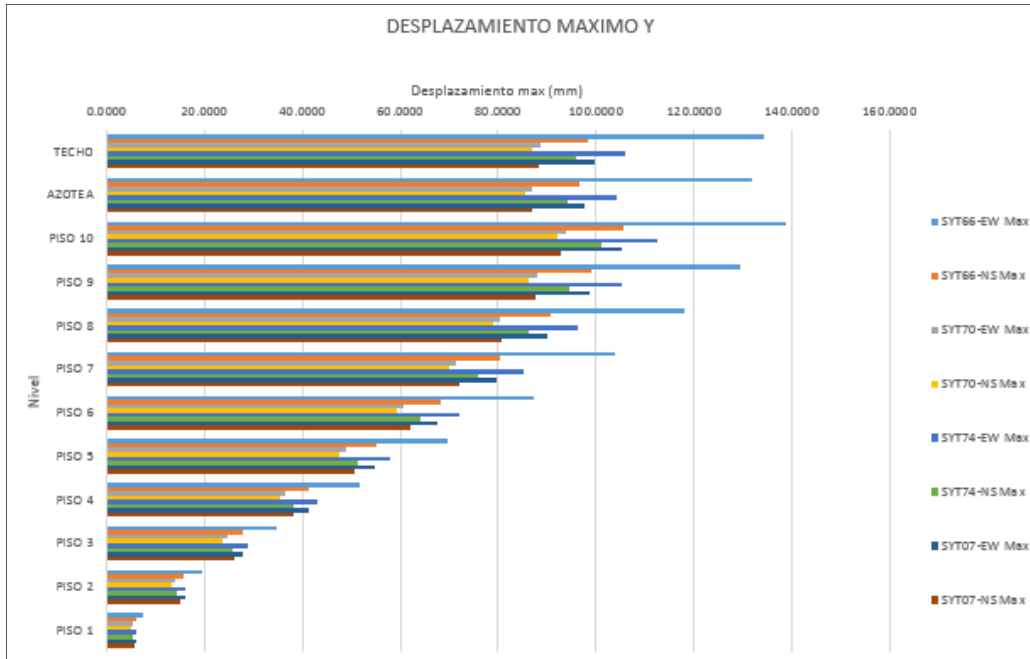


Imagen 80. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 1 (eje y) = 138.81 mm

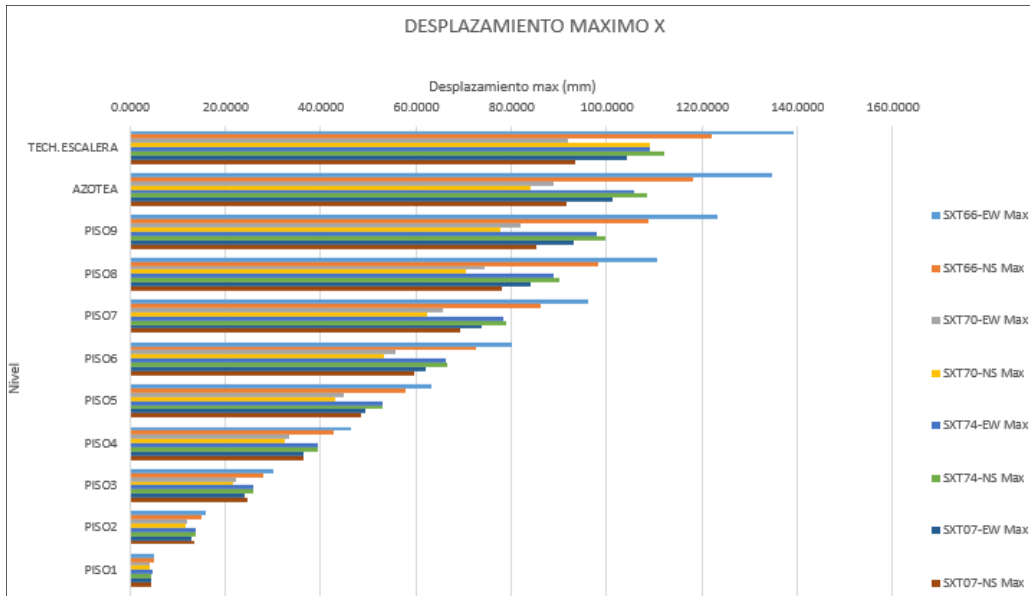


Imagen 81. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje x) = 139.23 mm

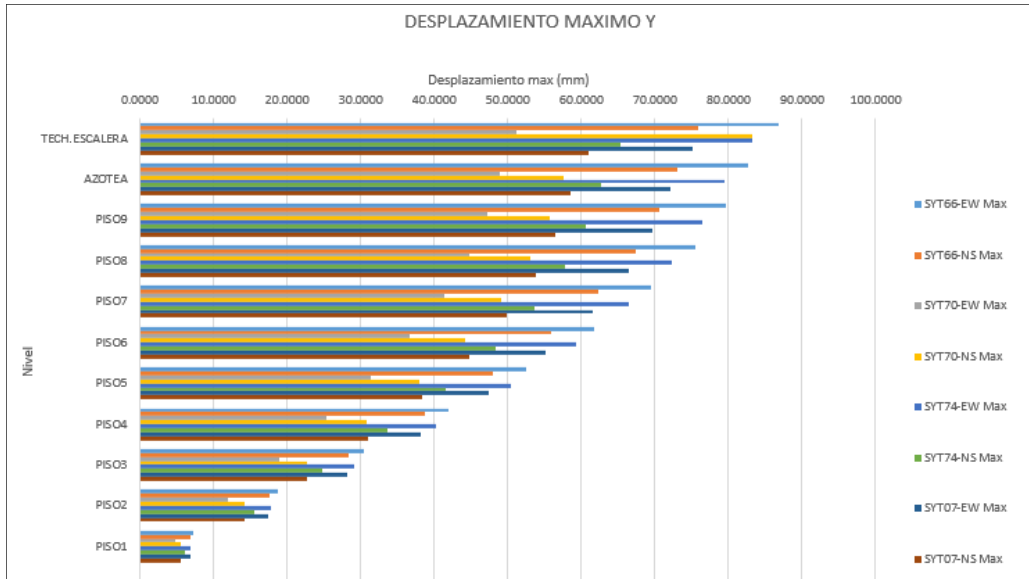


Imagen 82. Revisión de desplazamiento máxima Edificio 2 (eje y) = 86.88 mm

4.2.4.6. REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS DE ENTREPISO

Estas derivas se obtuvieron después que se añadieran las señales sísmicas.

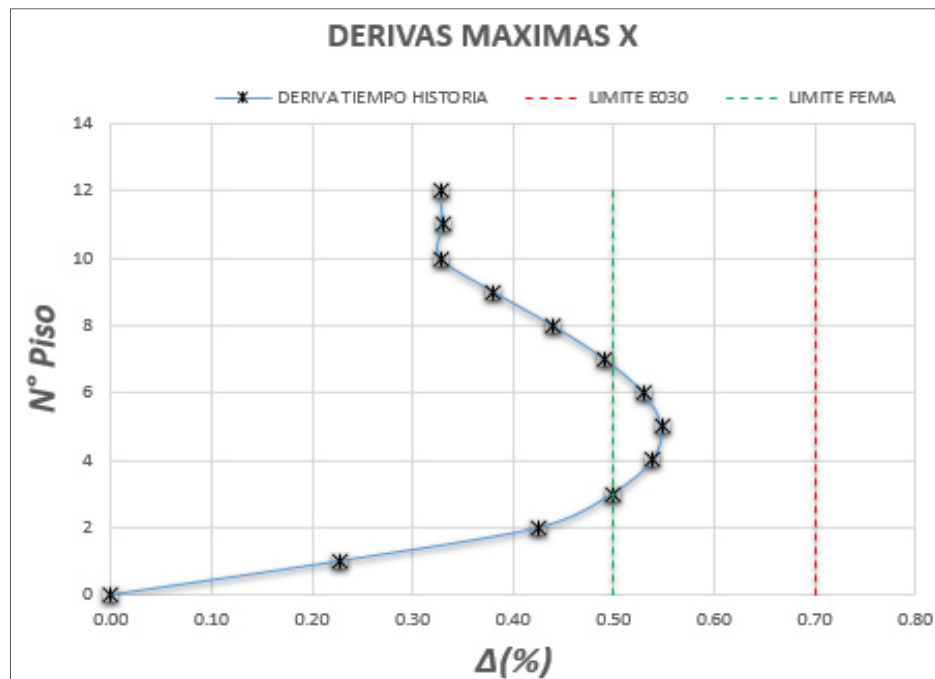


Imagen 83. Deriva máxima Edificio 1 (dirección X) = 0.54 – CUMPLE

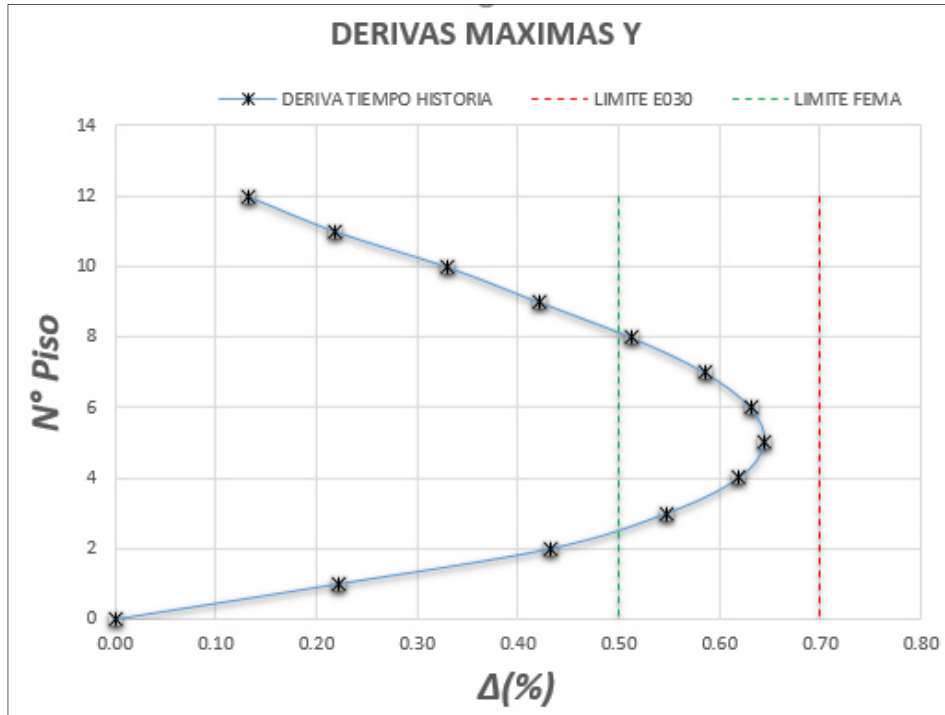


Imagen 84. Deriva máxima Edificio 1 (dirección Y) = 0.64 – CUMPLE

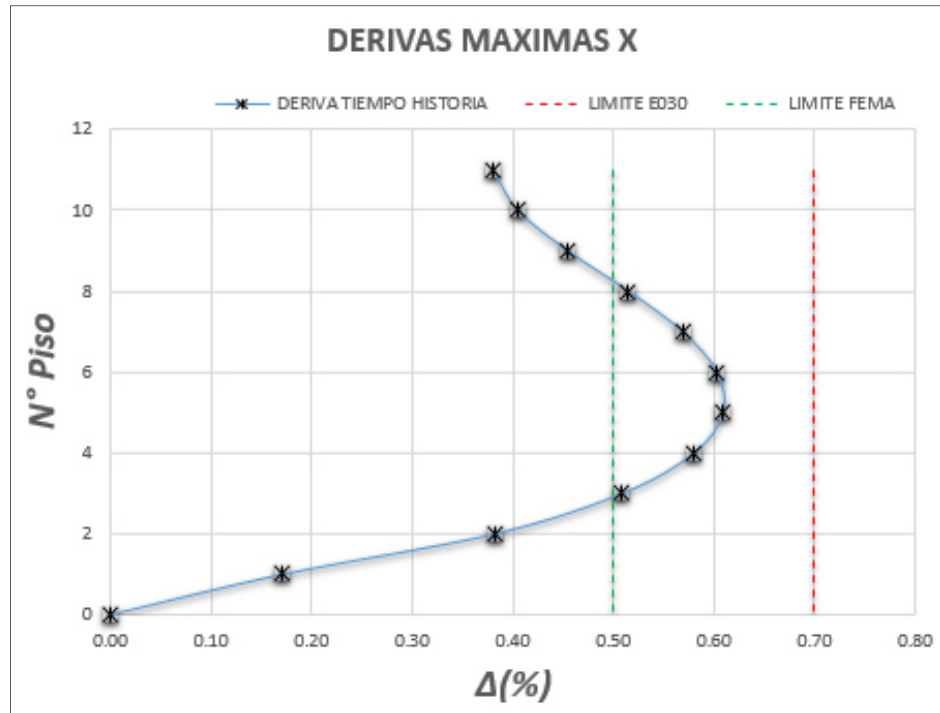


Imagen 85. Deriva máxima Edificio 2 (dirección X) = 0.61 – CUMPLE

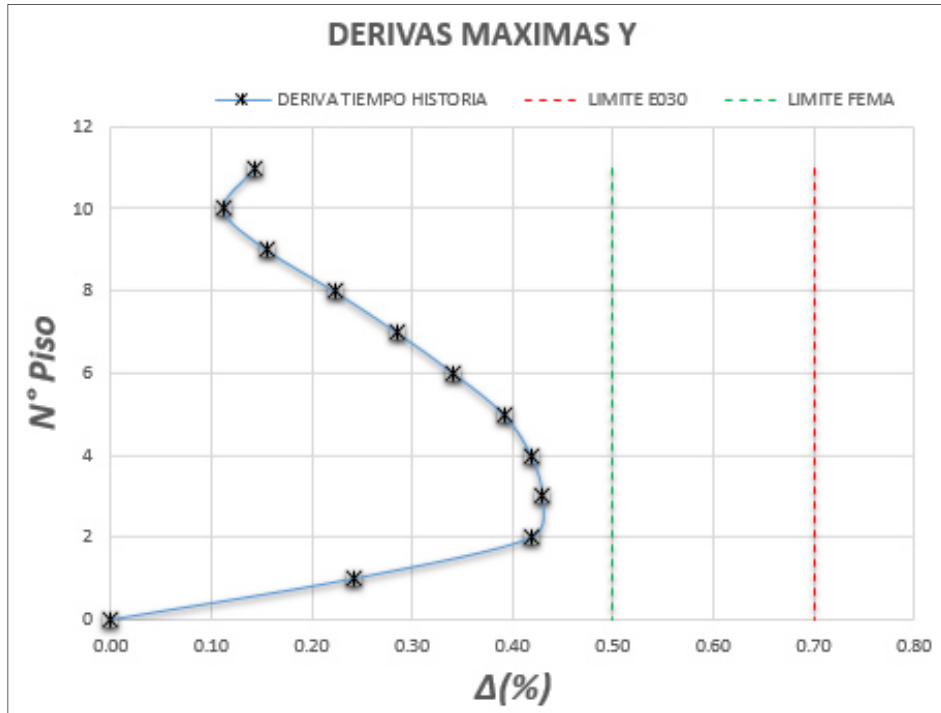


Imagen 86. Deriva máxima Edificio 2 (dirección Y) = 0.43 – CUMPLE

4.2.4.7. REVISIÓN DE LAS DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PARA LOS ACELEROGRAMAS

En ambos casos se han promediado la respuesta de 4 registros de aceleraciones de sismos peruanos (C6610, C7005, C7410, C0708), todos estos escalados para la zona 3.

Cuadro 80. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X,
edificio 1

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	5.5	136.07
	Octubre de 1966 (NS)	4.6	111.59
	Mayo de 1970 (EW)	3.4	84.12
	Mayo de 1970 (NS)	3.9	94.21
	Octubre de 1974 (EW)	4.6	114.40
	Octubre de 1974 (NS)	4.1	98.87
	Agosto de 2007 (EW)	4.6	112.96
	Agosto de 2007 (NS)	3.9	94.00

Cuadro 81. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y,
edificio 1

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	6.4	138.81
	Octubre de 1966 (NS)	4.9	105.63
	Mayo de 1970 (EW)	4.4	93.68
	Mayo de 1970 (NS)	4.3	92.23
	Octubre de 1974 (EW)	5.3	112.44
	Octubre de 1974 (NS)	4.7	101.00
	Agosto de 2007 (EW)	4.9	105.28
	Agosto de 2007 (NS)	4.4	92.87

Cuadro 82. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección X – X,
edificio 2

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	6.1	139.23
	Octubre de 1966 (NS)	5.4	122.06
	Mayo de 1970 (EW)	4.1	91.93
	Mayo de 1970 (NS)	3.9	109.20
	Octubre de 1974 (EW)	4.9	109.20
	Octubre de 1974 (NS)	5.0	111.97
	Agosto de 2007 (EW)	4.6	104.15
	Agosto de 2007 (NS)	4.3	93.31

Cuadro 83. Resultados del análisis tiempo historia para la dirección Y – Y,
edificio 2

	Acelerograma	Deriva Max. (‰)	Desplazamiento Max. (mm)
Tiempo Historia	Octubre de 1966 (EW)	4.3	86.88
	Octubre de 1966 (NS)	3.9	75.96
	Mayo de 1970 (EW)	2.6	51.17
	Mayo de 1970 (NS)	3.2	83.19
	Octubre de 1974 (EW)	4.1	83.19
	Octubre de 1974 (NS)	3.5	65.32
	Agosto de 2007 (EW)	3.9	75.17
	Agosto de 2007 (NS)	3.2	61.02

Los valores máximos de deriva alcanzados en la dirección X e Y en el edificio 1 con la inclusión de amortiguadores no lineales fueron de 5.5 y 6.4 por mil respectivamente. Y en el edificio 2 fueron de 6.1 y 4.3 Estos valores son menores al valor de 7 por mil, establecido como máximo por la norma peruana sismorresistente E.030, para edificios aporricados de concreto armado.

4.2.4.8. CURVA DE HISTÉRESIS

A partir de estos gráficos podemos identificar el comportamiento fuerza- desplazamiento del amortiguador. Se observa una tendencia semi-elíptica (subrayada alrededor de las curvas). Esta tendencia se expuso previamente en el acápite 2.4.1.

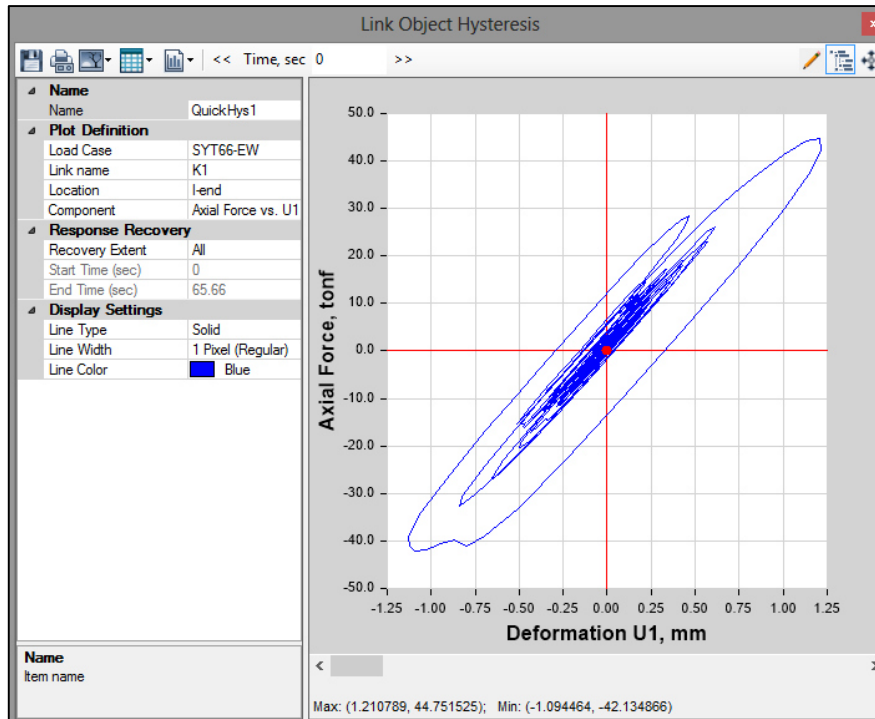


Imagen 87. Edificio 1 - Histéresis de Dispositivos No Lineales.

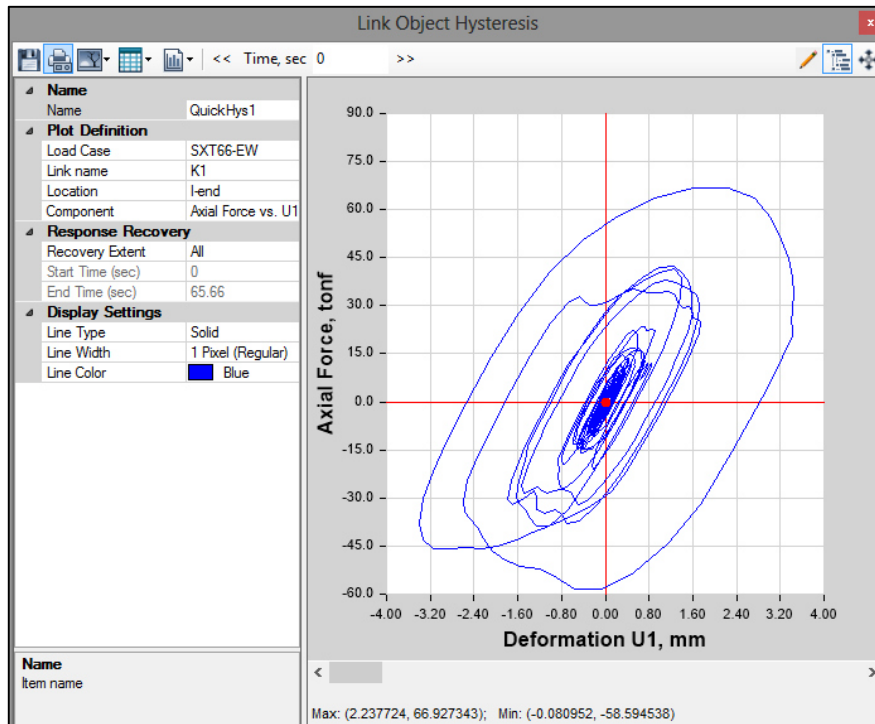


Imagen 88. Edificio 2 - Histéresis de Dispositivos No Lineales.

Se puede identificar que la curva se encuentra algo inclinada, pero mantiene la forma predefinida de los dispositivos no lineales. A diferencia de los dispositivos lineales, no trabajan completamente a desfase con la estructura lo cual genera cierto esfuerzo remanente en los elementos estructurales.

CAPITULO V:

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS:

5.1.1. COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS

Luego de comparar los resultados obtenidos se puede observar que el uso de amortiguadores tipo fluido viscoelásticos se reduce los desplazamientos de entrepiso en un rango del 24 a 45 % en el edificio 1 y de 27 % hasta un 71 % en el edificio 2.

Para el edificio 1 en la dirección X obtenemos una variación de hasta un 44.84% en el nivel inferior de la edificación 1.

Cuadro 84. Variación del desplazamiento máximo edificio 1 en dirección X.

Desplazamiento máximo en el sentido X-X			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje variación (%)
TECHO	179.09	136.07	-24.02%
AZOTEA	170.21	129.52	-23.91%
PISO 10	194.69	123.56	-36.54%
PISO 9	180.29	114.39	-36.55%
PISO 8	163.89	103.75	-36.70%
PISO 7	146.30	91.46	-37.48%
PISO 6	126.31	77.94	-38.29%
PISO 5	104.25	63.38	-39.20%
PISO 4	80.95	48.15	-40.52%
PISO 3	57.08	33.49	-41.32%
PISO 2	34.06	19.65	-42.32%
PISO 1	14.00	7.72	-44.84%

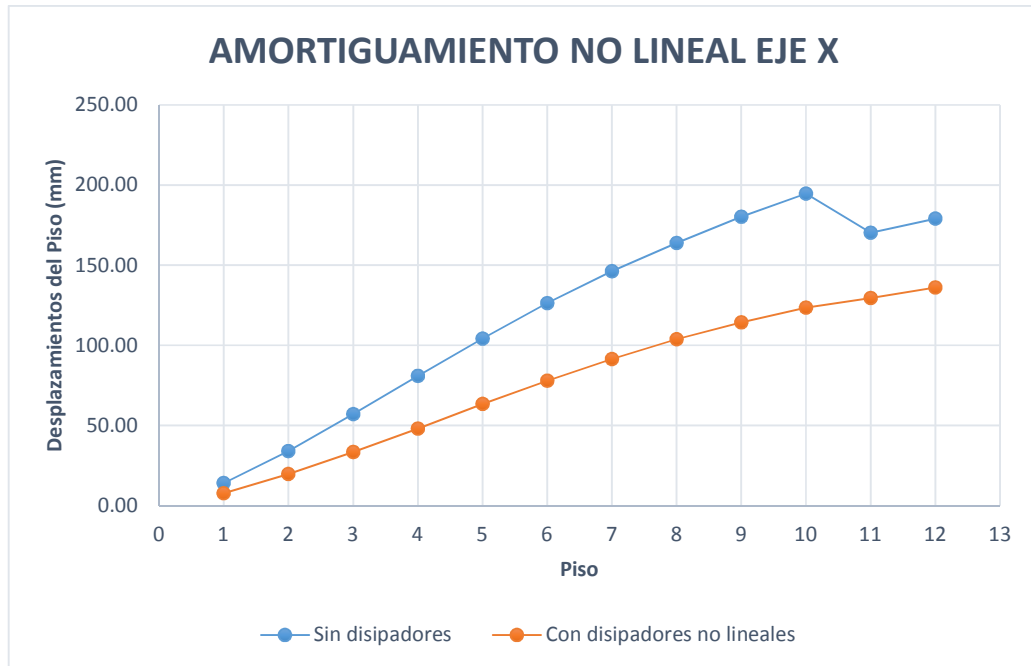


Imagen 89. Comparación de desplazamiento máximo edificio 1 en dirección X

Mientras que en la dirección Y obtenemos una variación de hasta 40.27% en el nivel inferior de la edificación 1.

Cuadro 85. Variación del desplazamiento máximo edificio 1 en dirección Y.

Desplazamiento máximo en el sentido Y-Y			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje variación (%)
TECHO	215.4303	134.409	-37.61%
AZOTEA	210.407	131.777	-37.37%
PISO 10	207.13	138.805	-32.99%
PISO 9	191.0398	129.586	-32.17%
PISO 8	171.3583	117.919	-31.19%
PISO 7	148.3911	103.703	-30.12%
PISO 6	127.6342	87.411	-31.51%
PISO 5	104.5888	69.793	-33.27%

Desplazamiento máximo en el sentido Y-Y			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje variación (%)
PISO 4	79.5378	51.742	-34.95%
PISO 3	54.0697	34.628	-35.96%
PISO 2	30.9309	19.634	-36.52%
PISO 1	12.6175	7.536	-40.27%

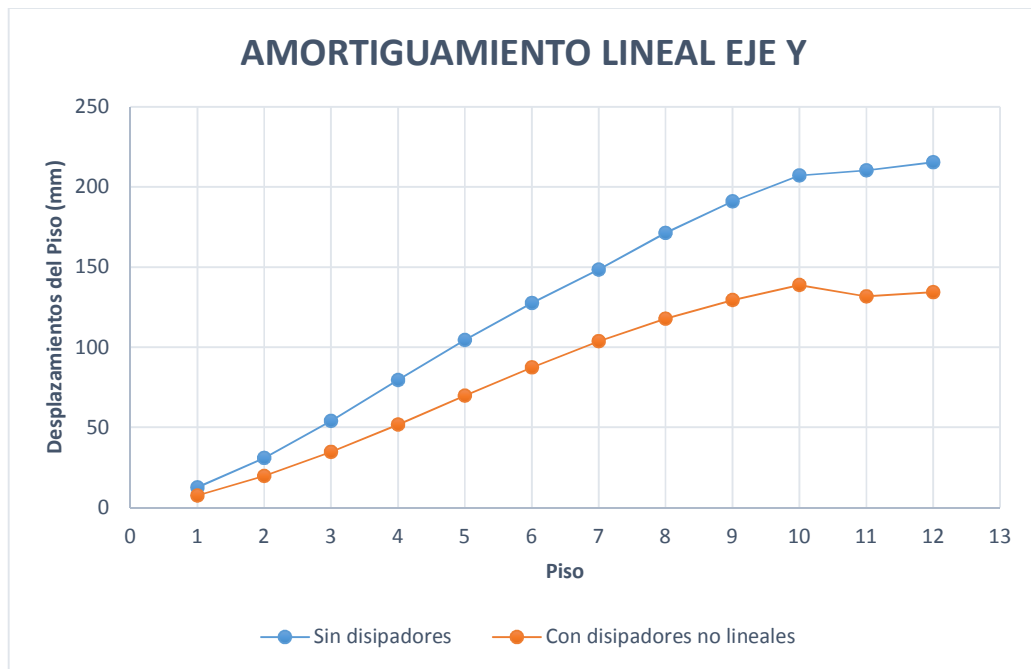


Imagen 90. Comparación de desplazamiento máximo edificio 1 en dirección Y.

Para el edificio 2 en la dirección X obtenemos una variación de hasta un 40.52% en el nivel inferior.

Cuadro 86. Variación del desplazamiento máximo edificio 2 en dirección X.

Desplazamiento máximo en el sentido X-X			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje variación (%)
TECH.ESC.	200.254	139.228	-30.47%
AZOTEA	186.94	134.637	-27.98%
PISO9	170.615	123.293	-27.74%
PISO8	152.555	110.561	-27.53%
PISO7	133.35	96.136	-27.91%
PISO6	113.311	80.211	-29.21%
PISO5	91.426	63.335	-30.73%
PISO4	69.401	46.304	-33.28%
PISO3	47.186	30.077	-36.26%
PISO2	26.111	15.844	-39.32%
PISO1	8.654	5.147	-40.52%

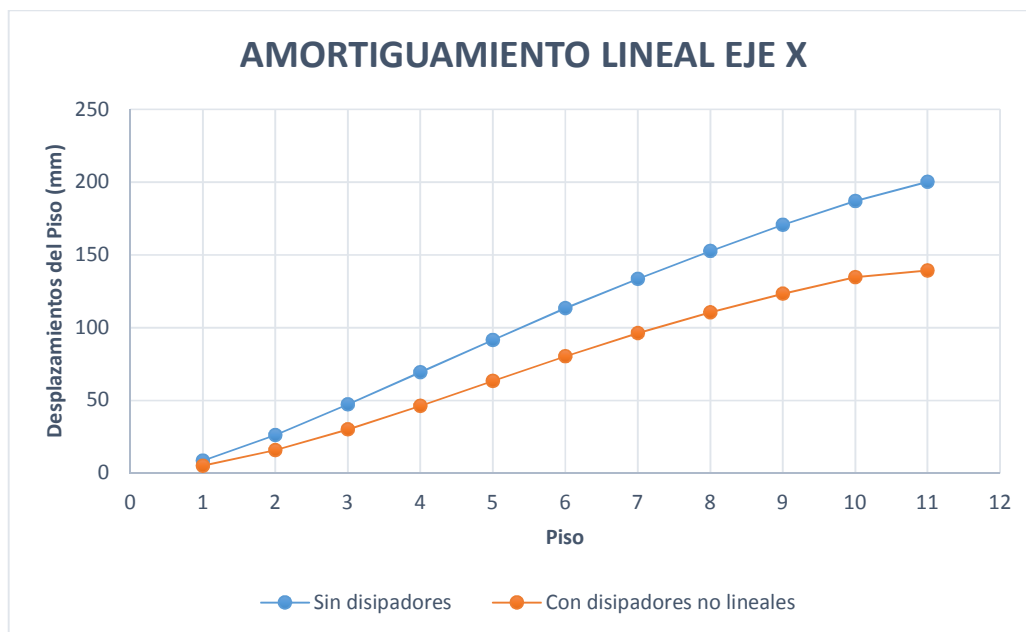


Imagen 91. Comparación de desplazamiento máximo edificio 2 en dirección X

Mientras que en la dirección Y obtenemos una variación de hasta 71.15% en el nivel superior de la edificación 1.

Cuadro 87. Variación del desplazamiento máximo edificio 2 en dirección Y.

Desplazamiento máximo en el sentido Y-Y			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje variación (%)
TECH.ESC.	301.118	86.883	-71.15%
AZOTEA	283.442	82.706	-70.82%
PISO9	267.375	79.72	-70.18%
PISO8	247.039	75.55	-69.42%
PISO7	221.656	69.399	-68.69%
PISO6	191.788	61.737	-67.81%
PISO5	158.547	52.544	-66.86%
PISO4	124.454	41.892	-66.34%
PISO3	88.794	30.374	-65.79%
PISO2	52.553	18.707	-64.40%
PISO1	19.298	7.248	-62.44%

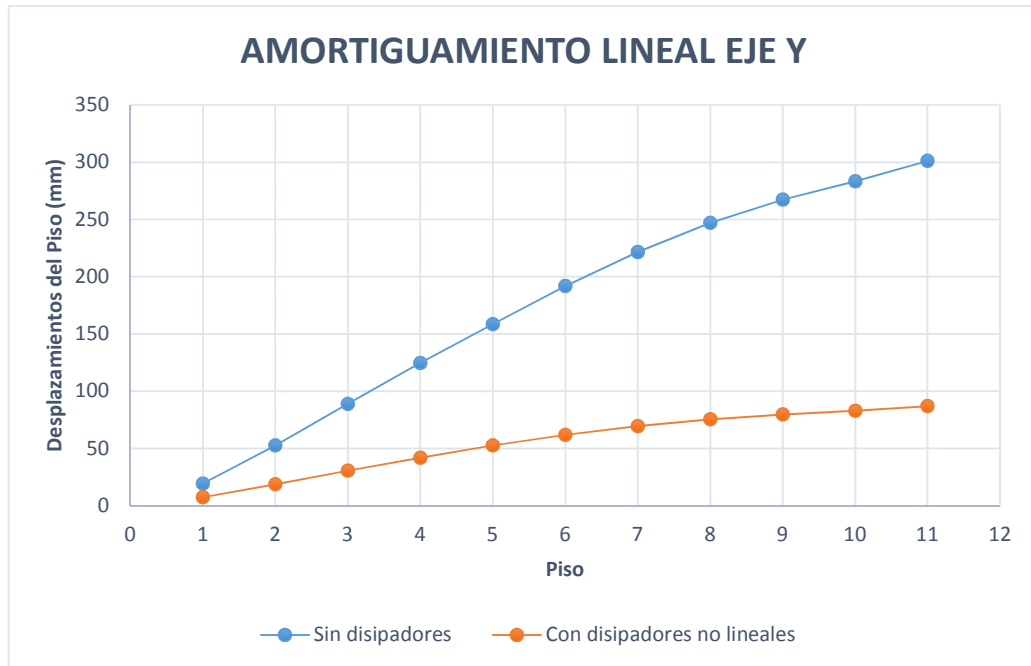


Imagen 92. Comparación de desplazamiento máximo edificio 2 en dirección Y.

Así también se puede ver los desplazamientos máximos que se presentan al interactuar las señales sísmicas es de 136.07 mm en la dirección X y de 138.81 mm en la dirección Y, esto para el edificio 1 mientras que para el edificio 2 es de 139.23 mm en la dirección X y de 86.88 mm en la dirección Y tal como se muestran en las imágenes siguientes.

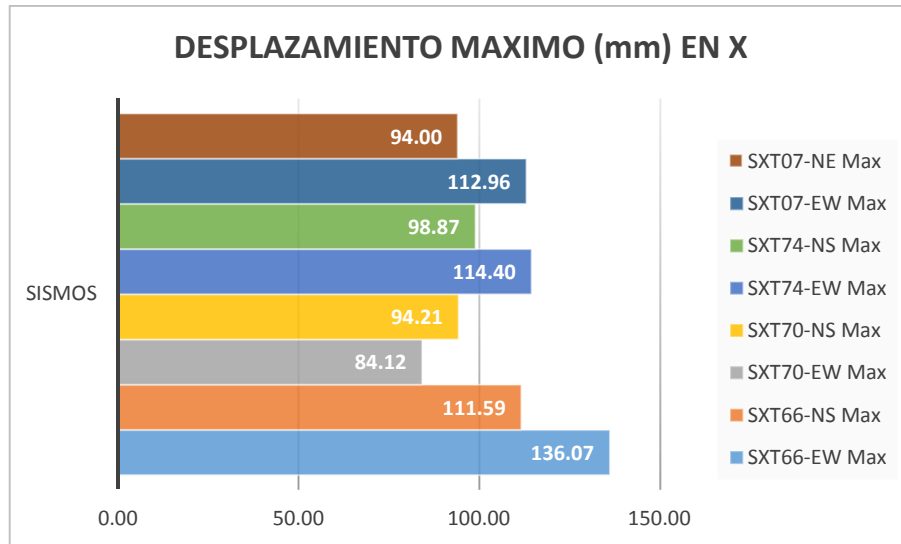


Imagen 93. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas de edificio 1 en dirección X.

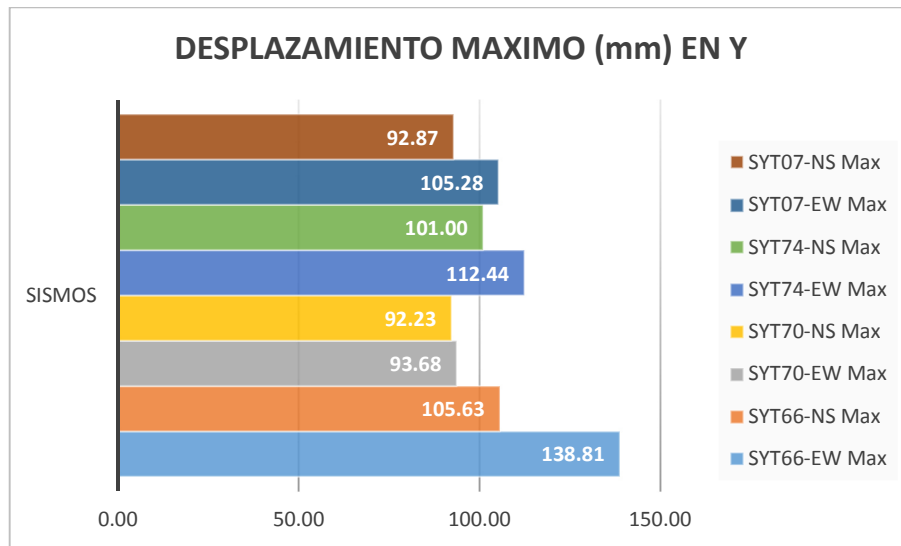


Imagen 94. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas de edificio 1 en dirección Y.

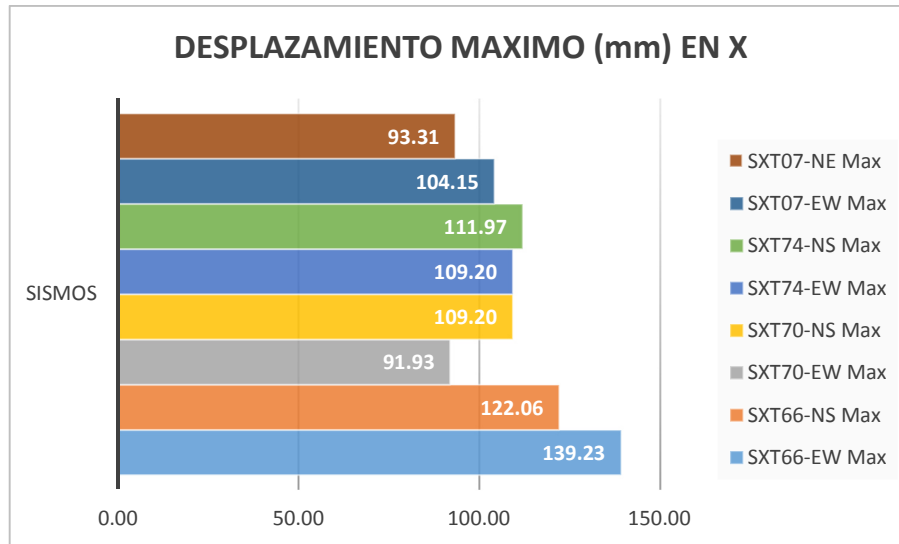


Imagen 95. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas edificio 2 en dirección X.

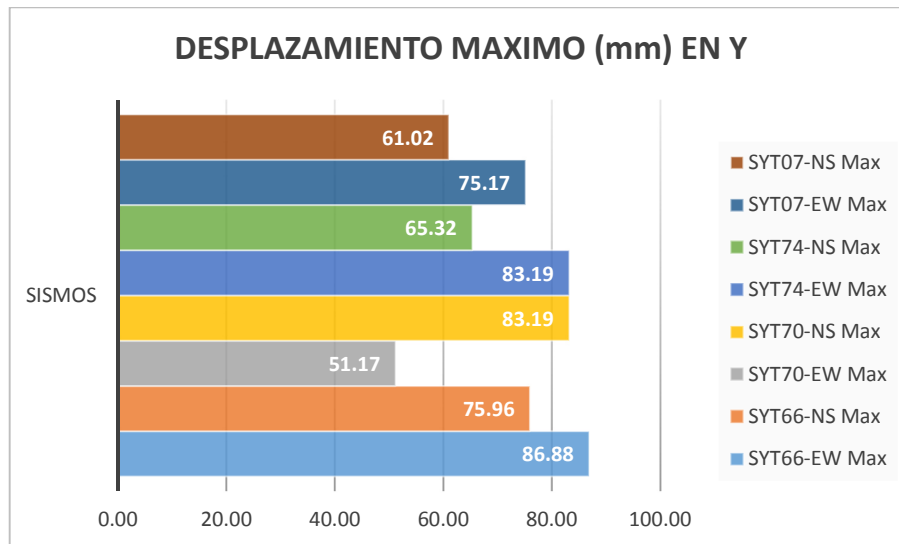


Imagen 96. Desplazamientos máximos con las señales sísmicas edificio 2 en dirección Y.

5.1.2. COMPARACIÓN DE DERIVAS

Para el edificio 1 se obtiene un gran porcentaje de reducción de derivas con el uso de amortiguadores hasta un 44.9% en la dirección X y hasta una reducción de 47.65% en la dirección Y. Esta reducción

logra su máximo valor en el piso 1 y tiene una tendencia a la baja conforme la altura del edificio desciende.

Cuadro 88. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 1 dirección X.

Derivas máximas en el sentido X-X (%)			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje de variación
TECHO	4.7	3.3	-29.98%
AZOTEA	4.8	3.3	-30.67%
PISO 10	5.3	3.3	-38.54%
PISO 9	6.3	3.8	-39.80%
PISO 8	7.2	4.4	-39.20%
PISO 7	7.9	4.9	-38.03%
PISO 6	8.4	5.3	-36.74%
PISO 5	8.5	5.5	-35.59%
PISO 4	8.5	5.4	-36.92%
PISO 3	8.2	5.0	-39.28%
PISO 2	7.2	4.3	-40.49%
PISO 1	4.1	2.3	-44.90%

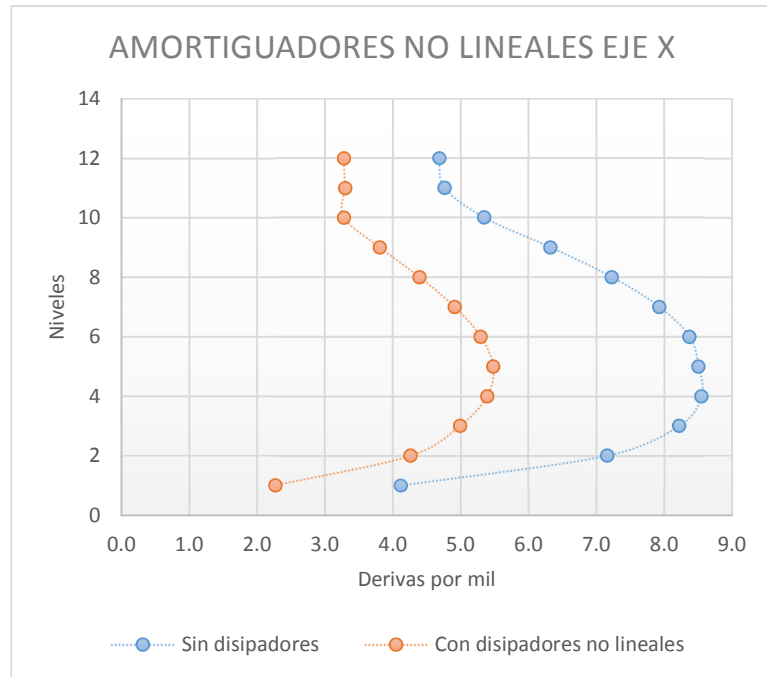


Imagen 97. Comparación de derivas edificio 1 en dirección X.

Cuadro 89. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 1 dirección Y.

Derivas máximas en el sentido Y-Y			
(‰)			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje de variación
TECHO	2.5	1.3	-47.65%
AZOTEA	4.1	2.2	-46.92%
PISO 10	5.9	3.3	-44.54%
PISO 9	7.4	4.2	-43.19%
PISO 8	8.6	5.1	-40.59%
PISO 7	9.4	5.9	-37.78%
PISO 6	9.7	6.3	-34.77%
PISO 5	9.4	6.4	-31.48%
PISO 4	9.1	6.2	-31.93%

Derivas máximas en el sentido Y-Y (‰)			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje de variación
PISO 3	8.4	5.5	-35.08%
PISO 2	6.8	4.3	-36.16%
PISO 1	3.7	2.2	-40.29%

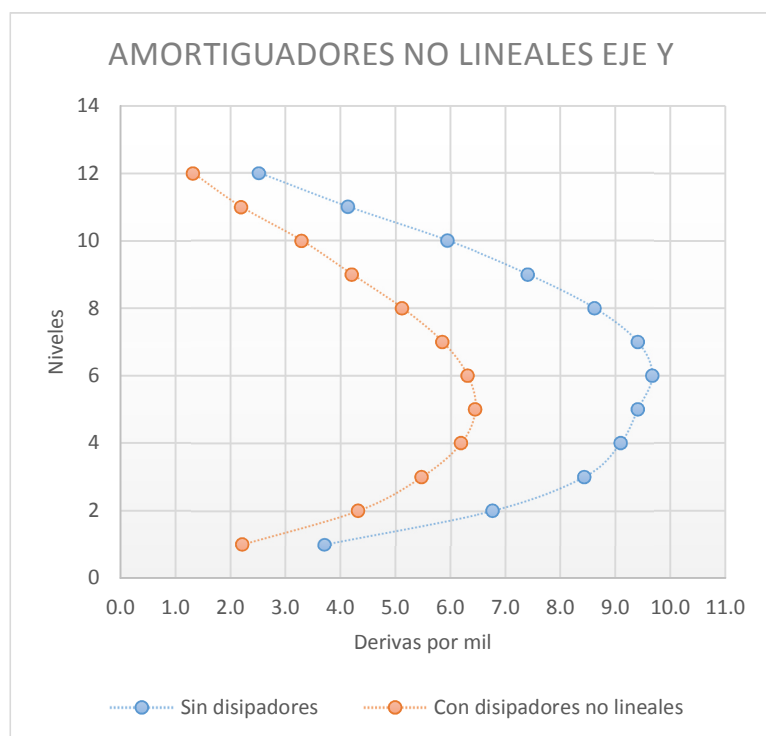


Imagen 98. Comparación de derivas edificio 1 en la dirección Y.

En el edificio 2 se obtiene un gran porcentaje de reducción de derivas con el uso de amortiguadores hasta un 40.52% en la dirección x y hasta una reducción de 76.92% en la dirección Y.

Cuadro 90. Comparación de derivas de entrepiso (‰) Edificio 2 dirección X.

Derivas máximas en el sentido X-X (‰)			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje de variación
TECH.ESC	5.6	3.8	-31.48%
AZOTEA	5.9	4.1	-30.91%
PISO9	6.5	4.5	-29.71%
PISO8	7.2	5.2	-28.19%
PISO7	7.8	5.7	-27.46%
PISO6	8.3	6.0	-27.26%
PISO5	8.4	6.1	-27.41%
PISO4	8.1	5.8	-28.55%
PISO3	7.5	5.1	-32.44%
PISO2	6.2	3.8	-38.72%
PISO1	2.9	1.7	-40.52%

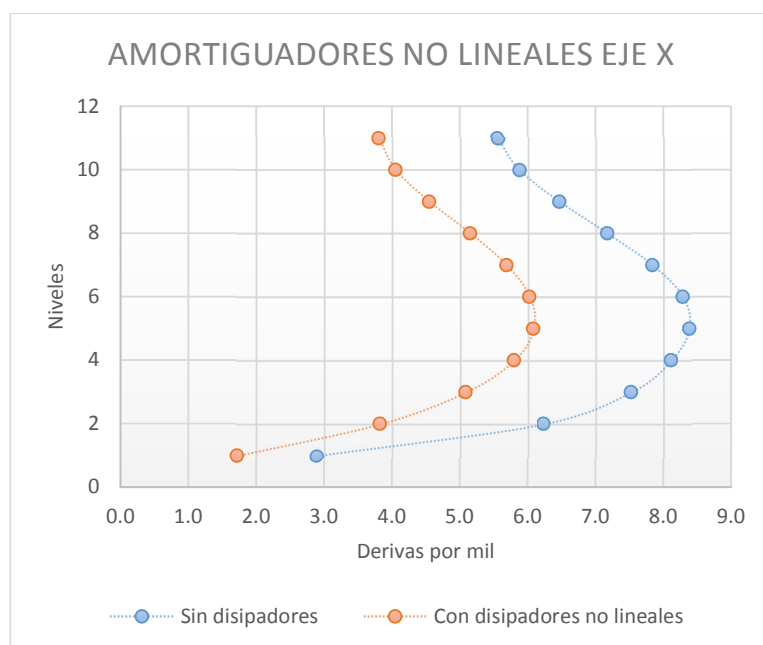


Imagen 99. Comparación de derivas edificio 2 en dirección X.

Cuadro 91. Comparación de derivas de entrepiso (%) Edificio 2 dirección Y.

Derivas máximas en el sentido Y-Y (‰)			
PISO	Sin disipadores	Con disipadores no lineales	Porcentaje de variación
TECH.ESC	6.2	1.4	-76.92%
AZOTEA	6.1	1.1	-81.37%
PISO9	7.7	1.6	-79.70%
PISO8	9.6	2.2	-76.64%
PISO7	11.2	2.9	-74.54%
PISO6	12.5	3.4	-72.58%
PISO5	13.3	3.9	-70.47%
PISO4	13.6	4.2	-69.25%
PISO3	13.5	4.3	-68.23%
PISO2	12.4	4.2	-66.35%
PISO1	6.4	2.4	-62.44%

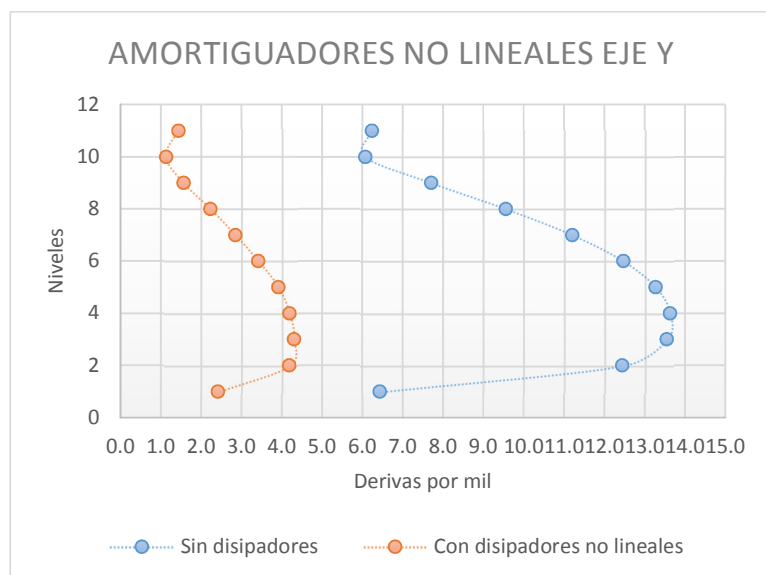


Imagen 100. Comparación de derivas edificio 2 en la dirección Y.

5.1.3. RESUMEN DE LA COMPARACION DE DATOS

El Cuadro 92 muestra una comparación entre el edificio disipado y el edificio convencional respecto al comportamiento sísmico de este. Los resultados corresponden a la envolvente de los registros sísmicos considerados para el sismo de diseño mediante el análisis tiempo historia.

Cuadro 92. Comparación de respuestas globales entre el edificio con disipador y sin disipador.

Parámetro	Edificio 1						Edificio 2					
	Sin disipador		Con disipador		Reducción %		Sin disipador		Con disipador		Reducción %	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Desplazamiento máximo de piso (cm)	19.47	21.54	13.61	13.88	-30.11%	-35.57%	20.03	30.11	13.92	8.69	-30.47%	-71.15%
Deriva máxima de entrepiso (%)	8.5	9.7	5.5	6.4	-35.90%	-33.34%	8.4	13.6	6.1	4.3	-27.41%	-68.42%

5.2. DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS DE AMORTIGUAMIENTO:

5.2.1. AGRUPACIÓN DE DISPOSITIVOS POR NIVELES DE FUERZA

Cuadro 93. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 1 Eje X

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 10	K72	119.806	1175.292	1500
PISO 10	K77	115.805	1136.044	1500
PISO 10	K82	162.253	1591.704	2000
PISO 9	K11	140.167	1375.041	1500
PISO 9	K22	143.068	1403.497	1500
PISO 9	K32	174.244	1709.335	2000
PISO 8	K71	170.828	1675.822	2000
PISO 8	K76	161.899	1588.231	2000
PISO 8	K81	205.173	2012.748	3000
PISO 7	K7	190.088	1864.765	2000
PISO 7	K20	189.975	1863.657	2000
PISO 7	K30	213.559	2095.013	3000
PISO 6	K70	204.222	2003.415	3000
PISO 6	K75	207.808	2038.593	3000
PISO 6	K80	230.220	2258.462	3000
PISO 5	K5	229.748	2253.827	3000
PISO 5	K18	216.475	2123.621	3000
PISO 5	K28	240.326	2357.597	3000
PISO 4	K69	217.327	2131.982	3000
PISO 4	K74	237.507	2329.941	3000
PISO 4	K79	234.723	2302.631	3000
PISO 3	K3	243.618	2389.890	3000
PISO 3	K15	219.231	2150.660	3000
PISO 3	K26	237.321	2328.116	3000
PISO 2	K68	209.963	2059.736	3000
PISO 2	K73	223.327	2190.840	3000

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 2	K78	214.336	2102.636	3000
PISO 1	K1	175.065	1717.384	2000
PISO 1	K13	164.857	1617.250	2000
PISO 1	K24	165.586	1624.396	2000

Cuadro 94. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 1 Eje Y

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 10	K45	184.154	1806.547	2000
PISO 10	K59	82.934	813.579	1000
PISO 10	K67	131.654	1291.521	1500
PISO 9	K42	135.994	1334.098	1500
PISO 9	K54	138.461	1358.301	1500
PISO 9	K64	204.591	2007.038	3000
PISO 8	K44	238.291	2337.636	3000
PISO 8	K53	141.556	1388.659	1500
PISO 8	K66	177.851	1744.713	2000
PISO 7	K40	183.817	1803.246	2000
PISO 7	K52	172.289	1690.157	2000
PISO 7	K62	249.261	2445.253	3000
PISO 6	K16	259.851	2549.139	3000
PISO 6	K51	166.764	1635.958	2000
PISO 6	K65	214.259	2101.877	3000
PISO 5	K38	213.800	2097.380	3000
PISO 5	K50	184.400	1808.961	2000
PISO 5	K60	272.559	2673.805	3000
PISO 4	K9	248.593	2438.697	3000
PISO 4	K49	181.686	1782.338	2000
PISO 4	K63	228.525	2241.833	3000
PISO 3	K36	215.293	2112.020	3000
PISO 3	K48	186.709	1831.615	2000

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 3	K58	255.548	2506.930	3000
PISO 2	K8	215.401	2113.083	3000
PISO 2	K46	163.609	1605.000	2000
PISO 2	K61	202.042	1982.035	2000
PISO 1	K34	157.978	1549.759	2000
PISO 1	K47	127.317	1248.979	1500
PISO 1	K56	159.551	1565.199	2000

Cuadro 95. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 2 Eje X

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 10	K40	69	678.186	1000
PISO 10	K65	83	815.670	1000
PISO 10	K76	112	1098.660	1500
PISO 9	K9	80	786.740	1000
PISO 9	K29	120	1178.772	1500
PISO 9	K64	91	892.172	1000
PISO 8	K63	103	1010.948	1500
PISO 8	K74	126	1239.934	1500
PISO 7	K7	99	969.162	1000
PISO 7	K27	128	1254.166	1500
PISO 7	K62	106	1043.747	1500
PISO 6	K36	97	949.339	1000
PISO 6	K61	118	1160.422	1500
PISO 6	K73	138	1355.660	1500
PISO 5	K5	109	1073.592	1500
PISO 5	K25	133	1304.825	1500
PISO 5	K50	116	1141.040	1500
PISO 4	K48	125	1221.971	1500
PISO 4	K72	139	1365.853	1500
PISO 3	K3	109	1068.319	1500
PISO 3	K23	121	1184.972	1500

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 3	K46	110	1082.178	1500
PISO 2	K32	88	859.048	1000
PISO 2	K44	106	1044.306	1500
PISO 2	K71	113	1111.608	1500
PISO 1	K1	67	656.557	1000
PISO 1	K21	77	752.498	1000
PISO 1	K42	72	702.114	1000

Cuadro 96. Niveles de Fuerza en los amortiguadores Edificio 2 Eje Y

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 10	K15	75	733.734	1000
PISO 10	K20	109	1072.598	1500
PISO 10	K70	117	1146.452	1500
PISO 9	K39	141	1378.409	1500
PISO 9	K49	111	1087.785	1500
PISO 9	K59	169	1661.104	2000
PISO 8	K14	153	1502.805	2000
PISO 8	K19	172	1687.645	2000
PISO 8	K69	184	1809.410	2000
PISO 7	K37	221	2170.860	3000
PISO 7	K47	168	1648.715	2000
PISO 7	K57	241	2360.564	3000
PISO 6	K13	218	2134.302	3000
PISO 6	K18	226	2213.049	3000
PISO 6	K68	253	2486.570	3000
PISO 5	K35	283	2779.459	3000
PISO 5	K45	215	2112.012	3000
PISO 5	K55	301	2953.112	3000
PISO 4	K12	263	2576.472	3000
PISO 4	K17	268	2628.973	3000

PISO	K	P (Ton)	P (KN)	DISIPADOR
PISO 4	K67	291	2850.749	3000
PISO 3	K33	324	3175.579	4000
PISO 3	K43	231	2262.375	3000
PISO 3	K53	316	3099.205	4000
PISO 2	K11	264	2586.825	3000
PISO 2	K16	285	2800.657	3000
PISO 2	K66	251	2465.854	3000
PISO 1	K31	250	2456.273	3000
PISO 1	K41	156	1533.182	2000
PISO 1	K51	218	2138.924	3000

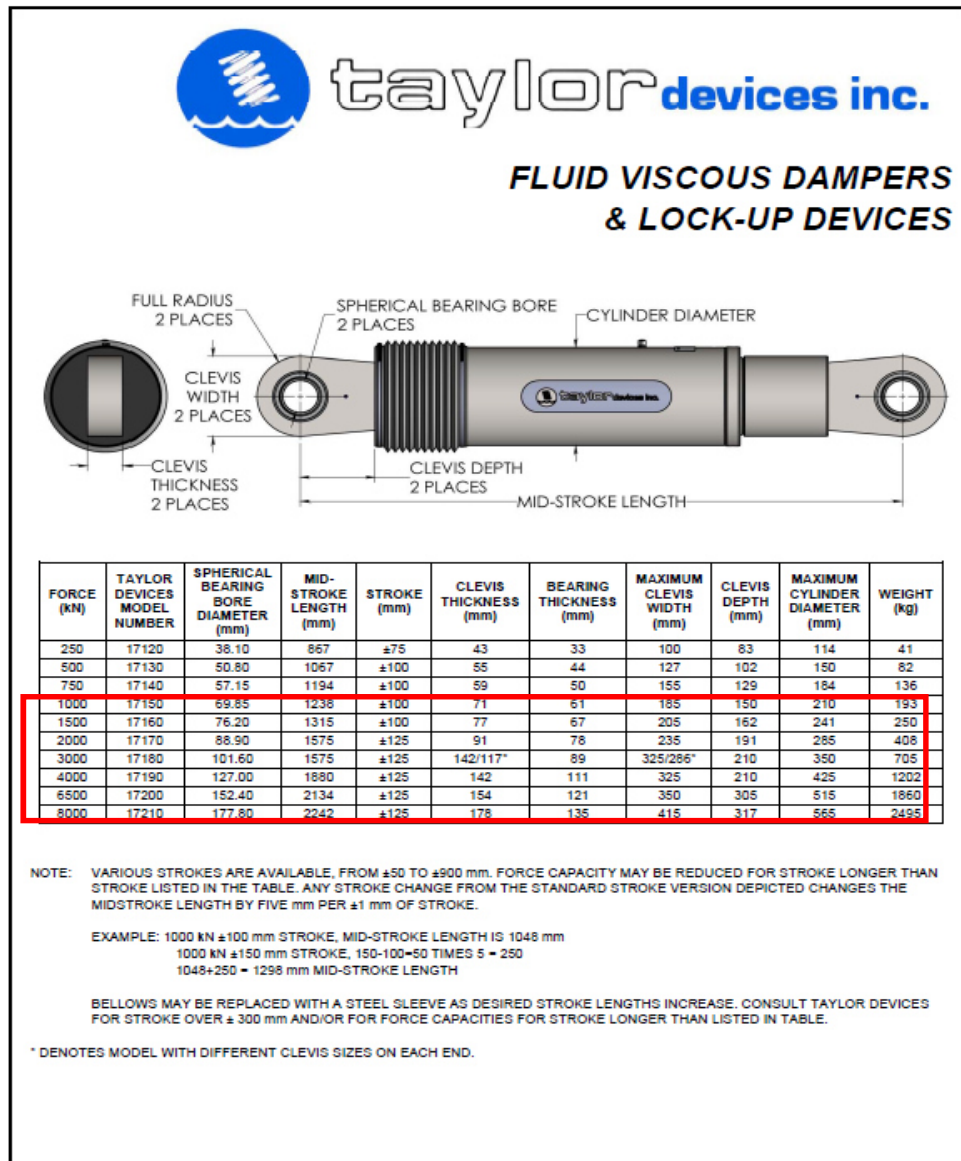
Cuadro 97. Resumen cantidad de Amortiguadores.

DISIPADOR	CANTIDAD EN EDIFICIO 1		CANTIDAD EN EDIFICIO 2	
	EN X	EN Y	EN X	EN Y
250				
500				
750				
1000			3	
1500			27	3
2000	9	6		6
3000	21	24		18
4000				3
6500				
8000				
SUB_TOTAL	30	30	30	30
TOTAL	60		60	
BRAZO DE RIGIDEZ (Pulg)	11.25	12.25	10.00	16.00

5.2.2. ELECCIÓN DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA

De acuerdo con los resultados obtenidos y con la información obtenida de los Cuadro 93, 94, 95 y 96 se procede a definir las propiedades de los dispositivos de amortiguamiento con la ayuda de diferentes fabricantes.

El principal fabricante de los dispositivos de amortiguamiento es Taylor Devices, por lo que las Cuadros de dicho fabricante han sido empleadas para esta investigación.

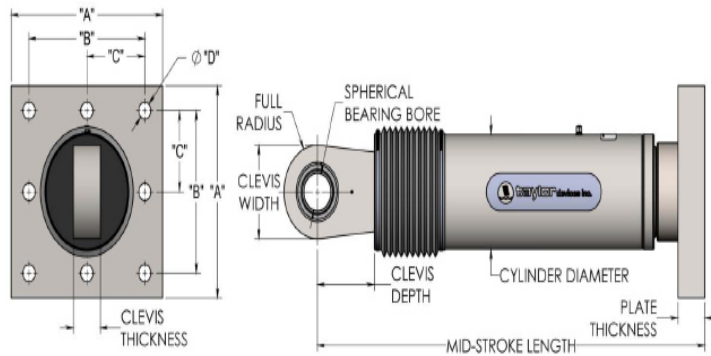


REV 9-2013

Imagen 101. Dispositivos TAYLOR DEVICES – Argollas, elegidas



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES



NOTE:
 VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ±50 TO ±900 mm. FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

EX.:1000 kN±100 mm STROKE, MID-STROKE LG. IS 1048mm
 1000 kN ± 150 mm STROKE, 150-100= 50, 50*5=250
 1048+250 = 1298 mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300 mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)	"A" (mm)	"B" (mm)	"C" (mm)	"D" (mm)	PLATE THICKNESS (mm)
250	17120	38.10	787	±75	43	100	83	33	114	44	178±3	127±.25	†	20.6±.25	38±.76
500	17130	50.80	997	±100	55	127	102	44	150	98	282±3	203±.25	†	31.8±.25	38±.76
750	17140	57.15	1016	±100	59	155	129	50	184	168	343±3	254±.25	127±.25	28.7±.25	61±.76
1000	17150	69.85	1048	±100	71	185	150	61	210	254	419±3	318±.25	159±.25	31.8±.25	76±1.5
1500	17160	76.20	1105	±100	77	205	162	67	241	306	432±3	330±.25	165±.25	34.9±.25	76±1.5
2000	17170	88.90	1346	±125	91	230	191	78	286	500	457±3	343±.25	171.5±.25	38.1±.25	102±1.5
3000	17180	101.60	1441	±125	117	290	203	89	350	800	508±3	406±.25	203±.25	41.4±.25	102±1.5
4000	17190	127.00	1645	±125	142	325	273	111	425	1088	**	**	**	**	**
6500	17200	152.40	1752	±125	154	350	305	121	515	1930	**	**	**	**	**
8000	17210	177.80	1867	±125	178	415	317	135	565	2625	**	**	**	**	**

† DENOTES 4 HOLE PATTERN, MEANING NO CENTER HOLES.
 ** CONSULT FACTORY FOR DIMENSIONS.

REV 9-2015

Imagen 102. Dispositivos TAYLOR DEVICES” - Plancha Base, elegidas

Los dispositivos seleccionados son los de capacidades 1000 KN, 1500 KN, 2000KN, 3000KN y 4000KN. En las imagenes 101 y 102 se muestran las dimensiones de estos dispositivos.

El diseñador deberá brindar los valores de fuerzas obtenidas normalizadas a los valores del mercado, los cuales cuentan con su propio factor de seguridad, por lo que no se requerirá de ninguna amplificación adicional.

CONCLUSIONES

1. Los resultados del análisis del reforzamiento de las edificaciones de concreto con disipadores de fluido viscoelásticos se disminuyen las derivas máximas donde se obtuvo en la EDIFICACIÓN 1 un 35.59% (0.0085 a 0.0055) en la dirección X y un 34.77% (0.0097 a 0.0063) en la dirección Y, en la EDIFICACIÓN 2 un 27.41% (0.0084 a 0.0061) en la dirección X y un 69.25% (0.0136 a 0.0042) en la dirección Y.
2. El nivel de desempeño que se logra en las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo, es proteger a sus ocupantes y contenidos, evitar la presencia de fisuramiento en sus elementos estructurales durante y después de un sismo.
3. Con la incorporación de disipadores de fluido viscoelásticos se recomienda usar la Norma ASCE/SEI 7-10 cap.18, ya que en esta norma nos indica la cantidad mínima y como distribuir los disipadores en la estructura. En la actualidad ya se menciona en la norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente en el ítem 3.9.
4. Con la Incorporación de disipadores de fluido viscoelásticos el beneficio es que no necesita mantenimiento en ser reemplazado luego de un terremoto severo y sus réplicas, solo requiere una nueva calibración por parte de un personal técnico en disipadores o proveedor, caso contrario ocurre con el sistema de muros estructurales que, si necesita reparación y una reestructuración, producto de los daños estructurales generando gastos adicionales post-sismo.

RECOMENDACIONES

1. Extender el análisis de diseño de disipadores de fluido viscoelásticos para edificaciones de albañilería confinada, debido a que, en la ciudad de Huancayo, la mayoría de las construcciones son de albañilería llegando hasta más de 5 niveles y muchas de ellas pueden estar en peligro de colapso o sufrir daños irreparables frente a un sismo severo.
2. Para la ciudad de Huancayo, investigar el reforzamiento con disipadores utilizando acelerogramas registradas en los alrededores de la ciudad (IGP).
3. Hacer el análisis dinámico por viento a las edificaciones altas ya que en el Valle Mantaro hay vientos hasta de 85.00 Km/h. a 10m sobre el suelo periodo de recurrencia 50 años (Mapa Eólico del Perú E.020 ANEXO2).
4. Incorporar este tema en el curso de Diseño Sismorresistente y poner en práctica en nuestro laboratorio de sismo de la facultad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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. *Ciencia*.
2. American Society of Civil Engineers. (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Others Structures (ASCE/SEI 7-10)*.
3. Arroyo, J. (2004). Metodología para calcular la respuesta de estructuras. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*.
4. Cano Lagos, H., & Zumaeta Escobedo, E. (2012). Diseño estructural de una edificación con disipadores de energía y análisis comparativo sísmico entre el edificio convencional y el edificio con disipadores de energía para un sismo severo. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
5. Chacón Alvarez, R., & Ramírez Capa, E. (2014). *Análisis de una edificación de 4 pisos con disipadores de fluido viscoso*. Lima-Perú.
6. Claros Stark, E. (2009). *Método simplificado para el análisis y rehabilitación de edificios utilizando disipadores de energía viscosos*. Mexico.
7. Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción. (2011). *Protección Sísmica de Estructuras Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía*. Santiago de Chile: Trama Impresores S.A.
8. Federal Emergency Management agency. (1997). *NEHRP Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings FEMA*.
9. Fernández, R., Holgado, C., Lozada, H., Mendoza, O., Meza, C., & Rivas, R. (2015). Uso de aisladores sísmicos en la construcción. *Universidad Católica de Santa María*.

10. Fuentes Sadowski, J. C. (2015). *Análisis sísmico de una edificación*. Lima-Perú.
11. Guevara Huatuco, D., & Torres Arias, P. (2012). Diseño de un edificio aporticado con amortiguadores de fluido-viscoso en disposición diagonal. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
12. Martínez Labra, E. (2016). *Análisis de un edificio de acero con amortiguadores viscosos*. D.F-México.
13. Ministerio de Vivienda y Construcción. (2006). *Norma Técnica E.020 "Cargas"*. Lima-Perú.
14. Ministerio de Vivienda y Construcción. (2016). *Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente"*. Lima-Perú.
15. Oviedo, J. A., & Duque, M. (2006). Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones. *Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 105-120.
16. Pimiento, J., Salas, A., & Ruiz, D. (2014). Desempeño sísmico de un pórtico con disipadores de energía pasivos de placas ranuradas de acero. *Revista Ingeniería de Construcción*, 283-298.
17. Segovia David, J. (2016). *Diseño de disipadores de energía metálicos para una edificación de baja altura de concreto armado*. Lima-Perú.
18. Sirve S.A. (2013). Sistema de Protección Sísmica. *Construcción*, 13-21.
19. Tavera, H. (25 de 08 de 2014). *Silencio sísmico preocupa a limeños que temen un fuerte terremoto*. Obtenido de <http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/silencio-sismico-preocupa-limenes-que-temen-fuerte-terremoto-n150424>
20. Tecnoav. (s.f.). *Aisladores y Disipadores Sísmicos*. Obtenido de <http://www.tecnoav.cl/4-aisladores-sismicos-y-disipadores-sismicos/>
21. Villareal Castro, G., & Díaz La Rosa Sánchez, M. (2016). *Edificaciones con Disipadores Viscosos*. Lima-Perú: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L.

ANEXOS

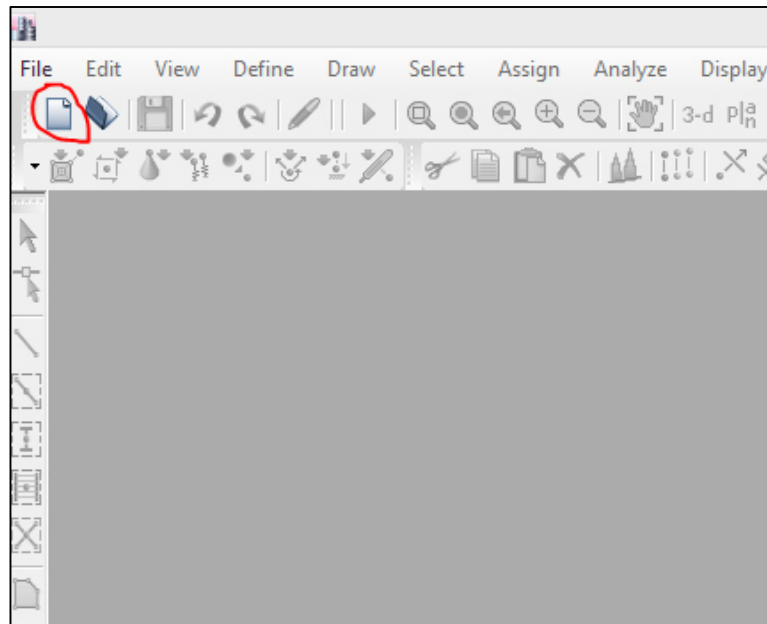
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuáles son los resultados del análisis de reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuál es el nivel de desempeño que se puede lograr en las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos?</p> <p>b) ¿Qué normativa es más eficiente para el estudio y diseño de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos?</p> <p>c) ¿Cuáles son los beneficios al emplear disipadores de fluido viscoelásticos?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar los resultados del análisis de reforzamiento de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos en la ciudad de Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Identificar el nivel de desempeño que se puede lograr en las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.</p> <p>b) Describir la normativa más eficiente para el estudio y diseño de edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.</p> <p>c) Determinar los beneficios de emplear disipadores de fluido viscoelásticos.</p>	<p>ANTECEDENTES</p> <p>Nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recomendaciones para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. Lima - Perú. 2005. • Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica San Miguel, Piura. Piura 2004. • Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Lima 2013. • Análisis de una Edificación de 4 pisos con Disipadores de Fluido Viscoso. Lima - Perú. 2014. <p>Internacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal. Valdivia-Chile 2007. • Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana. Santiago de Chile. 2011. • Modelo estructural a escala utilizando amortiguadores viscosos como sistemas de disipación pasiva de energía. Quito - Ecuador 2015. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los resultados del análisis del reforzamiento de las edificaciones de concreto armado, con disipadores de fluido viscoelásticos, disminuyen las derivas máximas.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>a) El nivel de desempeño de las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos, es evitar se presenta fisuramiento en sus elementos estructurales.</p> <p>b) La norma más eficiente es la ASCE/SEI 7-10 para las edificaciones de concreto armado con disipadores de fluido viscoelásticos.</p> <p>c) Los beneficios al emplear los disipadores de fluidos viscoelásticos, ya no necesitan reparaciones de los elementos estructuras ya que lo mantienen a la estructura en el rango elástico.</p>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTE</p> <p>Disipadores de Fluido viscoelásticos</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTE</p> <p>Derivas máximas.</p>	<p>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>El método general de investigación es el Científico, como métodos específicos es analítico - sintético, inductivo – deductivo y con un enfoque cuantitativo.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada.</p> <p>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo – explicativo</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>No Experimental.</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>La población está conformada por las edificaciones de concreto armado mayores a 8 pisos construidos en ciudad de Huancayo.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>El tipo de muestreo es el no aleatorio o dirigido, se eligió dos edificaciones de concreto armado: Edificación 1 de 10 pisos ubicada en la Cooperativa el Centenario, y la edificación 2 de 10 pisos ubicada en la intersección de la Av. Centenario y el Pasaje San Antonio en el distrito de Huancayo</p>

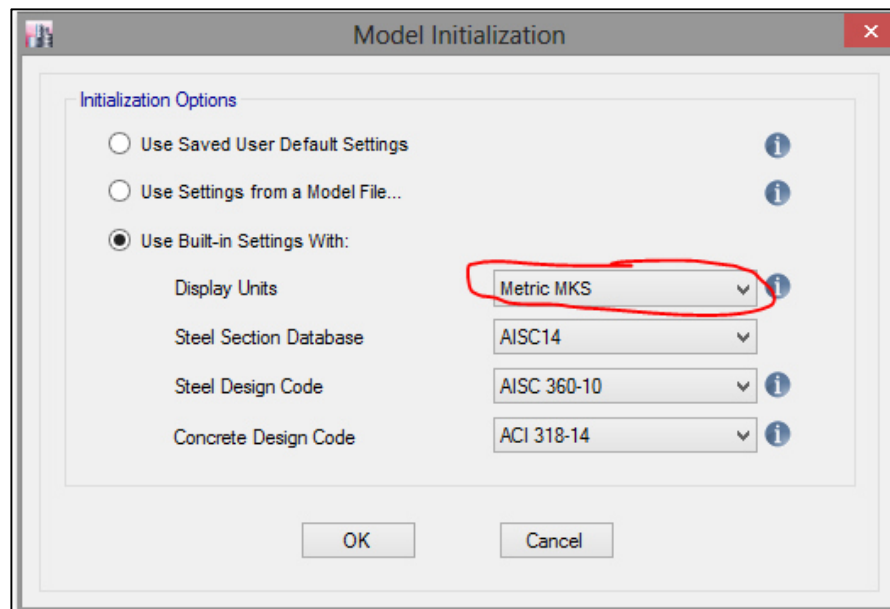
ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS EN EL PROGRAMA ETABS

1. DIMENSIONAMIENTO.

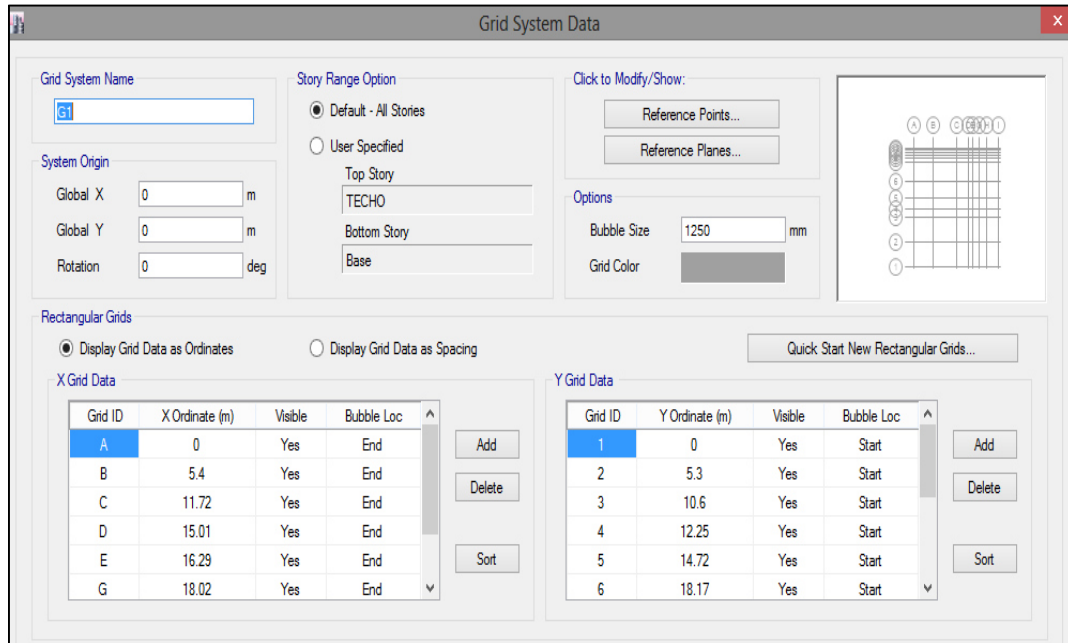
- Iniciamos el programa.



- Cambiamos las unidades con los que vamos a trabajar.

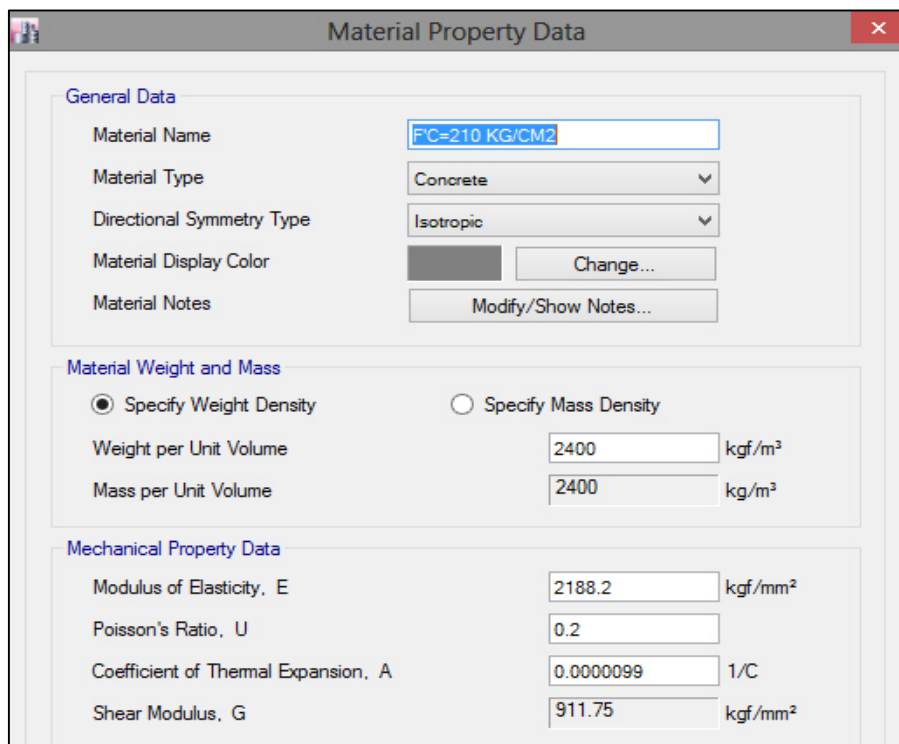


- Creamos un nuevo modelo. Ingresamos los espaciamientos entre ejes.

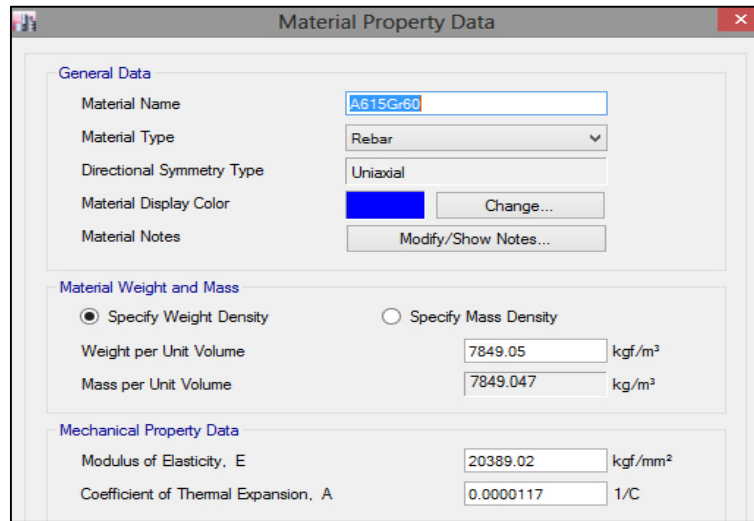


2. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

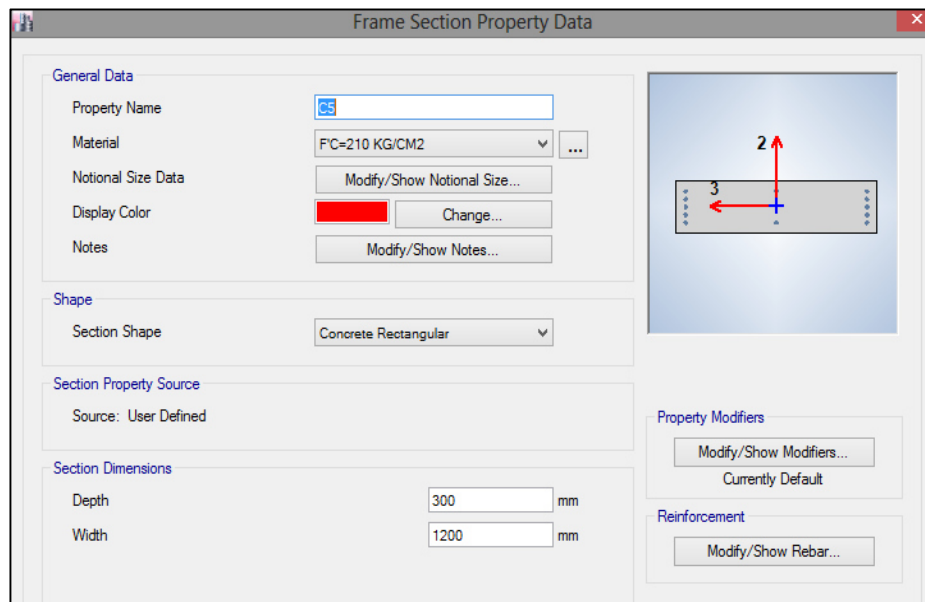


- Acero grado 60.



3. DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS SECCIONES

- Definimos columnas:



- Definimos vigas:

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: V30X60

Material: F'C=210 KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 600 mm

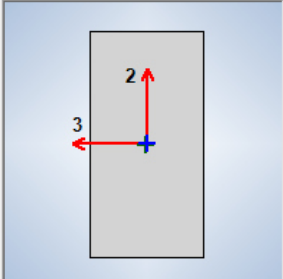
Width: 300 mm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: A615Gr60

Confinement Bars (Ties): A615Gr60

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 60 mm

Bottom Bars: 60 mm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0 mm²

Top Bars at J-End: 0 mm²

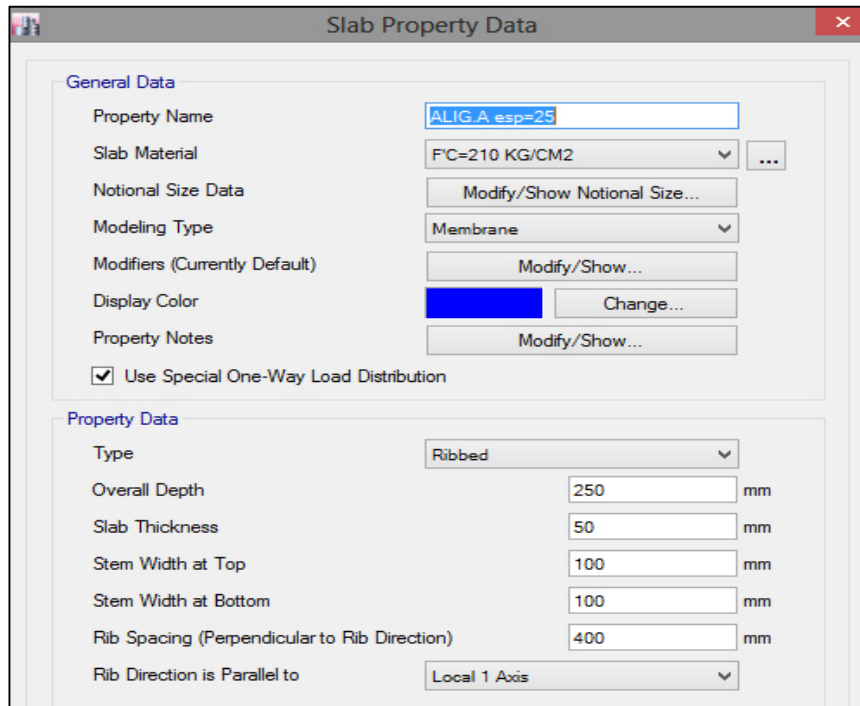
Bottom Bars at I-End: 0 mm²

Bottom Bars at J-End: 0 mm²

OK Cancel

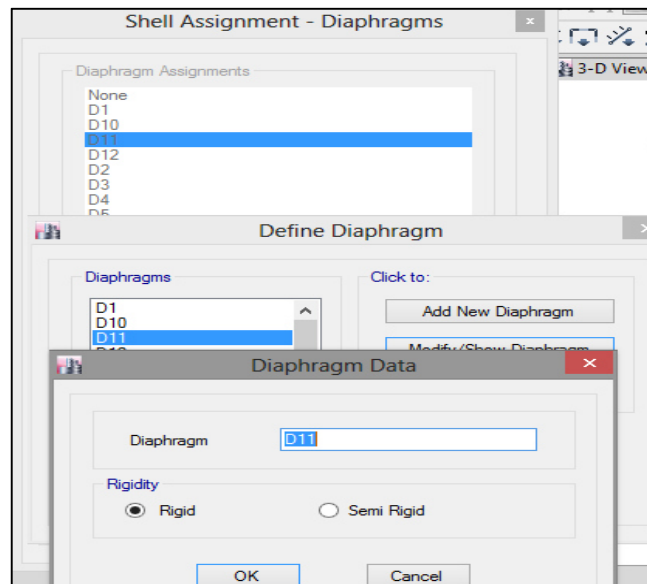
Definir Muro del concreto armado:

- Definir losa:



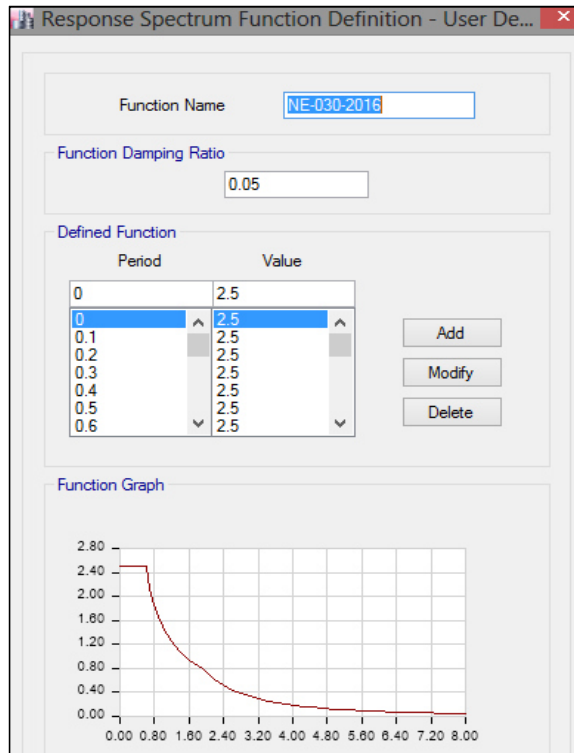
4. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y CARGAS

- Definimos un diafragma por cada piso:

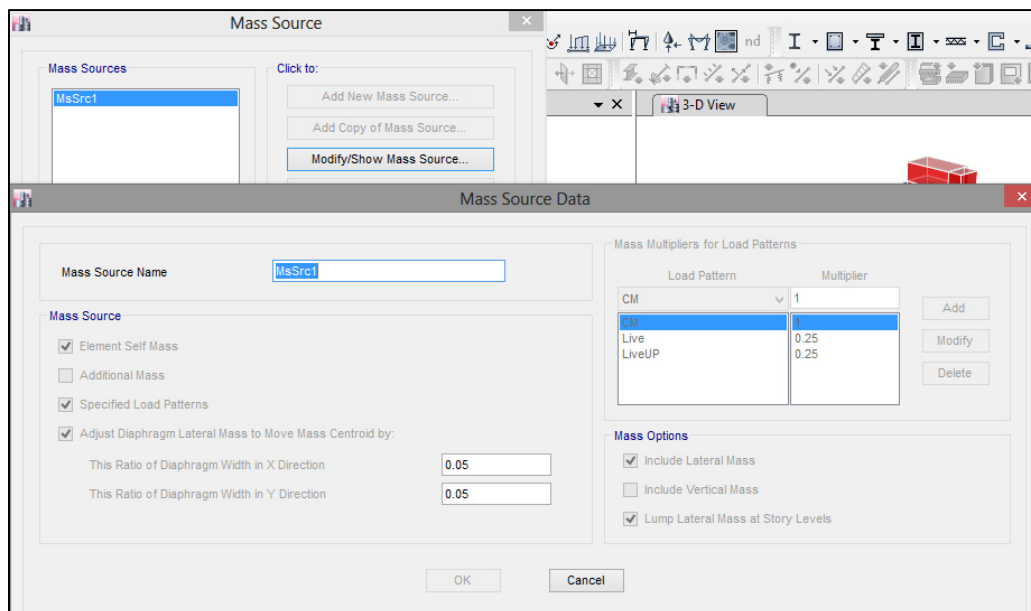


-

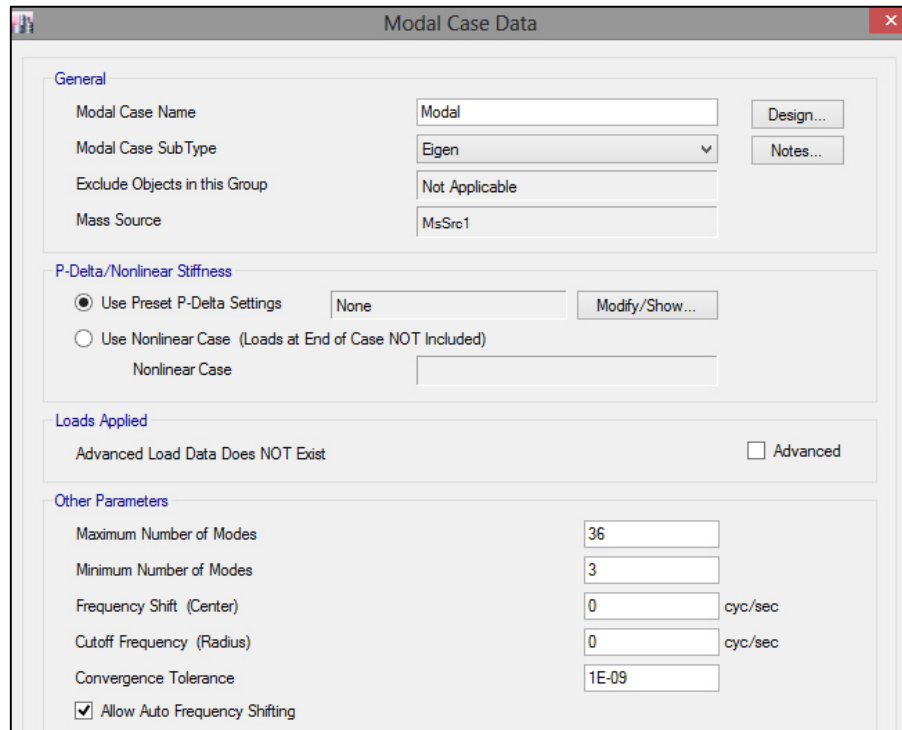
- Definición del espectro de la norma.



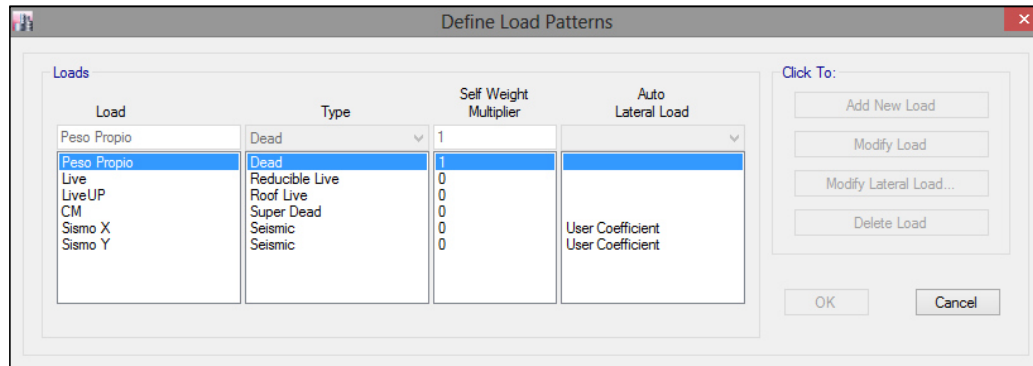
- Definición de la fuente de masa.



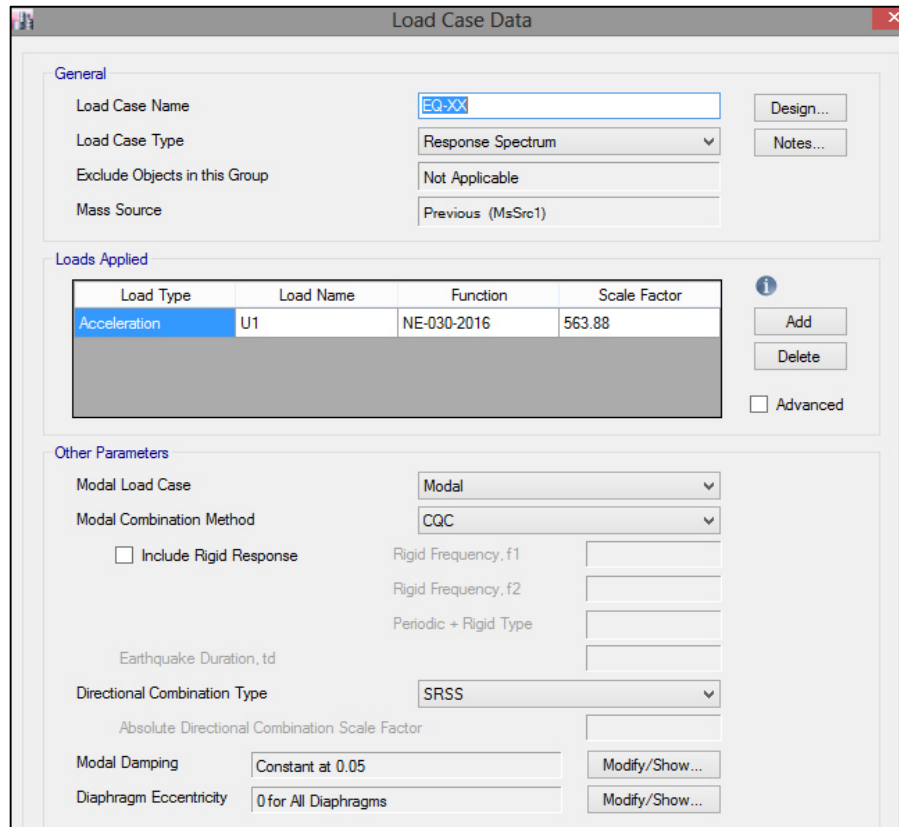
- Definimos los casos modales



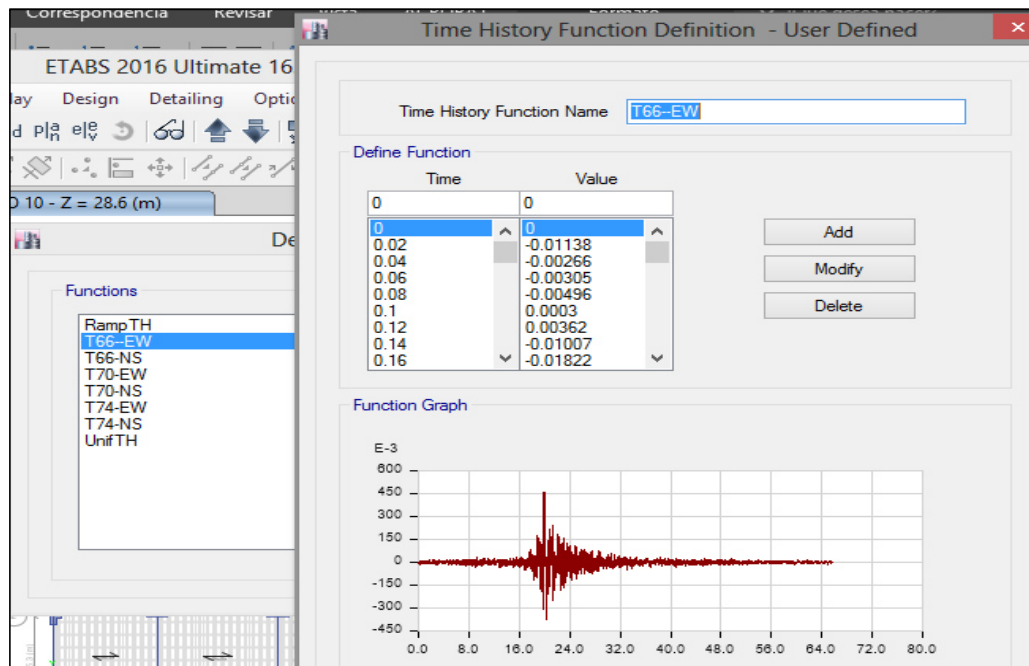
- Definimos patrones de carga



- Definimos casos de carga



- Definición de las funciones tiempo historia



- Definimos combinaciones de carga.

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: DERIVA-XX

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

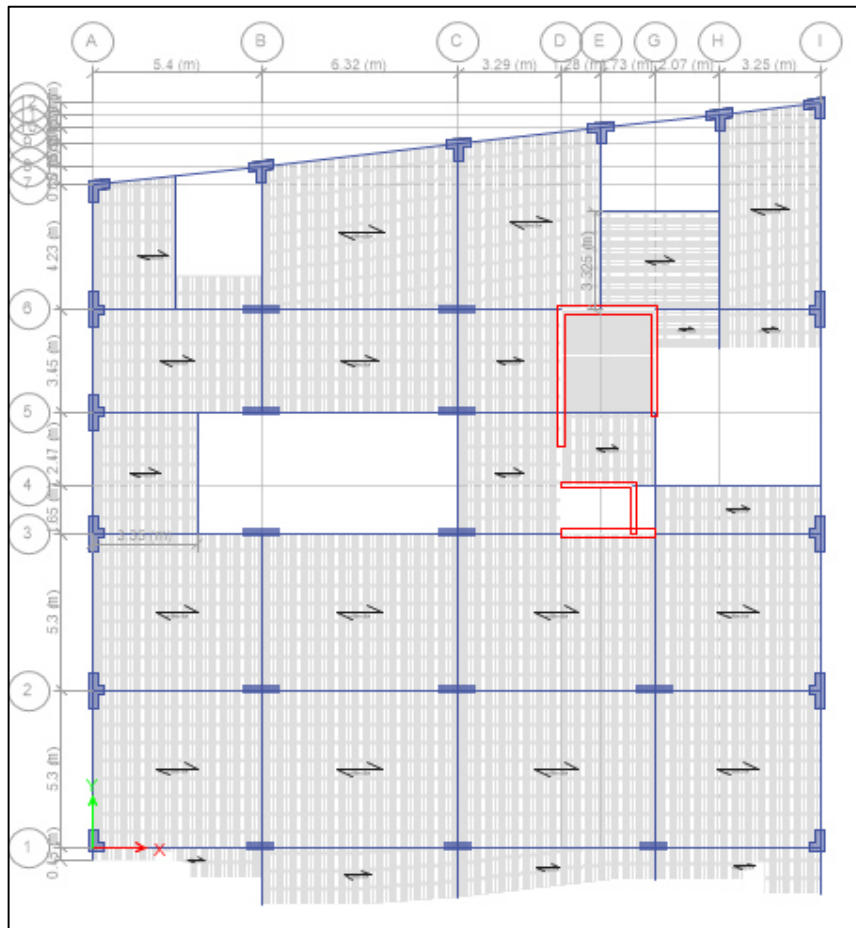
Load Name	Scale Factor
Sismo X	5.25

Add

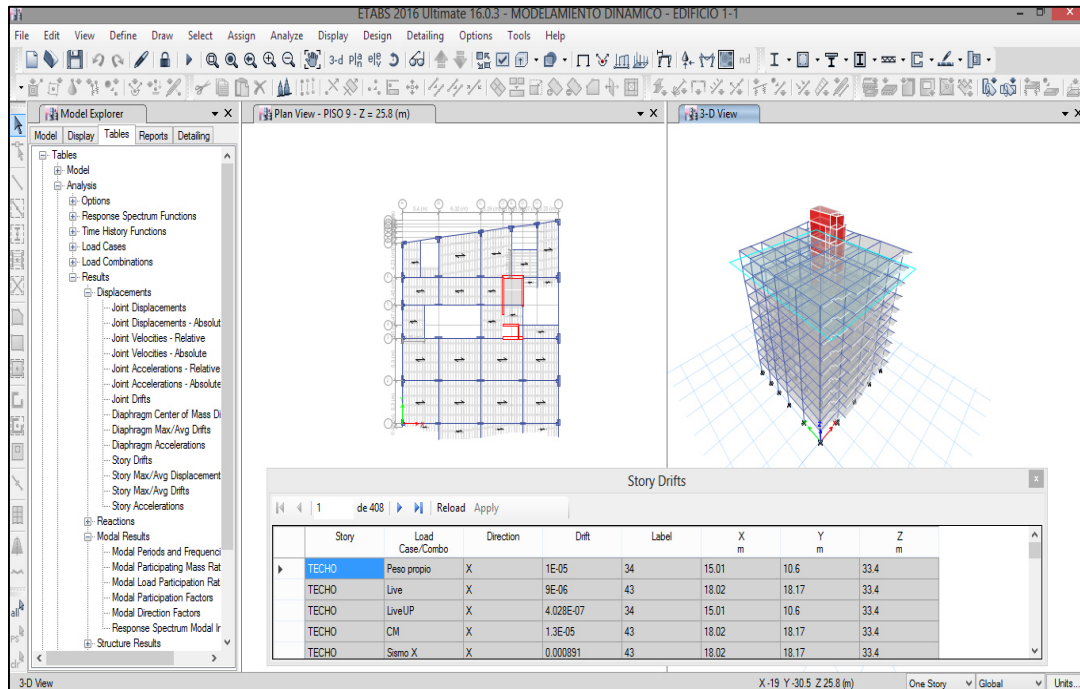
Delete

OK Cancel

- Estructuramos la edificación

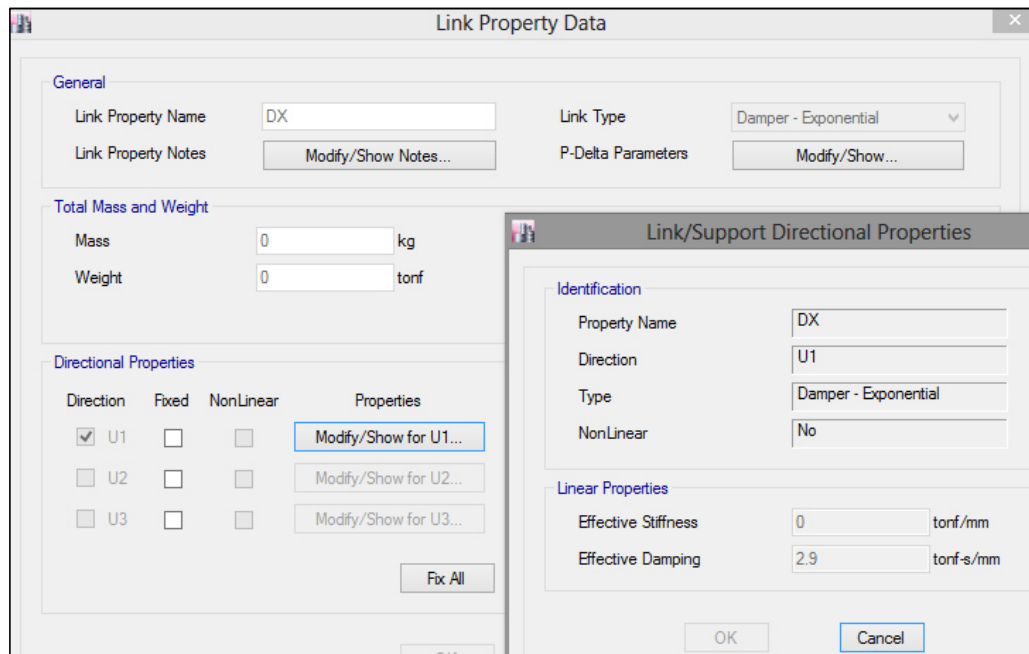


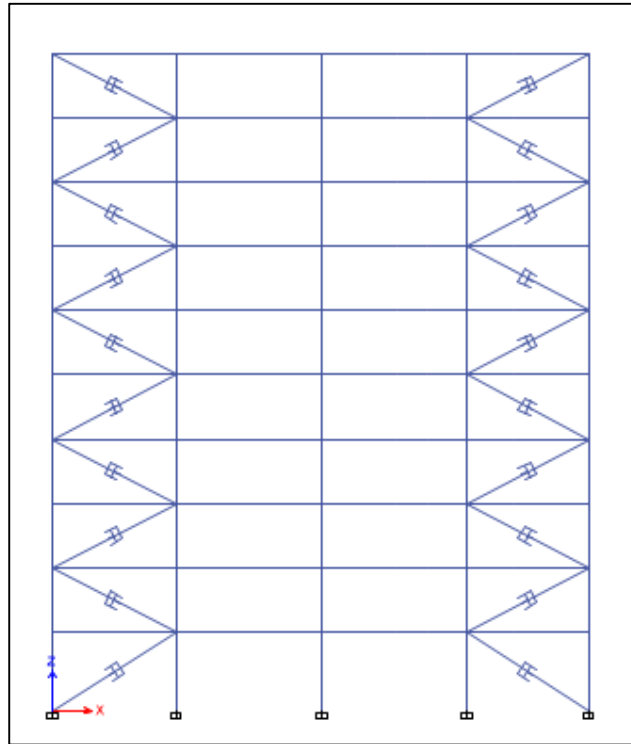
- Revisión de periodos
- Revisión de desplazamientos relativos de entrepiso
- Revisión de la cortante basal



5. DEFINIR CARACTERÍSTICAS NO LINEALES DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOELASTICOS

- Asignación de parámetros para disipadores con características del laboratorio.

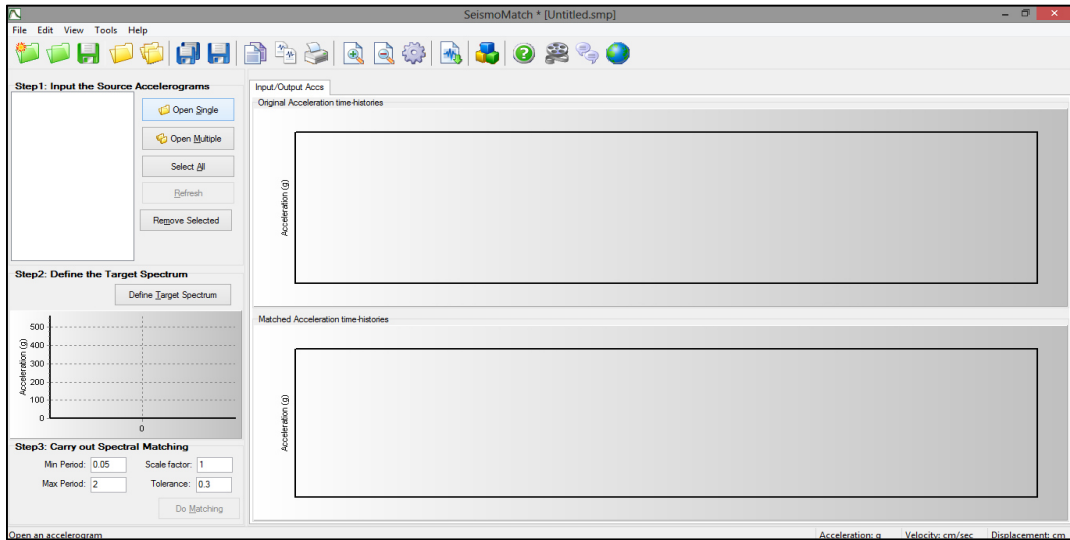




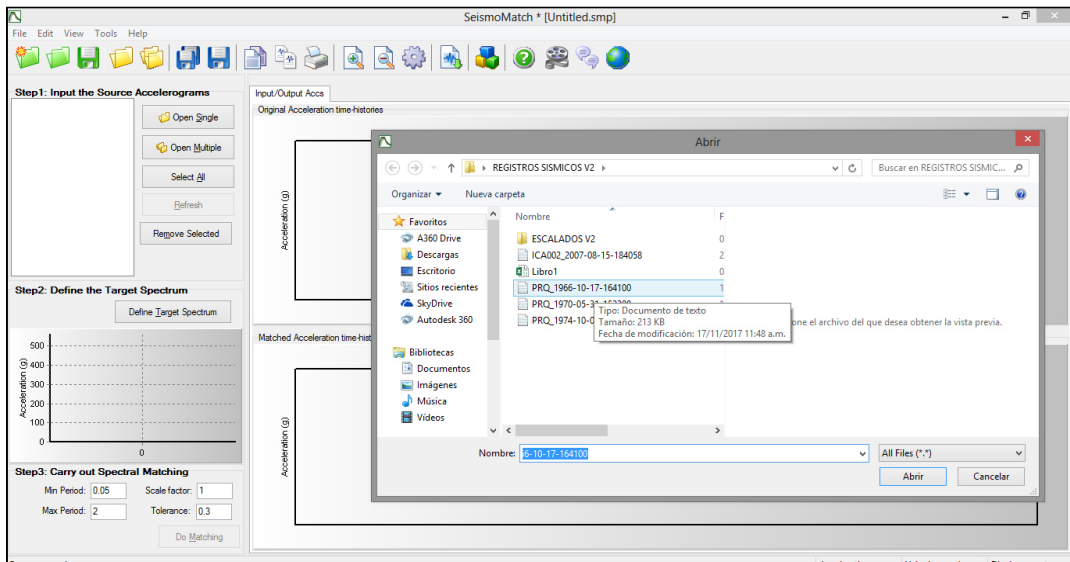
- Revisión de periodos
- Revisión de desplazamientos relativos de entrepiso
- Revisión de la fuerza cortante en disipadores de FLUIDO VISCOELASTICOS.
- Revisión de la cortante basal
- Elección final del disipador de energía

ANEXO 3: PROCEDIMIENTO PARA EL ESCALAMIENTO DE ACELOGRAMAS A ESPECTRO DE DISEÑO EN EL PROGRAMA SISMOMATCH 2016.

1. Abrir Sismo mach.
2. Hacer click en Open Single.

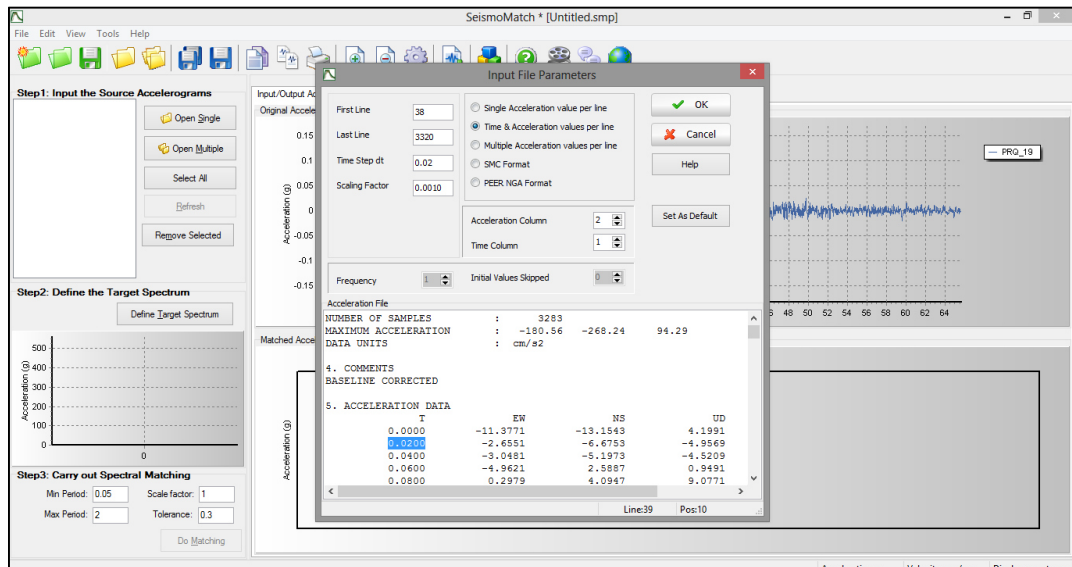


3. Buscas los registros descargados.

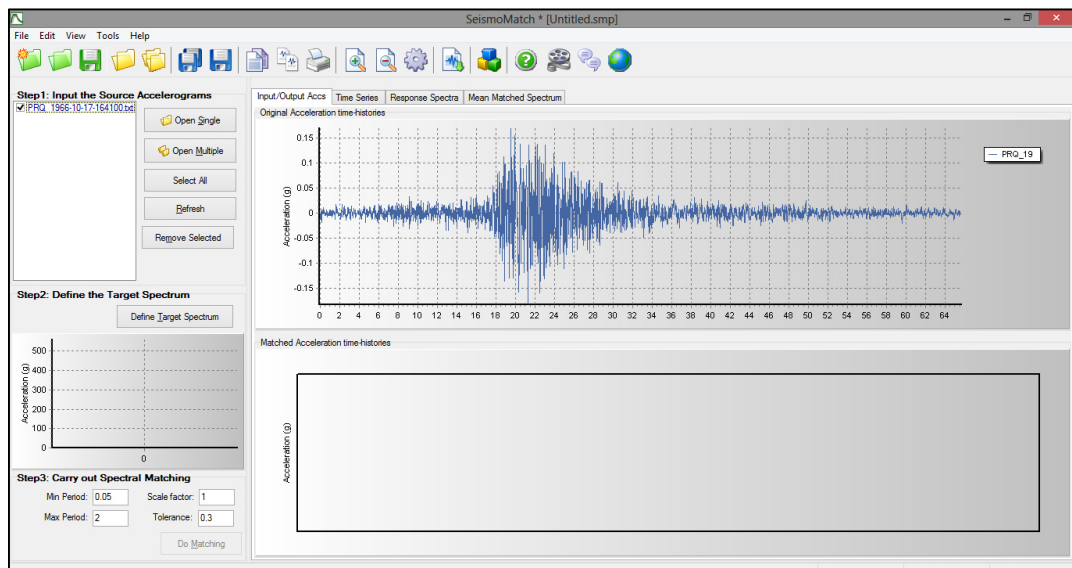


4. Los datos empiezan en la línea 38 hasta la línea 3320.
5. Los periodos están en un intervalo de 0.02.
6. Ya que los registros están en unidades cm/s², hay que convertir a gravedad: $1/981=0.001019368$.

7. Para nuestro caso trabajaremos con este-oeste EW – columna 2.



8. Ya tenemos el acelograma en unidades gravedad.



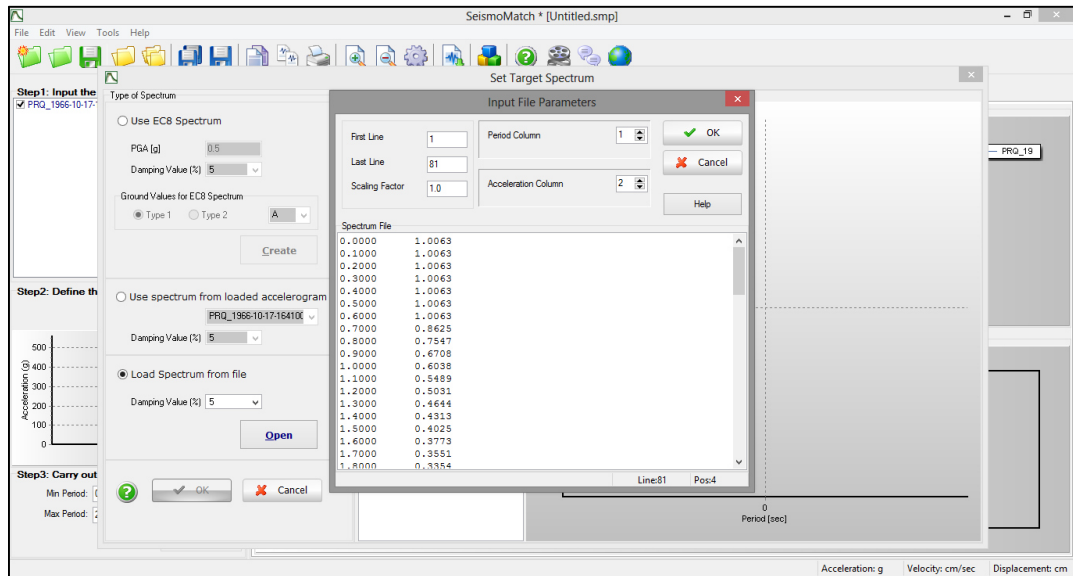
9. Hacer click en define

10. Ahora necesitamos nuestro espectro elastico de acuerdo a la norma R=1

11. Amortiguamiento 5%.

12. Luego en open y cargar espectro elastico r=1

13. En piensa en la linea 1 termina en la linea 81 y ok.

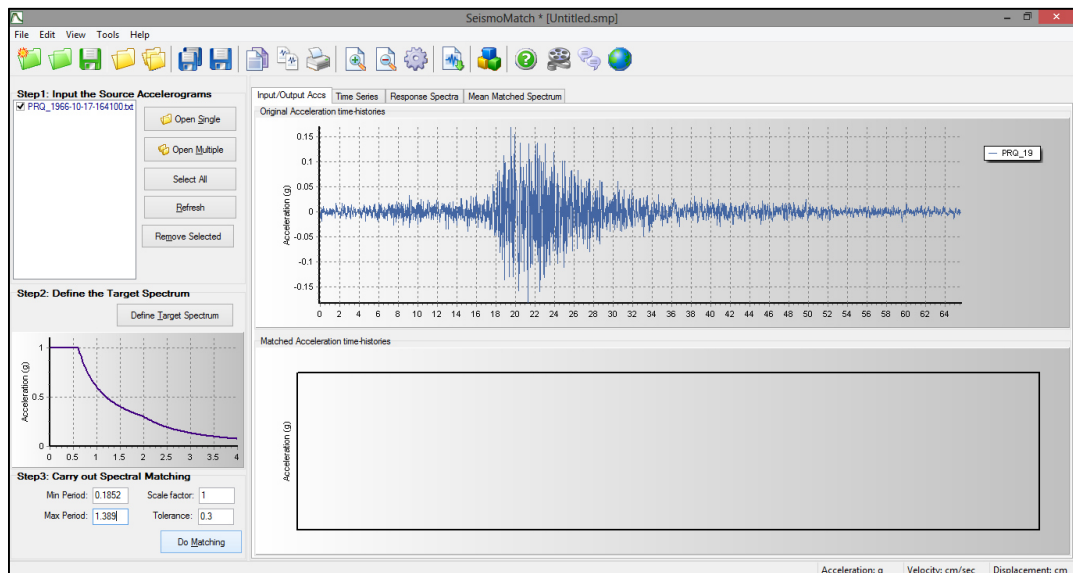


14. Tenemos el espectro cargado $R=1$

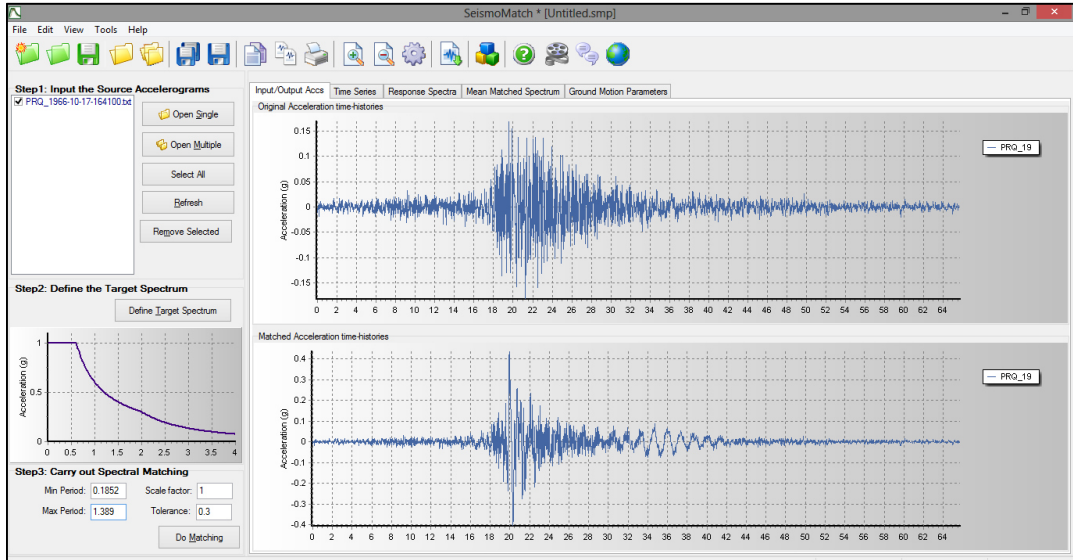
15. Nuestro periodo fundamental de la estructura edificio 1 es $=0.926s$

16. De acuerdo a la norma tenemos un rango de escalamiento

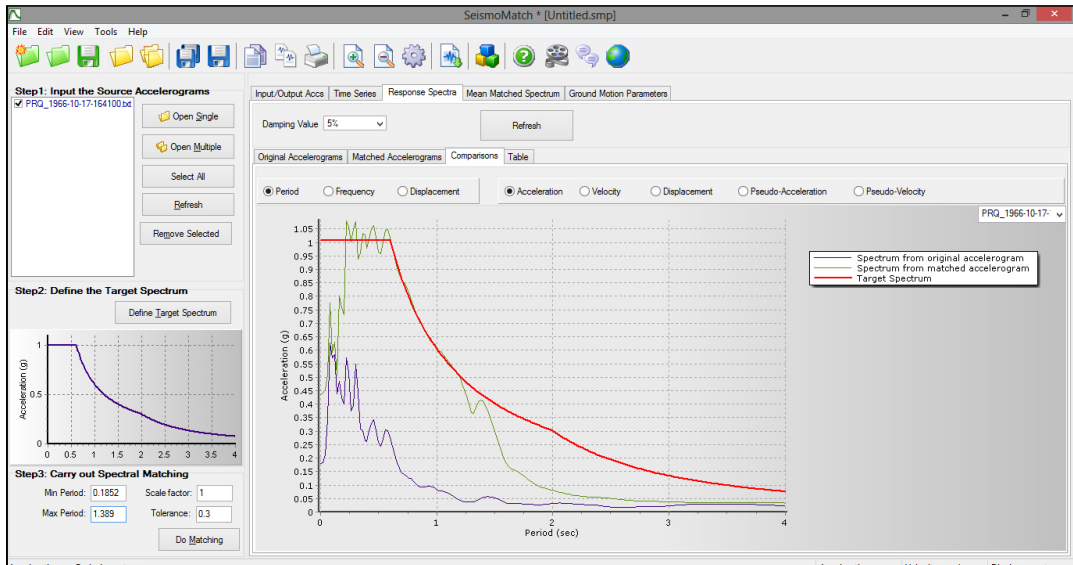
17. Y ahora corremos.



18. En la parte inferior tenemos el acelograma escalado .



19. Tenemos escalado a nuestro espectro.



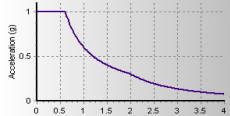
20. Los datos escalados es el Cuadro a la derecha.

SeismoMatch [C:\Users\Eduardo\Desktop\REGISTROS SISMICOS V2\ESCALADOS V2\seismomatch\PRQ_1966-10-17-EW.smp]

File Edit View Tools Help

Step1: Input the Source Accelerograms
 PRQ_1966-10-17-164100.txt
 Open Single
 Open Multiple
 Select All
 Refresh
 Remove Selected

Step2: Define the Target Spectrum
 Define Target Spectrum



Step3: Carry out Spectral Matching
 Min Period: 0.1852 Scale factor: 1
 Max Period: 1.389 Tolerance: 0.3
 Do Matching

Input/Output Accs Time Series Response Spectra Mean Matched Spectrum Ground Motion Parameters

Damping Value: 5% Refresh

Original Accelerograms Matched Accelerograms Comparisons Table

PRQ_1966-10-17-

Parameters from Original Accelerogram Spectrum						Parameters from Matched Accelerogram Spectrum					
Period (s)	Acc (g)	Vel (cm/sec)	Disp (cm)	Pseudo-Acc (g)	Pseudo-Vel (cm/sec)	Period (s)	Acc (g)	Vel (cm/sec)	Disp (cm)	Pseudo-Acc (g)	Pseudo-Vel (cm/sec)
0.00000	0.18056	0.00000	0.00000	0.18056	0.00000	0.00000	0.43443	0.00000	0.00000	0.43443	0.00000
0.02000	0.18298	0.16779	0.00182	0.18293	0.57123	0.02000	0.44014	0.17451	0.00437	0.44004	1.37408
0.04000	0.21195	0.46586	0.00842	0.21178	1.32260	0.04000	0.45387	0.46590	0.01804	0.45370	2.83344
0.06000	0.34663	2.34219	0.03092	0.34561	3.23763	0.06000	0.51204	2.36127	0.04577	0.51162	4.79279
0.08000	0.62796	6.89641	0.09951	0.62572	7.81558	0.08000	0.77553	6.76963	0.12298	0.77331	9.65905
0.10000	0.57245	8.16718	0.14161	0.56988	8.89766	0.10000	0.59370	8.41045	0.14684	0.59093	9.22621
0.12000	0.58299	9.85478	0.20772	0.58051	10.87632	0.12000	0.62961	9.65980	0.22487	0.62844	11.77435
0.14000	0.43803	10.19821	0.21232	0.43594	9.52889	0.14000	0.50776	10.31104	0.24615	0.50539	11.04706
0.16000	0.48392	11.47241	0.30653	0.48186	12.03725	0.16000	0.80104	12.42274	0.50824	0.79895	19.95857
0.18000	0.42371	10.91164	0.33943	0.42160	11.84639	0.18000	0.75702	13.44174	0.60736	0.75439	21.20101
0.20000	0.40175	12.73136	0.39708	0.39949	12.47459	0.20000	0.73145	19.10924	0.72454	0.72894	22.76214
0.22000	0.57314	18.10012	0.68586	0.57027	19.58810	0.22000	1.08002	32.15968	1.29307	1.07514	36.92994
0.24000	0.52000	19.21182	0.74083	0.51759	19.39475	0.24000	1.05605	35.34393	1.50470	1.05128	39.39298
0.26000	0.37510	15.10934	0.62647	0.37294	15.13925	0.26000	1.00209	37.19437	1.67501	0.99715	40.47847
0.28000	0.39098	17.75655	0.75798	0.38907	17.00902	0.28000	1.04943	43.85816	2.03458	1.04436	45.65578
						0.30000	1.07765	47.38687	2.40006	1.07317	50.26670

ANEXO 4: CUADROS EXTRAÍDAS DEL PROGRAMA (EDIFICIO 1)

1. RESPUESTA DEL EDIFICIO SIN AMORTIGUADORES

a. DERIVAS

- Deriva máxima x

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
TECHO	SXT66-EW Max	X	0.004478	4.478
TECHO	SXT66-NS Max	X	0.004359	4.359
TECHO	SXT70-EW Max	X	0.004026	4.026
TECHO	SXT70-NS Max	X	0.004686	4.686
TECHO	SXT74-EW Max	X	0.004297	4.297
TECHO	SXT74-NS Max	X	0.004128	4.128
TECHO	SXT07-EW Max	X	0.004506	4.506
TECHO	SXT07-NE Max	X	0.003665	3.665
PISO 11	SXT66-EW Max	X	0.004498	4.498
PISO 11	SXT66-NS Max	X	0.004385	4.385
PISO 11	SXT70-EW Max	X	0.004076	4.076
PISO 11	SXT70-NS Max	X	0.004761	4.761
PISO 11	SXT74-EW Max	X	0.004344	4.344
PISO 11	SXT74-NS Max	X	0.004193	4.193
PISO 11	SXT07-EW Max	X	0.004562	4.562
PISO 11	SXT07-NE Max	X	0.003725	3.725
PISO 10	SXT66-EW Max	X	0.004416	4.416
PISO 10	SXT66-NS Max	X	0.004389	4.389
PISO 10	SXT70-EW Max	X	0.004336	4.336
PISO 10	SXT70-NS Max	X	0.005342	5.342
PISO 10	SXT74-EW Max	X	0.004557	4.557
PISO 10	SXT74-NS Max	X	0.00463	4.63
PISO 10	SXT07-EW Max	X	0.004892	4.892
PISO 10	SXT07-NE Max	X	0.004149	4.149
PISO 9	SXT66-EW Max	X	0.005031	5.031

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 9	SXT66-NS Max	X	0.005069	5.069
PISO 9	SXT70-EW Max	X	0.005083	5.083
PISO 9	SXT70-NS Max	X	0.006324	6.324
PISO 9	SXT74-EW Max	X	0.005319	5.319
PISO 9	SXT74-NS Max	X	0.005482	5.482
PISO 9	SXT07-EW Max	X	0.005727	5.727
PISO 9	SXT07-NE Max	X	0.004916	4.916
PISO 8	SXT66-EW Max	X	0.005666	5.666
PISO 8	SXT66-NS Max	X	0.005899	5.899
PISO 8	SXT70-EW Max	X	0.00588	5.88
PISO 8	SXT70-NS Max	X	0.007229	7.229
PISO 8	SXT74-EW Max	X	0.006103	6.103
PISO 8	SXT74-NS Max	X	0.006349	6.349
PISO 8	SXT07-EW Max	X	0.006569	6.569
PISO 8	SXT07-NE Max	X	0.005685	5.685
PISO 7	SXT66-EW Max	X	0.006502	6.502
PISO 7	SXT66-NS Max	X	0.006708	6.708
PISO 7	SXT70-EW Max	X	0.006627	6.627
PISO 7	SXT70-NS Max	X	0.007927	7.927
PISO 7	SXT74-EW Max	X	0.006812	6.812
PISO 7	SXT74-NS Max	X	0.007147	7.147
PISO 7	SXT07-EW Max	X	0.007341	7.341
PISO 7	SXT07-NE Max	X	0.006359	6.359
PISO 6	SXT66-EW Max	X	0.007131	7.131
PISO 6	SXT66-NS Max	X	0.007258	7.258
PISO 6	SXT70-EW Max	X	0.007219	7.219
PISO 6	SXT70-NS Max	X	0.008372	8.372
PISO 6	SXT74-EW Max	X	0.007317	7.317
PISO 6	SXT74-NS Max	X	0.007771	7.771

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 6	SXT07-EW Max	X	0.007969	7.969
PISO 6	SXT07-NE Max	X	0.006835	6.835
PISO 5	SXT66-EW Max	X	0.007461	7.461
PISO 5	SXT66-NS Max	X	0.007799	7.799
PISO 5	SXT70-EW Max	X	0.007584	7.584
PISO 5	SXT70-NS Max	X	0.008507	8.507
PISO 5	SXT74-EW Max	X	0.007615	7.615
PISO 5	SXT74-NS Max	X	0.008105	8.105
PISO 5	SXT07-EW Max	X	0.0084	8.4
PISO 5	SXT07-NE Max	X	0.007046	7.046
PISO 4	SXT66-EW Max	X	0.007591	7.591
PISO 4	SXT66-NS Max	X	0.00802	8.02
PISO 4	SXT70-EW Max	X	0.007631	7.631
PISO 4	SXT70-NS Max	X	0.008249	8.249
PISO 4	SXT74-EW Max	X	0.007665	7.665
PISO 4	SXT74-NS Max	X	0.008061	8.061
PISO 4	SXT07-EW Max	X	0.008548	8.548
PISO 4	SXT07-NE Max	X	0.00693	6.93
PISO 3	SXT66-EW Max	X	0.007653	7.653
PISO 3	SXT66-NS Max	X	0.00774	7.74
PISO 3	SXT70-EW Max	X	0.007236	7.236
PISO 3	SXT70-NS Max	X	0.007639	7.639
PISO 3	SXT74-EW Max	X	0.007317	7.317
PISO 3	SXT74-NS Max	X	0.00755	7.55
PISO 3	SXT07-EW Max	X	0.008222	8.222
PISO 3	SXT07-NE Max	X	0.00642	6.42
PISO 2	SXT66-EW Max	X	0.006895	6.895
PISO 2	SXT66-NS Max	X	0.006619	6.619
PISO 2	SXT70-EW Max	X	0.006224	6.224

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 2	SXT70-NS Max	X	0.006588	6.588
PISO 2	SXT74-EW Max	X	0.006313	6.313
PISO 2	SXT74-NS Max	X	0.006419	6.419
PISO 2	SXT07-EW Max	X	0.007163	7.163
PISO 2	SXT07-NE Max	X	0.00551	5.51
PISO 1	SXT66-EW Max	X	0.003648	3.648
PISO 1	SXT66-NS Max	X	0.003714	3.714
PISO 1	SXT70-EW Max	X	0.003538	3.538
PISO 1	SXT70-NS Max	X	0.003728	3.728
PISO 1	SXT74-EW Max	X	0.003591	3.591
PISO 1	SXT74-NS Max	X	0.003627	3.627
PISO 1	SXT07-EW Max	X	0.004118	4.118
PISO 1	SXT07-NE Max	X	0.003193	3.193
DERIVA MAX X (‰)				8.54800

- Deriva máxima y

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
TECHO	SYT66-EW Max	Y	0.002067	2.067
TECHO	SYT66-NS Max	Y	0.002202	2.202
TECHO	SYT70-EW Max	Y	0.00171	1.71
TECHO	SYT70-NS Max	Y	0.002514	2.514
TECHO	SYT74-EW Max	Y	0.001942	1.942
TECHO	SYT74-NS Max	Y	0.001746	1.746
TECHO	SYT07-EW Max	Y	0.001845	1.845
TECHO	SYT07-NS Max	Y	0.001188	1.188
PISO 11	SYT66-EW Max	Y	0.003399	3.399

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 11	SYT66-NS Max	Y	0.003608	3.608
PISO 11	SYT70-EW Max	Y	0.002829	2.829
PISO 11	SYT70-NS Max	Y	0.004128	4.128
PISO 11	SYT74-EW Max	Y	0.003167	3.167
PISO 11	SYT74-NS Max	Y	0.002875	2.875
PISO 11	SYT07-EW Max	Y	0.003047	3.047
PISO 11	SYT07-NS Max	Y	0.001963	1.963
PISO 10	SYT66-EW Max	Y	0.004991	4.991
PISO 10	SYT66-NS Max	Y	0.005123	5.123
PISO 10	SYT70-EW Max	Y	0.004078	4.078
PISO 10	SYT70-NS Max	Y	0.005936	5.936
PISO 10	SYT74-EW Max	Y	0.004543	4.543
PISO 10	SYT74-NS Max	Y	0.004128	4.128
PISO 10	SYT07-EW Max	Y	0.004404	4.404
PISO 10	SYT07-NS Max	Y	0.002851	2.851
PISO 9	SYT66-EW Max	Y	0.006223	6.223
PISO 9	SYT66-NS Max	Y	0.006402	6.402
PISO 9	SYT70-EW Max	Y	0.005127	5.127
PISO 9	SYT70-NS Max	Y	0.007406	7.406
PISO 9	SYT74-EW Max	Y	0.00564	5.64
PISO 9	SYT74-NS Max	Y	0.005174	5.174
PISO 9	SYT07-EW Max	Y	0.005566	5.566
PISO 9	SYT07-NS Max	Y	0.003576	3.576
PISO 8	SYT66-EW Max	Y	0.007252	7.252
PISO 8	SYT66-NS Max	Y	0.007539	7.539
PISO 8	SYT70-EW Max	Y	0.006103	6.103
PISO 8	SYT70-NS Max	Y	0.008622	8.622
PISO 8	SYT74-EW Max	Y	0.006523	6.523
PISO 8	SYT74-NS Max	Y	0.006092	6.092

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 8	SYT07-EW Max	Y	0.006671	6.671
PISO 8	SYT07-NS Max	Y	0.004205	4.205
PISO 7	SYT66-EW Max	Y	0.007965	7.965
PISO 7	SYT66-NS Max	Y	0.00843	8.43
PISO 7	SYT70-EW Max	Y	0.006879	6.879
PISO 7	SYT70-NS Max	Y	0.009408	9.408
PISO 7	SYT74-EW Max	Y	0.00712	7.12
PISO 7	SYT74-NS Max	Y	0.006754	6.754
PISO 7	SYT07-EW Max	Y	0.007594	7.594
PISO 7	SYT07-NS Max	Y	0.00465	4.65
PISO 6	SYT66-EW Max	Y	0.008474	8.474
PISO 6	SYT66-NS Max	Y	0.009018	9.018
PISO 6	SYT70-EW Max	Y	0.007351	7.351
PISO 6	SYT70-NS Max	Y	0.009675	9.675
PISO 6	SYT74-EW Max	Y	0.007398	7.398
PISO 6	SYT74-NS Max	Y	0.007084	7.084
PISO 6	SYT07-EW Max	Y	0.008231	8.231
PISO 6	SYT07-NS Max	Y	0.004859	4.859
PISO 5	SYT66-EW Max	Y	0.008976	8.976
PISO 5	SYT66-NS Max	Y	0.009164	9.164
PISO 5	SYT70-EW Max	Y	0.007447	7.447
PISO 5	SYT70-NS Max	Y	0.009412	9.412
PISO 5	SYT74-EW Max	Y	0.007374	7.374
PISO 5	SYT74-NS Max	Y	0.007083	7.083
PISO 5	SYT07-EW Max	Y	0.008466	8.466
PISO 5	SYT07-NS Max	Y	0.00478	4.78
PISO 4	SYT66-EW Max	Y	0.009096	9.096
PISO 4	SYT66-NS Max	Y	0.008769	8.769
PISO 4	SYT70-EW Max	Y	0.007066	7.066

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 4	SYT70-NS Max	Y	0.008878	8.878
PISO 4	SYT74-EW Max	Y	0.007045	7.045
PISO 4	SYT74-NS Max	Y	0.006701	6.701
PISO 4	SYT07-EW Max	Y	0.008173	8.173
PISO 4	SYT07-NS Max	Y	0.004627	4.627
PISO 3	SYT66-EW Max	Y	0.008435	8.435
PISO 3	SYT66-NS Max	Y	0.007707	7.707
PISO 3	SYT70-EW Max	Y	0.00618	6.18
PISO 3	SYT70-NS Max	Y	0.007923	7.923
PISO 3	SYT74-EW Max	Y	0.00618	6.18
PISO 3	SYT74-NS Max	Y	0.006047	6.047
PISO 3	SYT07-EW Max	Y	0.007232	7.232
PISO 3	SYT07-NS Max	Y	0.004232	4.232
PISO 2	SYT66-EW Max	Y	0.006768	6.768
PISO 2	SYT66-NS Max	Y	0.006173	6.173
PISO 2	SYT70-EW Max	Y	0.004898	4.898
PISO 2	SYT70-NS Max	Y	0.006166	6.166
PISO 2	SYT74-EW Max	Y	0.005189	5.189
PISO 2	SYT74-NS Max	Y	0.004779	4.779
PISO 2	SYT07-EW Max	Y	0.005578	5.578
PISO 2	SYT07-NS Max	Y	0.003578	3.578
PISO 1	SYT66-EW Max	Y	0.003711	3.711
PISO 1	SYT66-NS Max	Y	0.003385	3.385
PISO 1	SYT70-EW Max	Y	0.002665	2.665
PISO 1	SYT70-NS Max	Y	0.003077	3.077
PISO 1	SYT74-EW Max	Y	0.002866	2.866
PISO 1	SYT74-NS Max	Y	0.002464	2.464
PISO 1	SYT07-EW Max	Y	0.003073	3.073
PISO 1	SYT07-NS Max	Y	0.001988	1.988

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
			DERIVA MAX Y (‰)	9.67500

- b. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO CON LAS SEÑALES USADAS
- EN LA DIRECCIÓN X

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SXT66-EW Max	X	175.8056
PISO 11	SXT66-EW Max	X	167.1805
PISO 10	SXT66-EW Max	X	163.3806
PISO 9	SXT66-EW Max	X	152.9755
PISO 8	SXT66-EW Max	X	140.3865
PISO 7	SXT66-EW Max	X	125.6498
PISO 6	SXT66-EW Max	X	108.9274
PISO 5	SXT66-EW Max	X	91.1304
PISO 4	SXT66-EW Max	X	72.0692
PISO 3	SXT66-EW Max	X	51.5266
PISO 2	SXT66-EW Max	X	30.9149
PISO 1	SXT66-EW Max	X	12.4042
TECHO	SXT66-NS Max	X	176.4464
PISO 11	SXT66-NS Max	X	168.0638
PISO 10	SXT66-NS Max	X	169.247
PISO 9	SXT66-NS Max	X	158.4864
PISO 8	SXT66-NS Max	X	146.4897
PISO 7	SXT66-NS Max	X	131.6982
PISO 6	SXT66-NS Max	X	114.104
PISO 5	SXT66-NS Max	X	94.2057
PISO 4	SXT66-NS Max	X	72.7627

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 3	SXT66-NS Max	X	50.7586
PISO 2	SXT66-NS Max	X	30.3787
PISO 1	SXT66-NS Max	X	12.6275
TECHO	SXT70-EW Max	X	169.0723
PISO 11	SXT70-EW Max	X	161.0203
PISO 10	SXT70-EW Max	X	173.1297
PISO 9	SXT70-EW Max	X	161.0853
PISO 8	SXT70-EW Max	X	147.1711
PISO 7	SXT70-EW Max	X	130.9262
PISO 6	SXT70-EW Max	X	112.4918
PISO 5	SXT70-EW Max	X	92.3174
PISO 4	SXT70-EW Max	X	71.0828
PISO 3	SXT70-EW Max	X	49.7171
PISO 2	SXT70-EW Max	X	29.4571
PISO 1	SXT70-EW Max	X	12.0298
TECHO	SXT70-NS Max	X	168.0363
PISO 11	SXT70-NS Max	X	158.6648
PISO 10	SXT70-NS Max	X	194.693
PISO 9	SXT70-NS Max	X	180.2852
PISO 8	SXT70-NS Max	X	163.0739
PISO 7	SXT70-NS Max	X	143.186
PISO 6	SXT70-NS Max	X	121.1208
PISO 5	SXT70-NS Max	X	98.1533
PISO 4	SXT70-NS Max	X	74.9012
PISO 3	SXT70-NS Max	X	51.9346
PISO 2	SXT70-NS Max	X	30.7483
PISO 1	SXT70-NS Max	X	12.6761
TECHO	SXT74-EW Max	X	178.2745
PISO 11	SXT74-EW Max	X	169.7608

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 10	SXT74-EW Max	X	174.6908
PISO 9	SXT74-EW Max	X	162.0583
PISO 8	SXT74-EW Max	X	147.7546
PISO 7	SXT74-EW Max	X	131.3755
PISO 6	SXT74-EW Max	X	113.0063
PISO 5	SXT74-EW Max	X	92.9598
PISO 4	SXT74-EW Max	X	71.7779
PISO 3	SXT74-EW Max	X	50.3155
PISO 2	SXT74-EW Max	X	29.8537
PISO 1	SXT74-EW Max	X	12.2091
TECHO	SXT74-NS Max	X	167.56
PISO 11	SXT74-NS Max	X	159.3048
PISO 10	SXT74-NS Max	X	184.1646
PISO 9	SXT74-NS Max	X	171.3998
PISO 8	SXT74-NS Max	X	156.1982
PISO 7	SXT74-NS Max	X	138.4813
PISO 6	SXT74-NS Max	X	118.4684
PISO 5	SXT74-NS Max	X	96.7086
PISO 4	SXT74-NS Max	X	74.0142
PISO 3	SXT74-NS Max	X	51.4422
PISO 2	SXT74-NS Max	X	30.3017
PISO 1	SXT74-NS Max	X	12.3333
TECHO	SXT07-EW Max	X	179.0932
PISO 11	SXT07-EW Max	X	170.2117
PISO 10	SXT07-EW Max	X	192.6742
PISO 9	SXT07-EW Max	X	179.4202
PISO 8	SXT07-EW Max	X	163.8924
PISO 7	SXT07-EW Max	X	146.3009
PISO 6	SXT07-EW Max	X	126.3061

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 5	SXT07-EW Max	X	104.2494
PISO 4	SXT07-EW Max	X	80.9461
PISO 3	SXT07-EW Max	X	57.0771
PISO 2	SXT07-EW Max	X	34.0566
PISO 1	SXT07-EW Max	X	14.0007
TECHO	SXT07-NE Max	X	154.8655
PISO 11	SXT07-NE Max	X	147.5411
PISO 10	SXT07-NE Max	X	160.6614
PISO 9	SXT07-NE Max	X	149.0455
PISO 8	SXT07-NE Max	X	135.2815
PISO 7	SXT07-NE Max	X	119.3629
PISO 6	SXT07-NE Max	X	101.5583
PISO 5	SXT07-NE Max	X	82.4212
PISO 4	SXT07-NE Max	X	62.6911
PISO 3	SXT07-NE Max	X	43.9193
PISO 2	SXT07-NE Max	X	26.2842
PISO 1	SXT07-NE Max	X	10.8575
Desplazamiento MAX X (mm)			194.69300

- EN LA DIRECCIÓN Y

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SYT66-EW Max	Y	188.7192
PISO 11	SYT66-EW Max	Y	185.1213
PISO 10	SYT66-EW Max	Y	189.2725
PISO 9	SYT66-EW Max	Y	178.3166
PISO 8	SYT66-EW Max	Y	164.5235

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 7	SYT66-EW Max	Y	147.7412
PISO 6	SYT66-EW Max	Y	127.6342
PISO 5	SYT66-EW Max	Y	104.5888
PISO 4	SYT66-EW Max	Y	79.5378
PISO 3	SYT66-EW Max	Y	54.0697
PISO 2	SYT66-EW Max	Y	30.9309
PISO 1	SYT66-EW Max	Y	12.6175
TECHO	SYT66-NS Max	Y	206.6953
PISO 11	SYT66-NS Max	Y	202.2918
PISO 10	SYT66-NS Max	Y	199.4476
PISO 9	SYT66-NS Max	Y	185.3317
PISO 8	SYT66-NS Max	Y	167.6133
PISO 7	SYT66-NS Max	Y	146.6094
PISO 6	SYT66-NS Max	Y	123.0049
PISO 5	SYT66-NS Max	Y	97.7551
PISO 4	SYT66-NS Max	Y	72.095
PISO 3	SYT66-NS Max	Y	49.3233
PISO 2	SYT66-NS Max	Y	28.7921
PISO 1	SYT66-NS Max	Y	11.5086
TECHO	SYT70-EW Max	Y	165.4128
PISO 11	SYT70-EW Max	Y	162.0047
PISO 10	SYT70-EW Max	Y	161.375
PISO 9	SYT70-EW Max	Y	150.0336
PISO 8	SYT70-EW Max	Y	135.7054
PISO 7	SYT70-EW Max	Y	118.6178
PISO 6	SYT70-EW Max	Y	99.3556
PISO 5	SYT70-EW Max	Y	78.7785
PISO 4	SYT70-EW Max	Y	57.9666
PISO 3	SYT70-EW Max	Y	39.1101

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 2	SYT70-EW Max	Y	22.7748
PISO 1	SYT70-EW Max	Y	9.0613
TECHO	SYT70-NS Max	Y	215.4303
PISO 11	SYT70-NS Max	Y	210.407
PISO 10	SYT70-NS Max	Y	207.13
PISO 9	SYT70-NS Max	Y	191.0398
PISO 8	SYT70-NS Max	Y	171.3583
PISO 7	SYT70-NS Max	Y	148.3911
PISO 6	SYT70-NS Max	Y	124.5373
PISO 5	SYT70-NS Max	Y	99.5082
PISO 4	SYT70-NS Max	Y	74.2843
PISO 3	SYT70-NS Max	Y	49.5693
PISO 2	SYT70-NS Max	Y	27.3842
PISO 1	SYT70-NS Max	Y	10.4622
TECHO	SYT74-EW Max	Y	168.6733
PISO 11	SYT74-EW Max	Y	164.789
PISO 10	SYT74-EW Max	Y	159.5992
PISO 9	SYT74-EW Max	Y	148.4411
PISO 8	SYT74-EW Max	Y	134.3927
PISO 7	SYT74-EW Max	Y	117.6569
PISO 6	SYT74-EW Max	Y	98.7545
PISO 5	SYT74-EW Max	Y	78.4622
PISO 4	SYT74-EW Max	Y	59.6961
PISO 3	SYT74-EW Max	Y	41.4453
PISO 2	SYT74-EW Max	Y	24.2733
PISO 1	SYT74-EW Max	Y	9.7447
TECHO	SYT74-NS Max	Y	158.8586
PISO 11	SYT74-NS Max	Y	155.4079
PISO 10	SYT74-NS Max	Y	154.6406

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 9	SYT74-NS Max	Y	143.238
PISO 8	SYT74-NS Max	Y	128.9528
PISO 7	SYT74-NS Max	Y	112.1038
PISO 6	SYT74-NS Max	Y	94.1403
PISO 5	SYT74-NS Max	Y	75.789
PISO 4	SYT74-NS Max	Y	56.9226
PISO 3	SYT74-NS Max	Y	38.3099
PISO 2	SYT74-NS Max	Y	21.3772
PISO 1	SYT74-NS Max	Y	8.3771
TECHO	SYT07-EW Max	Y	186.3794
PISO 11	SYT07-EW Max	Y	182.6897
PISO 10	SYT07-EW Max	Y	182.0145
PISO 9	SYT07-EW Max	Y	169.749
PISO 8	SYT07-EW Max	Y	154.2437
PISO 7	SYT07-EW Max	Y	135.6319
PISO 6	SYT07-EW Max	Y	114.4036
PISO 5	SYT07-EW Max	Y	91.364
PISO 4	SYT07-EW Max	Y	67.6591
PISO 3	SYT07-EW Max	Y	44.7757
PISO 2	SYT07-EW Max	Y	26.0675
PISO 1	SYT07-EW Max	Y	10.4485
TECHO	SYT07-NS Max	Y	106.9012
PISO 11	SYT07-NS Max	Y	104.5281
PISO 10	SYT07-NS Max	Y	104.2055
PISO 9	SYT07-NS Max	Y	96.2557
PISO 8	SYT07-NS Max	Y	86.2969
PISO 7	SYT07-NS Max	Y	76.1281
PISO 6	SYT07-NS Max	Y	65.1618
PISO 5	SYT07-NS Max	Y	53.5129

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 4	SYT07-NS Max	Y	41.0783
PISO 3	SYT07-NS Max	Y	28.5466
PISO 2	SYT07-NS Max	Y	16.7475
PISO 1	SYT07-NS Max	Y	6.7591
Desplazamiento MAX Y (mm)			215.43030

2. RESPUESTA DEL EDIFICIO CON AMORTIGUADORES (LINEAL)

a. DERIVAS

- Deriva máxima x del análisis tiempo historia en dirección x

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
TECHO	SXT66-EW Max	Diaph D12 X	0.002337	2.337
TECHO	SXT66-NS Max	Diaph D12 X	0.001675	1.675
TECHO	SXT70-EW Max	Diaph D12 X	0.001283	1.283
TECHO	SXT70-NS Max	Diaph D12 X	0.001509	1.509
TECHO	SXT74-EW Max	Diaph D12 X	0.001911	1.911
TECHO	SXT74-NS Max	Diaph D12 X	0.001603	1.603
TECHO	SXT07-EW Max	Diaph D12 X	0.001775	1.775
TECHO	SXT07-NE Max	Diaph D12 X	0.001396	1.396
PISO 11	SXT66-EW Max	Diaph D11 X	0.002369	2.369
PISO 11	SXT66-NS Max	Diaph D11 X	0.0017	1.7
PISO 11	SXT70-EW Max	Diaph D11 X	0.001302	1.302
PISO 11	SXT70-NS Max	Diaph D11 X	0.001532	1.532
PISO 11	SXT74-EW Max	Diaph D11 X	0.001935	1.935
PISO 11	SXT74-NS Max	Diaph D11 X	0.001625	1.625
PISO 11	SXT07-EW Max	Diaph D11 X	0.001798	1.798
PISO 11	SXT07-NE Max	Diaph D11 X	0.001414	1.414

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 10	SXT66-EW Max	Diaph D10 X	0.002559	2.559
PISO 10	SXT66-NS Max	Diaph D10 X	0.001854	1.854
PISO 10	SXT70-EW Max	Diaph D10 X	0.001415	1.415
PISO 10	SXT70-NS Max	Diaph D10 X	0.001685	1.685
PISO 10	SXT74-EW Max	Diaph D10 X	0.002082	2.082
PISO 10	SXT74-NS Max	Diaph D10 X	0.001756	1.756
PISO 10	SXT07-EW Max	Diaph D10 X	0.001926	1.926
PISO 10	SXT07-NE Max	Diaph D10 X	0.001519	1.519
PISO 9	SXT66-EW Max	Diaph D9 X	0.003001	3.001
PISO 9	SXT66-NS Max	Diaph D9 X	0.002185	2.185
PISO 9	SXT70-EW Max	Diaph D9 X	0.001666	1.666
PISO 9	SXT70-NS Max	Diaph D9 X	0.001989	1.989
PISO 9	SXT74-EW Max	Diaph D9 X	0.002439	2.439
PISO 9	SXT74-NS Max	Diaph D9 X	0.002064	2.064
PISO 9	SXT07-EW Max	Diaph D9 X	0.002255	2.255
PISO 9	SXT07-NE Max	Diaph D9 X	0.001781	1.781
PISO 8	SXT66-EW Max	Diaph D8 X	0.003443	3.443
PISO 8	SXT66-NS Max	Diaph D8 X	0.002517	2.517
PISO 8	SXT70-EW Max	Diaph D8 X	0.001928	1.928
PISO 8	SXT70-NS Max	Diaph D8 X	0.00229	2.29
PISO 8	SXT74-EW Max	Diaph D8 X	0.002777	2.777
PISO 8	SXT74-NS Max	Diaph D8 X	0.002377	2.377
PISO 8	SXT07-EW Max	Diaph D8 X	0.002584	2.584
PISO 8	SXT07-NE Max	Diaph D8 X	0.002038	2.038
PISO 7	SXT66-EW Max	Diaph D7 X	0.003836	3.836
PISO 7	SXT66-NS Max	Diaph D7 X	0.002813	2.813
PISO 7	SXT70-EW Max	Diaph D7 X	0.002179	2.179
PISO 7	SXT70-NS Max	Diaph D7 X	0.002552	2.552
PISO 7	SXT74-EW Max	Diaph D7 X	0.003053	3.053

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 7	SXT74-NS Max	Diaph D7 X	0.002659	2.659
PISO 7	SXT07-EW Max	Diaph D7 X	0.002875	2.875
PISO 7	SXT07-NE Max	Diaph D7 X	0.002261	2.261
PISO 6	SXT66-EW Max	Diaph D6 X	0.004112	4.112
PISO 6	SXT66-NS Max	Diaph D6 X	0.003029	3.029
PISO 6	SXT70-EW Max	Diaph D6 X	0.002381	2.381
PISO 6	SXT70-NS Max	Diaph D6 X	0.002744	2.744
PISO 6	SXT74-EW Max	Diaph D6 X	0.003243	3.243
PISO 6	SXT74-NS Max	Diaph D6 X	0.00288	2.88
PISO 6	SXT07-EW Max	Diaph D6 X	0.003081	3.081
PISO 6	SXT07-NE Max	Diaph D6 X	0.002446	2.446
PISO 5	SXT66-EW Max	Diaph D5 X	0.004224	4.224
PISO 5	SXT66-NS Max	Diaph D5 X	0.003129	3.129
PISO 5	SXT70-EW Max	Diaph D5 X	0.002504	2.504
PISO 5	SXT70-NS Max	Diaph D5 X	0.002835	2.835
PISO 5	SXT74-EW Max	Diaph D5 X	0.003292	3.292
PISO 5	SXT74-NS Max	Diaph D5 X	0.002996	2.996
PISO 5	SXT07-EW Max	Diaph D5 X	0.003172	3.172
PISO 5	SXT07-NE Max	Diaph D5 X	0.002575	2.575
PISO 4	SXT66-EW Max	Diaph D4 X	0.004129	4.129
PISO 4	SXT66-NS Max	Diaph D4 X	0.003084	3.084
PISO 4	SXT70-EW Max	Diaph D4 X	0.002515	2.515
PISO 4	SXT70-NS Max	Diaph D4 X	0.002789	2.789
PISO 4	SXT74-EW Max	Diaph D4 X	0.00317	3.17
PISO 4	SXT74-NS Max	Diaph D4 X	0.002969	2.969
PISO 4	SXT07-EW Max	Diaph D4 X	0.003111	3.111
PISO 4	SXT07-NE Max	Diaph D4 X	0.002614	2.614
PISO 3	SXT66-EW Max	Diaph D3 X	0.003788	3.788
PISO 3	SXT66-NS Max	Diaph D3 X	0.002861	2.861

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 3	SXT70-EW Max	Diaph D3 X	0.002376	2.376
PISO 3	SXT70-NS Max	Diaph D3 X	0.002578	2.578
PISO 3	SXT74-EW Max	Diaph D3 X	0.002903	2.903
PISO 3	SXT74-NS Max	Diaph D3 X	0.002762	2.762
PISO 3	SXT07-EW Max	Diaph D3 X	0.002864	2.864
PISO 3	SXT07-NE Max	Diaph D3 X	0.002506	2.506
PISO 2	SXT66-EW Max	Diaph D2 X	0.003145	3.145
PISO 2	SXT66-NS Max	Diaph D2 X	0.002399	2.399
PISO 2	SXT70-EW Max	Diaph D2 X	0.002037	2.037
PISO 2	SXT70-NS Max	Diaph D2 X	0.002159	2.159
PISO 2	SXT74-EW Max	Diaph D2 X	0.002493	2.493
PISO 2	SXT74-NS Max	Diaph D2 X	0.002317	2.317
PISO 2	SXT07-EW Max	Diaph D2 X	0.002384	2.384
PISO 2	SXT07-NE Max	Diaph D2 X	0.002186	2.186
PISO 1	SXT66-EW Max	Diaph D1 X	0.001724	1.724
PISO 1	SXT66-NS Max	Diaph D1 X	0.001328	1.328
PISO 1	SXT70-EW Max	Diaph D1 X	0.001155	1.155
PISO 1	SXT70-NS Max	Diaph D1 X	0.001199	1.199
PISO 1	SXT74-EW Max	Diaph D1 X	0.001415	1.415
PISO 1	SXT74-NS Max	Diaph D1 X	0.001291	1.291
PISO 1	SXT07-EW Max	Diaph D1 X	0.001305	1.305
PISO 1	SXT07-NE Max	Diaph D1 X	0.001252	1.252
DERIVA MAX X (‰)				4.22400

- Deriva máxima y

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
TECHO	SYT66-EW Max	Diaph D12 Y	0.001095	1.095
TECHO	SYT66-NS Max	Diaph D12 Y	0.000782	0.782
TECHO	SYT70-EW Max	Diaph D12 Y	0.000694	0.694
TECHO	SYT70-NS Max	Diaph D12 Y	0.000715	0.715
TECHO	SYT74-EW Max	Diaph D12 Y	0.000832	0.832
TECHO	SYT74-NS Max	Diaph D12 Y	0.000757	0.757
TECHO	SYT07-EW Max	Diaph D12 Y	0.000853	0.853
TECHO	SYT07-NS Max	Diaph D12 Y	0.000796	0.796
PISO 11	SYT66-EW Max	Diaph D11 Y	0.001786	1.786
PISO 11	SYT66-NS Max	Diaph D11 Y	0.001279	1.279
PISO 11	SYT70-EW Max	Diaph D11 Y	0.001138	1.138
PISO 11	SYT70-NS Max	Diaph D11 Y	0.001167	1.167
PISO 11	SYT74-EW Max	Diaph D11 Y	0.001354	1.354
PISO 11	SYT74-NS Max	Diaph D11 Y	0.001236	1.236
PISO 11	SYT07-EW Max	Diaph D11 Y	0.00139	1.39
PISO 11	SYT07-NS Max	Diaph D11 Y	0.001306	1.306
PISO 10	SYT66-EW Max	Diaph D10 Y	0.002528	2.528
PISO 10	SYT66-NS Max	Diaph D10 Y	0.00182	1.82
PISO 10	SYT70-EW Max	Diaph D10 Y	0.001625	1.625
PISO 10	SYT70-NS Max	Diaph D10 Y	0.001659	1.659
PISO 10	SYT74-EW Max	Diaph D10 Y	0.001932	1.932
PISO 10	SYT74-NS Max	Diaph D10 Y	0.001753	1.753
PISO 10	SYT07-EW Max	Diaph D10 Y	0.001966	1.966
PISO 10	SYT07-NS Max	Diaph D10 Y	0.001862	1.862
PISO 9	SYT66-EW Max	Diaph D9 Y	0.003174	3.174
PISO 9	SYT66-NS Max	Diaph D9 Y	0.002294	2.294
PISO 9	SYT70-EW Max	Diaph D9 Y	0.002047	2.047

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 9	SYT70-NS Max	Diaph D9 Y	0.002084	2.084
PISO 9	SYT74-EW Max	Diaph D9 Y	0.002433	2.433
PISO 9	SYT74-NS Max	Diaph D9 Y	0.002202	2.202
PISO 9	SYT07-EW Max	Diaph D9 Y	0.00247	2.47
PISO 9	SYT07-NS Max	Diaph D9 Y	0.002352	2.352
PISO 8	SYT66-EW Max	Diaph D8 Y	0.003752	3.752
PISO 8	SYT66-NS Max	Diaph D8 Y	0.002735	2.735
PISO 8	SYT70-EW Max	Diaph D8 Y	0.002437	2.437
PISO 8	SYT70-NS Max	Diaph D8 Y	0.002467	2.467
PISO 8	SYT74-EW Max	Diaph D8 Y	0.002894	2.894
PISO 8	SYT74-NS Max	Diaph D8 Y	0.002609	2.609
PISO 8	SYT07-EW Max	Diaph D8 Y	0.002925	2.925
PISO 8	SYT07-NS Max	Diaph D8 Y	0.002822	2.822
PISO 7	SYT66-EW Max	Diaph D7 Y	0.004185	4.185
PISO 7	SYT66-NS Max	Diaph D7 Y	0.003082	3.082
PISO 7	SYT70-EW Max	Diaph D7 Y	0.002747	2.747
PISO 7	SYT70-NS Max	Diaph D7 Y	0.002765	2.765
PISO 7	SYT74-EW Max	Diaph D7 Y	0.003255	3.255
PISO 7	SYT74-NS Max	Diaph D7 Y	0.002917	2.917
PISO 7	SYT07-EW Max	Diaph D7 Y	0.003272	3.272
PISO 7	SYT07-NS Max	Diaph D7 Y	0.003222	3.222
PISO 6	SYT66-EW Max	Diaph D6 Y	0.004421	4.421
PISO 6	SYT66-NS Max	Diaph D6 Y	0.003293	3.293
PISO 6	SYT70-EW Max	Diaph D6 Y	0.002941	2.941
PISO 6	SYT70-NS Max	Diaph D6 Y	0.002941	2.941
PISO 6	SYT74-EW Max	Diaph D6 Y	0.003473	3.473
PISO 6	SYT74-NS Max	Diaph D6 Y	0.003091	3.091
PISO 6	SYT07-EW Max	Diaph D6 Y	0.003467	3.467
PISO 6	SYT07-NS Max	Diaph D6 Y	0.003505	3.505

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 5	SYT66-EW Max	Diaph D5 Y	0.004419	4.419
PISO 5	SYT66-NS Max	Diaph D5 Y	0.003324	3.324
PISO 5	SYT70-EW Max	Diaph D5 Y	0.002983	2.983
PISO 5	SYT70-NS Max	Diaph D5 Y	0.002974	2.974
PISO 5	SYT74-EW Max	Diaph D5 Y	0.003508	3.508
PISO 5	SYT74-NS Max	Diaph D5 Y	0.003095	3.095
PISO 5	SYT07-EW Max	Diaph D5 Y	0.003478	3.478
PISO 5	SYT07-NS Max	Diaph D5 Y	0.003622	3.622
PISO 4	SYT66-EW Max	Diaph D4 Y	0.004171	4.171
PISO 4	SYT66-NS Max	Diaph D4 Y	0.003142	3.142
PISO 4	SYT70-EW Max	Diaph D4 Y	0.002844	2.844
PISO 4	SYT70-NS Max	Diaph D4 Y	0.002856	2.856
PISO 4	SYT74-EW Max	Diaph D4 Y	0.003321	3.321
PISO 4	SYT74-NS Max	Diaph D4 Y	0.0029	2.9
PISO 4	SYT07-EW Max	Diaph D4 Y	0.003283	3.283
PISO 4	SYT07-NS Max	Diaph D4 Y	0.003524	3.524
PISO 3	SYT66-EW Max	Diaph D3 Y	0.003713	3.713
PISO 3	SYT66-NS Max	Diaph D3 Y	0.002734	2.734
PISO 3	SYT70-EW Max	Diaph D3 Y	0.002491	2.491
PISO 3	SYT70-NS Max	Diaph D3 Y	0.002518	2.518
PISO 3	SYT74-EW Max	Diaph D3 Y	0.002893	2.893
PISO 3	SYT74-NS Max	Diaph D3 Y	0.002491	2.491
PISO 3	SYT07-EW Max	Diaph D3 Y	0.002943	2.943
PISO 3	SYT07-NS Max	Diaph D3 Y	0.003151	3.151
PISO 2	SYT66-EW Max	Diaph D2 Y	0.002893	2.893
PISO 2	SYT66-NS Max	Diaph D2 Y	0.002194	2.194
PISO 2	SYT70-EW Max	Diaph D2 Y	0.001932	1.932
PISO 2	SYT70-NS Max	Diaph D2 Y	0.002122	2.122
PISO 2	SYT74-EW Max	Diaph D2 Y	0.00226	2.26

TABLE: Story Drifts				
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift ‰
PISO 2	SYT74-NS Max	Diaph D2 Y	0.002039	2.039
PISO 2	SYT07-EW Max	Diaph D2 Y	0.002403	2.403
PISO 2	SYT07-NS Max	Diaph D2 Y	0.002567	2.567
PISO 1	SYT66-EW Max	Diaph D1 Y	0.001621	1.621
PISO 1	SYT66-NS Max	Diaph D1 Y	0.001212	1.212
PISO 1	SYT70-EW Max	Diaph D1 Y	0.001067	1.067
PISO 1	SYT70-NS Max	Diaph D1 Y	0.001194	1.194
PISO 1	SYT74-EW Max	Diaph D1 Y	0.001241	1.241
PISO 1	SYT74-NS Max	Diaph D1 Y	0.001111	1.11
PISO 1	SYT07-EW Max	Diaph D1 Y	0.001376	1.376
PISO 1	SYT07-NS Max	Diaph D1 Y	0.001471	1.471
			DERIVA MAX Y (‰)	4.42100

b. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO CON LAS SEÑALES USADAS

- EN LA DIRECCIÓN X

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SXT66-EW Max	X	95.3551
PISO 11	SXT66-EW Max	X	90.7078
PISO 10	SXT66-EW Max	X	96.009
PISO 9	SXT66-EW Max	X	88.8671
PISO 8	SXT66-EW Max	X	80.4752
PISO 7	SXT66-EW Max	X	70.8349
PISO 6	SXT66-EW Max	X	60.0949
PISO 5	SXT66-EW Max	X	48.5804
PISO 4	SXT66-EW Max	X	36.7546
PISO 3	SXT66-EW Max	X	25.2344

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 2	SXT66-EW Max	X	14.6691
PISO 1	SXT66-EW Max	X	5.863
TECHO	SXT66-NS Max	X	68.8953
PISO 11	SXT66-NS Max	X	65.545
PISO 10	SXT66-NS Max	X	71.3491
PISO 9	SXT66-NS Max	X	66.1573
PISO 8	SXT66-NS Max	X	60.0399
PISO 7	SXT66-NS Max	X	52.9919
PISO 6	SXT66-NS Max	X	45.1148
PISO 5	SXT66-NS Max	X	36.6338
PISO 4	SXT66-NS Max	X	27.8723
PISO 3	SXT66-NS Max	X	19.2361
PISO 2	SXT66-NS Max	X	11.2247
PISO 1	SXT66-NS Max	X	4.5152
TECHO	SXT70-EW Max	X	55.2285
PISO 11	SXT70-EW Max	X	52.6626
PISO 10	SXT70-EW Max	X	57.0566
PISO 9	SXT70-EW Max	X	53.1211
PISO 8	SXT70-EW Max	X	48.4772
PISO 7	SXT70-EW Max	X	43.0853
PISO 6	SXT70-EW Max	X	36.9844
PISO 5	SXT70-EW Max	X	30.3166
PISO 4	SXT70-EW Max	X	23.3054
PISO 3	SXT70-EW Max	X	16.2645
PISO 2	SXT70-EW Max	X	9.6293
PISO 1	SXT70-EW Max	X	3.9265
TECHO	SXT70-NS Max	X	61.3044
PISO 11	SXT70-NS Max	X	58.3468
PISO 10	SXT70-NS Max	X	64.3139

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 9	SXT70-NS Max	X	59.6721
PISO 8	SXT70-NS Max	X	54.1804
PISO 7	SXT70-NS Max	X	47.8267
PISO 6	SXT70-NS Max	X	40.7025
PISO 5	SXT70-NS Max	X	33.018
PISO 4	SXT70-NS Max	X	25.0787
PISO 3	SXT70-NS Max	X	17.2972
PISO 2	SXT70-NS Max	X	10.121
PISO 1	SXT70-NS Max	X	4.077
TECHO	SXT74-EW Max	X	75.2778
PISO 11	SXT74-EW Max	X	71.522
PISO 10	SXT74-EW Max	X	74.4909
PISO 9	SXT74-EW Max	X	68.7541
PISO 8	SXT74-EW Max	X	62.022
PISO 7	SXT74-EW Max	X	54.317
PISO 6	SXT74-EW Max	X	45.7818
PISO 5	SXT74-EW Max	X	36.9829
PISO 4	SXT74-EW Max	X	28.4444
PISO 3	SXT74-EW Max	X	19.8993
PISO 2	SXT74-EW Max	X	11.7921
PISO 1	SXT74-EW Max	X	4.8106
TECHO	SXT74-NS Max	X	66.9047
PISO 11	SXT74-NS Max	X	63.7348
PISO 10	SXT74-NS Max	X	67.995
PISO 9	SXT74-NS Max	X	63.1216
PISO 8	SXT74-NS Max	X	57.3862
PISO 7	SXT74-NS Max	X	50.7631
PISO 6	SXT74-NS Max	X	43.3224
PISO 5	SXT74-NS Max	X	35.258

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 4	SXT74-NS Max	X	26.8704
PISO 3	SXT74-NS Max	X	18.5581
PISO 2	SXT74-NS Max	X	10.8754
PISO 1	SXT74-NS Max	X	4.3879
TECHO	SXT07-EW Max	X	73.0891
PISO 11	SXT07-EW Max	X	69.5382
PISO 10	SXT07-EW Max	X	72.1009
PISO 9	SXT07-EW Max	X	66.7514
PISO 8	SXT07-EW Max	X	60.4836
PISO 7	SXT07-EW Max	X	53.2911
PISO 6	SXT07-EW Max	X	45.2704
PISO 5	SXT07-EW Max	X	36.6509
PISO 4	SXT07-EW Max	X	27.8088
PISO 3	SXT07-EW Max	X	19.1279
PISO 2	SXT07-EW Max	X	11.1075
PISO 1	SXT07-EW Max	X	4.4364
TECHO	SXT07-NE Max	X	59.5867
PISO 11	SXT07-NE Max	X	56.9029
PISO 10	SXT07-NE Max	X	59.3281
PISO 9	SXT07-NE Max	X	55.2287
PISO 8	SXT07-NE Max	X	50.4322
PISO 7	SXT07-NE Max	X	44.9132
PISO 6	SXT07-NE Max	X	38.7119
PISO 5	SXT07-NE Max	X	31.9153
PISO 4	SXT07-NE Max	X	24.7132
PISO 3	SXT07-NE Max	X	17.3952
PISO 2	SXT07-NE Max	X	10.3781
PISO 1	SXT07-NE Max	X	4.2568

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
	Desplazamiento MAX X (mm)		96.00900

- EN LA DIRECCIÓN Y

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SYT66-EW Max	Y	100.1913
PISO 11	SYT66-EW Max	Y	98.001
PISO 10	SYT66-EW Max	Y	96.3818
PISO 9	SYT66-EW Max	Y	89.3684
PISO 8	SYT66-EW Max	Y	80.5568
PISO 7	SYT66-EW Max	Y	70.2294
PISO 6	SYT66-EW Max	Y	58.8774
PISO 5	SYT66-EW Max	Y	47.0523
PISO 4	SYT66-EW Max	Y	34.9551
PISO 3	SYT66-EW Max	Y	23.2779
PISO 2	SYT66-EW Max	Y	13.5641
PISO 1	SYT66-EW Max	Y	5.5113
TECHO	SYT66-NS Max	Y	73.8601
PISO 11	SYT66-NS Max	Y	72.2968
PISO 10	SYT66-NS Max	Y	71.48
PISO 9	SYT66-NS Max	Y	66.3846
PISO 8	SYT66-NS Max	Y	59.9603
PISO 7	SYT66-NS Max	Y	52.3037
PISO 6	SYT66-NS Max	Y	43.7216
PISO 5	SYT66-NS Max	Y	34.6265
PISO 4	SYT66-NS Max	Y	25.3814
PISO 3	SYT66-NS Max	Y	17.4702

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 2	SYT66-NS Max	Y	10.263
PISO 1	SYT66-NS Max	Y	4.1209
TECHO	SYT70-EW Max	Y	66.5085
PISO 11	SYT70-EW Max	Y	65.1197
PISO 10	SYT70-EW Max	Y	64.6704
PISO 9	SYT70-EW Max	Y	60.1193
PISO 8	SYT70-EW Max	Y	54.3864
PISO 7	SYT70-EW Max	Y	47.5617
PISO 6	SYT70-EW Max	Y	39.8702
PISO 5	SYT70-EW Max	Y	31.6368
PISO 4	SYT70-EW Max	Y	23.2832
PISO 3	SYT70-EW Max	Y	15.4274
PISO 2	SYT70-EW Max	Y	9.0387
PISO 1	SYT70-EW Max	Y	3.628
TECHO	SYT70-NS Max	Y	67.0291
PISO 11	SYT70-NS Max	Y	65.6548
PISO 10	SYT70-NS Max	Y	64.5737
PISO 9	SYT70-NS Max	Y	59.9447
PISO 8	SYT70-NS Max	Y	54.3379
PISO 7	SYT70-NS Max	Y	47.6474
PISO 6	SYT70-NS Max	Y	40.0728
PISO 5	SYT70-NS Max	Y	31.9193
PISO 4	SYT70-NS Max	Y	24.1388
PISO 3	SYT70-NS Max	Y	16.9053
PISO 2	SYT70-NS Max	Y	10.0002
PISO 1	SYT70-NS Max	Y	4.0612
TECHO	SYT74-EW Max	Y	78.0169
PISO 11	SYT74-EW Max	Y	76.3633
PISO 10	SYT74-EW Max	Y	75.7967

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 9	SYT74-EW Max	Y	70.3872
PISO 8	SYT74-EW Max	Y	63.5748
PISO 7	SYT74-EW Max	Y	55.4728
PISO 6	SYT74-EW Max	Y	46.3978
PISO 5	SYT74-EW Max	Y	36.7379
PISO 4	SYT74-EW Max	Y	26.9539
PISO 3	SYT74-EW Max	Y	18.0456
PISO 2	SYT74-EW Max	Y	10.5486
PISO 1	SYT74-EW Max	Y	4.2209
TECHO	SYT74-NS Max	Y	69.5753
PISO 11	SYT74-NS Max	Y	68.0606
PISO 10	SYT74-NS Max	Y	66.9176
PISO 9	SYT74-NS Max	Y	62.0098
PISO 8	SYT74-NS Max	Y	55.8438
PISO 7	SYT74-NS Max	Y	48.5397
PISO 6	SYT74-NS Max	Y	40.3721
PISO 5	SYT74-NS Max	Y	31.7281
PISO 4	SYT74-NS Max	Y	23.5803
PISO 3	SYT74-NS Max	Y	16.2962
PISO 2	SYT74-NS Max	Y	9.4832
PISO 1	SYT74-NS Max	Y	3.775
TECHO	SYT07-EW Max	Y	79.1499
PISO 11	SYT07-EW Max	Y	77.4445
PISO 10	SYT07-EW Max	Y	75.7245
PISO 9	SYT07-EW Max	Y	70.2385
PISO 8	SYT07-EW Max	Y	63.3468
PISO 7	SYT07-EW Max	Y	55.2284
PISO 6	SYT07-EW Max	Y	46.3863
PISO 5	SYT07-EW Max	Y	37.1632

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 4	SYT07-EW Max	Y	27.7389
PISO 3	SYT07-EW Max	Y	19.1348
PISO 2	SYT07-EW Max	Y	11.4057
PISO 1	SYT07-EW Max	Y	4.677
TECHO	SYT07-NS Max	Y	80.5515
PISO 11	SYT07-NS Max	Y	78.9593
PISO 10	SYT07-NS Max	Y	78.2485
PISO 9	SYT07-NS Max	Y	73.0349
PISO 8	SYT07-NS Max	Y	66.45
PISO 7	SYT07-NS Max	Y	58.5507
PISO 6	SYT07-NS Max	Y	49.5349
PISO 5	SYT07-NS Max	Y	39.734
PISO 4	SYT07-NS Max	Y	29.6261
PISO 3	SYT07-NS Max	Y	20.4009
PISO 2	SYT07-NS Max	Y	12.189
PISO 1	SYT07-NS Max	Y	5
Desplazamiento MAX Y (mm)			100.19130

3. RESPUESTA DEL EDIFICIO CON AMORTIGUADORES (NO LINEAL)

a. DERIVAS

- Deriva máxima x del análisis tiempo historia en dirección x

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
TECHO	SXT66-EW Max	X	0.003281	3.281
TECHO	SXT66-NS Max	X	0.002598	2.598
TECHO	SXT70-EW Max	X	0.002009	2.009
TECHO	SXT70-NS Max	X	0.002245	2.245

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
TECHO	SXT74-EW Max	X	0.002793	2.793
TECHO	SXT74-NS Max	X	0.002318	2.318
TECHO	SXT07-EW Max	X	0.002631	2.631
TECHO	SXT07-NE Max	X	0.002149	2.149
PISO 11	SXT66-EW Max	X	0.003301	3.301
PISO 11	SXT66-NS Max	X	0.002617	2.617
PISO 11	SXT70-EW Max	X	0.002021	2.021
PISO 11	SXT70-NS Max	X	0.002262	2.262
PISO 11	SXT74-EW Max	X	0.002808	2.808
PISO 11	SXT74-NS Max	X	0.002335	2.335
PISO 11	SXT07-EW Max	X	0.002648	2.648
PISO 11	SXT07-NE Max	X	0.002163	2.163
PISO 10	SXT66-EW Max	X	0.003283	3.283
PISO 10	SXT66-NS Max	X	0.002626	2.626
PISO 10	SXT70-EW Max	X	0.001997	1.997
PISO 10	SXT70-NS Max	X	0.002284	2.284
PISO 10	SXT74-EW Max	X	0.002769	2.769
PISO 10	SXT74-NS Max	X	0.002342	2.342
PISO 10	SXT07-EW Max	X	0.002634	2.634
PISO 10	SXT07-NE Max	X	0.002157	2.157
PISO 9	SXT66-EW Max	X	0.003807	3.807
PISO 9	SXT66-NS Max	X	0.003066	3.066
PISO 9	SXT70-EW Max	X	0.002328	2.328
PISO 9	SXT70-NS Max	X	0.002657	2.657
PISO 9	SXT74-EW Max	X	0.0032	3.2
PISO 9	SXT74-NS Max	X	0.002735	2.735
PISO 9	SXT07-EW Max	X	0.003071	3.071
PISO 9	SXT07-NE Max	X	0.002507	2.507
PISO 8	SXT66-EW Max	X	0.004395	4.395

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 8	SXT66-NS Max	X	0.003573	3.573
PISO 8	SXT70-EW Max	X	0.002703	2.703
PISO 8	SXT70-NS Max	X	0.003078	3.078
PISO 8	SXT74-EW Max	X	0.003685	3.685
PISO 8	SXT74-NS Max	X	0.003193	3.193
PISO 8	SXT07-EW Max	X	0.003577	3.577
PISO 8	SXT07-NE Max	X	0.002917	2.917
PISO 7	SXT66-EW Max	X	0.004912	4.912
PISO 7	SXT66-NS Max	X	0.004038	4.038
PISO 7	SXT70-EW Max	X	0.003032	3.032
PISO 7	SXT70-NS Max	X	0.003457	3.457
PISO 7	SXT74-EW Max	X	0.004112	4.112
PISO 7	SXT74-NS Max	X	0.003608	3.608
PISO 7	SXT07-EW Max	X	0.004042	4.042
PISO 7	SXT07-NE Max	X	0.003307	3.307
PISO 6	SXT66-EW Max	X	0.005296	5.296
PISO 6	SXT66-NS Max	X	0.004397	4.397
PISO 6	SXT70-EW Max	X	0.003297	3.297
PISO 6	SXT70-NS Max	X	0.003753	3.753
PISO 6	SXT74-EW Max	X	0.004421	4.421
PISO 6	SXT74-NS Max	X	0.003924	3.924
PISO 6	SXT07-EW Max	X	0.004405	4.405
PISO 6	SXT07-NE Max	X	0.003637	3.637
PISO 5	SXT66-EW Max	X	0.005479	5.479
PISO 5	SXT66-NS Max	X	0.004595	4.595
PISO 5	SXT70-EW Max	X	0.003438	3.438
PISO 5	SXT70-NS Max	X	0.003902	3.902
PISO 5	SXT74-EW Max	X	0.004555	4.555
PISO 5	SXT74-NS Max	X	0.00409	4.09

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 5	SXT07-EW Max	X	0.004601	4.601
PISO 5	SXT07-NE Max	X	0.003854	3.854
PISO 4	SXT66-EW Max	X	0.005392	5.392
PISO 4	SXT66-NS Max	X	0.00456	4.56
PISO 4	SXT70-EW Max	X	0.003393	3.393
PISO 4	SXT70-NS Max	X	0.003843	3.843
PISO 4	SXT74-EW Max	X	0.004449	4.449
PISO 4	SXT74-NS Max	X	0.004043	4.043
PISO 4	SXT07-EW Max	X	0.004561	4.561
PISO 4	SXT07-NE Max	X	0.00388	3.88
PISO 3	SXT66-EW Max	X	0.004992	4.992
PISO 3	SXT66-NS Max	X	0.004234	4.234
PISO 3	SXT70-EW Max	X	0.003133	3.133
PISO 3	SXT70-NS Max	X	0.003536	3.536
PISO 3	SXT74-EW Max	X	0.004229	4.229
PISO 3	SXT74-NS Max	X	0.003745	3.745
PISO 3	SXT07-EW Max	X	0.004227	4.227
PISO 3	SXT07-NE Max	X	0.003652	3.652
PISO 2	SXT66-EW Max	X	0.004263	4.263
PISO 2	SXT66-NS Max	X	0.003522	3.522
PISO 2	SXT70-EW Max	X	0.002648	2.648
PISO 2	SXT70-NS Max	X	0.002932	2.932
PISO 2	SXT74-EW Max	X	0.00358	3.58
PISO 2	SXT74-NS Max	X	0.003259	3.259
PISO 2	SXT07-EW Max	X	0.00362	3.62
PISO 2	SXT07-NE Max	X	0.003234	3.234
PISO 1	SXT66-EW Max	X	0.002269	2.269
PISO 1	SXT66-NS Max	X	0.001871	1.871
PISO 1	SXT70-EW Max	X	0.001437	1.437

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 1	SXT70-NS Max	X	0.001563	1.563
PISO 1	SXT74-EW Max	X	0.001873	1.873
PISO 1	SXT74-NS Max	X	0.001765	1.765
PISO 1	SXT07-EW Max	X	0.001937	1.937
PISO 1	SXT07-NE Max	X	0.001808	1.808
			DERIVA MAX X (‰)	5.47900

- Deriva máxima y

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
TECHO	SYT66-EW Max	Y	0.001316	1.316
TECHO	SYT66-NS Max	Y	0.000897	0.897
TECHO	SYT70-EW Max	Y	0.000799	0.799
TECHO	SYT70-NS Max	Y	0.000805	0.805
TECHO	SYT74-EW Max	Y	0.000989	0.989
TECHO	SYT74-NS Max	Y	0.00092	0.92
TECHO	SYT07-EW Max	Y	0.000928	0.928
TECHO	SYT07-NS Max	Y	0.000799	0.799
PISO 11	SYT66-EW Max	Y	0.002191	2.191
PISO 11	SYT66-NS Max	Y	0.00152	1.52
PISO 11	SYT70-EW Max	Y	0.001354	1.354
PISO 11	SYT70-NS Max	Y	0.001361	1.361
PISO 11	SYT74-EW Max	Y	0.001672	1.672
PISO 11	SYT74-NS Max	Y	0.001543	1.543
PISO 11	SYT07-EW Max	Y	0.001555	1.555
PISO 11	SYT07-NS Max	Y	0.00135	1.35
PISO 10	SYT66-EW Max	Y	0.003292	3.292

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 10	SYT66-NS Max	Y	0.00235	2.35
PISO 10	SYT70-EW Max	Y	0.002085	2.085
PISO 10	SYT70-NS Max	Y	0.002092	2.092
PISO 10	SYT74-EW Max	Y	0.002572	2.572
PISO 10	SYT74-NS Max	Y	0.002353	2.353
PISO 10	SYT07-EW Max	Y	0.002367	2.367
PISO 10	SYT07-NS Max	Y	0.002051	2.051
PISO 9	SYT66-EW Max	Y	0.004207	4.207
PISO 9	SYT66-NS Max	Y	0.003033	3.033
PISO 9	SYT70-EW Max	Y	0.002683	2.683
PISO 9	SYT70-NS Max	Y	0.002689	2.689
PISO 9	SYT74-EW Max	Y	0.003292	3.292
PISO 9	SYT74-NS Max	Y	0.003011	3.011
PISO 9	SYT07-EW Max	Y	0.003041	3.041
PISO 9	SYT07-NS Max	Y	0.002613	2.613
PISO 8	SYT66-EW Max	Y	0.005122	5.122
PISO 8	SYT66-NS Max	Y	0.003744	3.744
PISO 8	SYT70-EW Max	Y	0.003308	3.308
PISO 8	SYT70-NS Max	Y	0.003311	3.311
PISO 8	SYT74-EW Max	Y	0.004022	4.022
PISO 8	SYT74-NS Max	Y	0.003669	3.669
PISO 8	SYT07-EW Max	Y	0.003732	3.732
PISO 8	SYT07-NS Max	Y	0.003189	3.189
PISO 7	SYT66-EW Max	Y	0.005854	5.854
PISO 7	SYT66-NS Max	Y	0.004345	4.345
PISO 7	SYT70-EW Max	Y	0.00384	3.84
PISO 7	SYT70-NS Max	Y	0.003828	3.828
PISO 7	SYT74-EW Max	Y	0.004651	4.651
PISO 7	SYT74-NS Max	Y	0.004208	4.208

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 7	SYT07-EW Max	Y	0.004309	4.309
PISO 7	SYT07-NS Max	Y	0.003699	3.699
PISO 6	SYT66-EW Max	Y	0.006311	6.311
PISO 6	SYT66-NS Max	Y	0.004762	4.762
PISO 6	SYT70-EW Max	Y	0.004209	4.209
PISO 6	SYT70-NS Max	Y	0.004171	4.171
PISO 6	SYT74-EW Max	Y	0.005094	5.094
PISO 6	SYT74-NS Max	Y	0.004568	4.568
PISO 6	SYT07-EW Max	Y	0.004699	4.699
PISO 6	SYT07-NS Max	Y	0.004113	4.113
PISO 5	SYT66-EW Max	Y	0.006449	6.449
PISO 5	SYT66-NS Max	Y	0.004947	4.947
PISO 5	SYT70-EW Max	Y	0.004378	4.378
PISO 5	SYT70-NS Max	Y	0.004308	4.308
PISO 5	SYT74-EW Max	Y	0.005278	5.278
PISO 5	SYT74-NS Max	Y	0.004702	4.702
PISO 5	SYT07-EW Max	Y	0.00487	4.87
PISO 5	SYT07-NS Max	Y	0.004374	4.374
PISO 4	SYT66-EW Max	Y	0.006192	6.192
PISO 4	SYT66-NS Max	Y	0.00483	4.83
PISO 4	SYT70-EW Max	Y	0.004289	4.289
PISO 4	SYT70-NS Max	Y	0.004186	4.186
PISO 4	SYT74-EW Max	Y	0.005116	5.116
PISO 4	SYT74-NS Max	Y	0.004539	4.539
PISO 4	SYT07-EW Max	Y	0.004755	4.755
PISO 4	SYT07-NS Max	Y	0.004373	4.373
PISO 3	SYT66-EW Max	Y	0.005476	5.476
PISO 3	SYT66-NS Max	Y	0.004351	4.351
PISO 3	SYT70-EW Max	Y	0.003866	3.866

TABLE: Diaphragm Max/Avg Drifts				
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Drift ‰
PISO 3	SYT70-NS Max	Y	0.003751	3.751
PISO 3	SYT74-EW Max	Y	0.004559	4.559
PISO 3	SYT74-NS Max	Y	0.00405	4.05
PISO 3	SYT07-EW Max	Y	0.004313	4.313
PISO 3	SYT07-NS Max	Y	0.004029	4.029
PISO 2	SYT66-EW Max	Y	0.004321	4.321
PISO 2	SYT66-NS Max	Y	0.003453	3.453
PISO 2	SYT70-EW Max	Y	0.003064	3.064
PISO 2	SYT70-NS Max	Y	0.002967	2.967
PISO 2	SYT74-EW Max	Y	0.003572	3.572
PISO 2	SYT74-NS Max	Y	0.003192	3.192
PISO 2	SYT07-EW Max	Y	0.003488	3.488
PISO 2	SYT07-NS Max	Y	0.003269	3.269
PISO 1	SYT66-EW Max	Y	0.002216	2.216
PISO 1	SYT66-NS Max	Y	0.001731	1.731
PISO 1	SYT70-EW Max	Y	0.001548	1.548
PISO 1	SYT70-NS Max	Y	0.001495	1.495
PISO 1	SYT74-EW Max	Y	0.001774	1.774
PISO 1	SYT74-NS Max	Y	0.001583	1.583
PISO 1	SYT07-EW Max	Y	0.001801	1.801
PISO 1	SYT07-NS Max	Y	0.001682	1.682
			DERIVA MAX Y (‰)	6.44900

b. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO CON LAS SEÑALES USADAS

- EN LA DIRECCIÓN X

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SXT66-EW Max	X	136.072
PISO 11	SXT66-EW Max	X	129.522
PISO 10	SXT66-EW Max	X	123.556
PISO 9	SXT66-EW Max	X	114.389
PISO 8	SXT66-EW Max	X	103.748
PISO 7	SXT66-EW Max	X	91.461
PISO 6	SXT66-EW Max	X	77.94
PISO 5	SXT66-EW Max	X	63.38
PISO 4	SXT66-EW Max	X	48.148
PISO 3	SXT66-EW Max	X	33.492
PISO 2	SXT66-EW Max	X	19.645
PISO 1	SXT66-EW Max	X	7.723
TECHO	SXT66-NS Max	X	111.593
PISO 11	SXT66-NS Max	X	106.41
PISO 10	SXT66-NS Max	X	103.122
PISO 9	SXT66-NS Max	X	95.786
PISO 8	SXT66-NS Max	X	87.222
PISO 7	SXT66-NS Max	X	77.238
PISO 6	SXT66-NS Max	X	65.953
PISO 5	SXT66-NS Max	X	53.66
PISO 4	SXT66-NS Max	X	40.812
PISO 3	SXT66-NS Max	X	28.059
PISO 2	SXT66-NS Max	X	16.214
PISO 1	SXT66-NS Max	X	6.359
TECHO	SXT70-EW Max	X	84.121
PISO 11	SXT70-EW Max	X	80.151

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 10	SXT70-EW Max	X	76.959
PISO 9	SXT70-EW Max	X	71.473
PISO 8	SXT70-EW Max	X	65.057
PISO 7	SXT70-EW Max	X	57.549
PISO 6	SXT70-EW Max	X	49.052
PISO 5	SXT70-EW Max	X	39.79
PISO 4	SXT70-EW Max	X	30.344
PISO 3	SXT70-EW Max	X	21.06
PISO 2	SXT70-EW Max	X	12.308
PISO 1	SXT70-EW Max	X	4.888
TECHO	SXT70-NS Max	X	94.207
PISO 11	SXT70-NS Max	X	89.78
PISO 10	SXT70-NS Max	X	87.077
PISO 9	SXT70-NS Max	X	80.803
PISO 8	SXT70-NS Max	X	73.474
PISO 7	SXT70-NS Max	X	64.921
PISO 6	SXT70-NS Max	X	55.268
PISO 5	SXT70-NS Max	X	44.788
PISO 4	SXT70-NS Max	X	33.972
PISO 3	SXT70-NS Max	X	23.343
PISO 2	SXT70-NS Max	X	13.468
PISO 1	SXT70-NS Max	X	5.324
TECHO	SXT74-EW Max	X	114.403
PISO 11	SXT74-EW Max	X	108.828
PISO 10	SXT74-EW Max	X	102.739
PISO 9	SXT74-EW Max	X	95.024
PISO 8	SXT74-EW Max	X	86.075
PISO 7	SXT74-EW Max	X	75.748
PISO 6	SXT74-EW Max	X	64.442

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 5	SXT74-EW Max	X	52.959
PISO 4	SXT74-EW Max	X	40.666
PISO 3	SXT74-EW Max	X	28.211
PISO 2	SXT74-EW Max	X	16.369
PISO 1	SXT74-EW Max	X	6.398
TECHO	SXT74-NS Max	X	98.868
PISO 11	SXT74-NS Max	X	94.243
PISO 10	SXT74-NS Max	X	91.461
PISO 9	SXT74-NS Max	X	84.919
PISO 8	SXT74-NS Max	X	77.279
PISO 7	SXT74-NS Max	X	68.359
PISO 6	SXT74-NS Max	X	58.278
PISO 5	SXT74-NS Max	X	47.314
PISO 4	SXT74-NS Max	X	36.275
PISO 3	SXT74-NS Max	X	25.519
PISO 2	SXT74-NS Max	X	15.128
PISO 1	SXT74-NS Max	X	6.011
TECHO	SXT07-EW Max	X	112.962
PISO 11	SXT07-EW Max	X	107.702
PISO 10	SXT07-EW Max	X	103.178
PISO 9	SXT07-EW Max	X	95.864
PISO 8	SXT07-EW Max	X	87.323
PISO 7	SXT07-EW Max	X	77.351
PISO 6	SXT07-EW Max	X	66.061
PISO 5	SXT07-EW Max	X	53.739
PISO 4	SXT07-EW Max	X	40.845
PISO 3	SXT07-EW Max	X	28.47
PISO 2	SXT07-EW Max	X	16.73
PISO 1	SXT07-EW Max	X	6.604

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SXT07-NE Max	X	94.004
PISO 11	SXT07-NE Max	X	89.71
PISO 10	SXT07-NE Max	X	86.208
PISO 9	SXT07-NE Max	X	80.363
PISO 8	SXT07-NE Max	X	73.508
PISO 7	SXT07-NE Max	X	65.562
PISO 6	SXT07-NE Max	X	56.428
PISO 5	SXT07-NE Max	X	46.286
PISO 4	SXT07-NE Max	X	35.485
PISO 3	SXT07-NE Max	X	25.17
PISO 2	SXT07-NE Max	X	15.117
PISO 1	SXT07-NE Max	X	6.131
Desplazamiento MAX X (mm)			136.07200

- EN LA DIRECCIÓN Y

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
TECHO	SYT66-EW Max	Y	134.409
PISO 11	SYT66-EW Max	Y	131.777
PISO 10	SYT66-EW Max	Y	138.805
PISO 9	SYT66-EW Max	Y	129.586
PISO 8	SYT66-EW Max	Y	117.919
PISO 7	SYT66-EW Max	Y	103.703
PISO 6	SYT66-EW Max	Y	87.411
PISO 5	SYT66-EW Max	Y	69.793
PISO 4	SYT66-EW Max	Y	51.742
PISO 3	SYT66-EW Max	Y	34.628

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 2	SYT66-EW Max	Y	19.634
PISO 1	SYT66-EW Max	Y	7.536
TECHO	SYT66-NS Max	Y	98.469
PISO 11	SYT66-NS Max	Y	96.707
PISO 10	SYT66-NS Max	Y	105.628
PISO 9	SYT66-NS Max	Y	99.049
PISO 8	SYT66-NS Max	Y	90.731
PISO 7	SYT66-NS Max	Y	80.406
PISO 6	SYT66-NS Max	Y	68.356
PISO 5	SYT66-NS Max	Y	55.093
PISO 4	SYT66-NS Max	Y	41.261
PISO 3	SYT66-NS Max	Y	27.738
PISO 2	SYT66-NS Max	Y	15.556
PISO 1	SYT66-NS Max	Y	5.886
TECHO	SYT70-EW Max	Y	88.656
PISO 11	SYT70-EW Max	Y	87.067
PISO 10	SYT70-EW Max	Y	93.679
PISO 9	SYT70-EW Max	Y	87.879
PISO 8	SYT70-EW Max	Y	80.429
PISO 7	SYT70-EW Max	Y	71.247
PISO 6	SYT70-EW Max	Y	60.577
PISO 5	SYT70-EW Max	Y	48.845
PISO 4	SYT70-EW Max	Y	36.586
PISO 3	SYT70-EW Max	Y	24.576
PISO 2	SYT70-EW Max	Y	13.843
PISO 1	SYT70-EW Max	Y	5.263
TECHO	SYT70-NS Max	Y	87.05
PISO 11	SYT70-NS Max	Y	85.439
PISO 10	SYT70-NS Max	Y	92.232

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 9	SYT70-NS Max	Y	86.376
PISO 8	SYT70-NS Max	Y	78.964
PISO 7	SYT70-NS Max	Y	69.826
PISO 6	SYT70-NS Max	Y	59.219
PISO 5	SYT70-NS Max	Y	47.608
PISO 4	SYT70-NS Max	Y	35.559
PISO 3	SYT70-NS Max	Y	23.839
PISO 2	SYT70-NS Max	Y	13.391
PISO 1	SYT70-NS Max	Y	5.082
TECHO	SYT74-EW Max	Y	105.992
PISO 11	SYT74-EW Max	Y	104.067
PISO 10	SYT74-EW Max	Y	112.437
PISO 9	SYT74-EW Max	Y	105.41
PISO 8	SYT74-EW Max	Y	96.346
PISO 7	SYT74-EW Max	Y	85.143
PISO 6	SYT74-EW Max	Y	72.122
PISO 5	SYT74-EW Max	Y	57.859
PISO 4	SYT74-EW Max	Y	43.08
PISO 3	SYT74-EW Max	Y	28.754
PISO 2	SYT74-EW Max	Y	15.988
PISO 1	SYT74-EW Max	Y	6.033
TECHO	SYT74-NS Max	Y	95.972
PISO 11	SYT74-NS Max	Y	94.148
PISO 10	SYT74-NS Max	Y	100.996
PISO 9	SYT74-NS Max	Y	94.499
PISO 8	SYT74-NS Max	Y	86.156
PISO 7	SYT74-NS Max	Y	75.921
PISO 6	SYT74-NS Max	Y	64.139
PISO 5	SYT74-NS Max	Y	51.35

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
PISO 4	SYT74-NS Max	Y	38.317
PISO 3	SYT74-NS Max	Y	25.657
PISO 2	SYT74-NS Max	Y	14.318
PISO 1	SYT74-NS Max	Y	5.381
TECHO	SYT07-EW Max	Y	99.601
PISO 11	SYT07-EW Max	Y	97.745
PISO 10	SYT07-EW Max	Y	105.28
PISO 9	SYT07-EW Max	Y	98.66
PISO 8	SYT07-EW Max	Y	90.16
PISO 7	SYT07-EW Max	Y	79.743
PISO 6	SYT07-EW Max	Y	67.721
PISO 5	SYT07-EW Max	Y	54.685
PISO 4	SYT07-EW Max	Y	41.181
PISO 3	SYT07-EW Max	Y	27.94
PISO 2	SYT07-EW Max	Y	15.889
PISO 1	SYT07-EW Max	Y	6.123
TECHO	SYT07-NS Max	Y	88.425
PISO 11	SYT07-NS Max	Y	86.894
PISO 10	SYT07-NS Max	Y	92.868
PISO 9	SYT07-NS Max	Y	87.493
PISO 8	SYT07-NS Max	Y	80.638
PISO 7	SYT07-NS Max	Y	72.053
PISO 6	SYT07-NS Max	Y	61.904
PISO 5	SYT07-NS Max	Y	50.521
PISO 4	SYT07-NS Max	Y	38.325
PISO 3	SYT07-NS Max	Y	26.122
PISO 2	SYT07-NS Max	Y	14.864
PISO 1	SYT07-NS Max	Y	5.719

TABLE: Story Max/Avg Displacements			
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm
	Desplazamiento MAX Y (mm)		138.80500

ANEXO 5: IMAGENES DE LAS CORTANTES AL INCLUIR DISIPADORES.

a. CORTANTES MAXIMAS

- EN DIRECCION X.

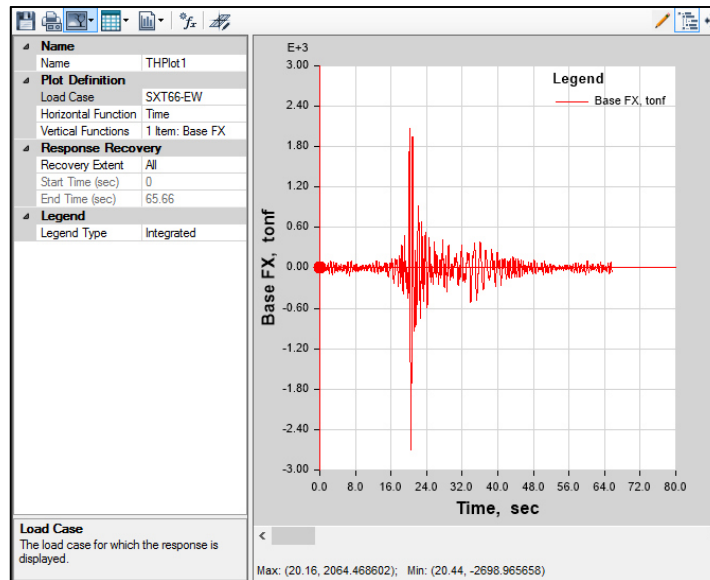


Imagen 103. Cortante máxima en la base con la señal SXT66-EW =
20.16. Ton

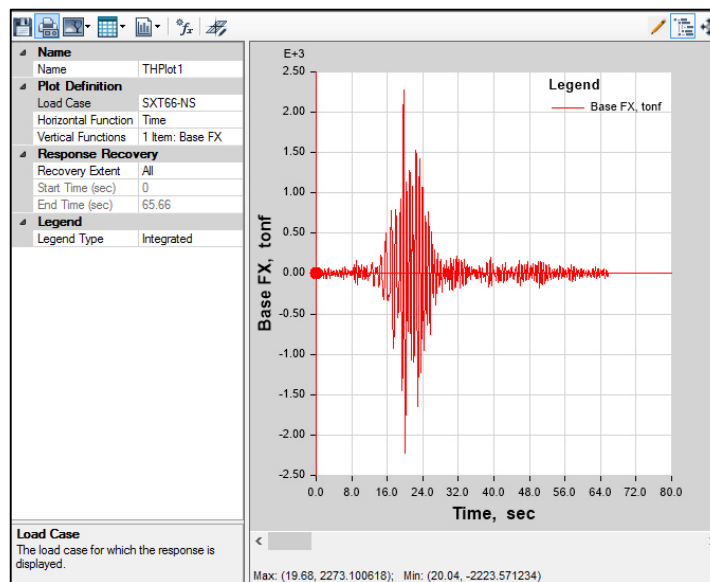


Imagen 104. Cortante máxima en la base con la señal SXT66-NS= 19.68.
Ton

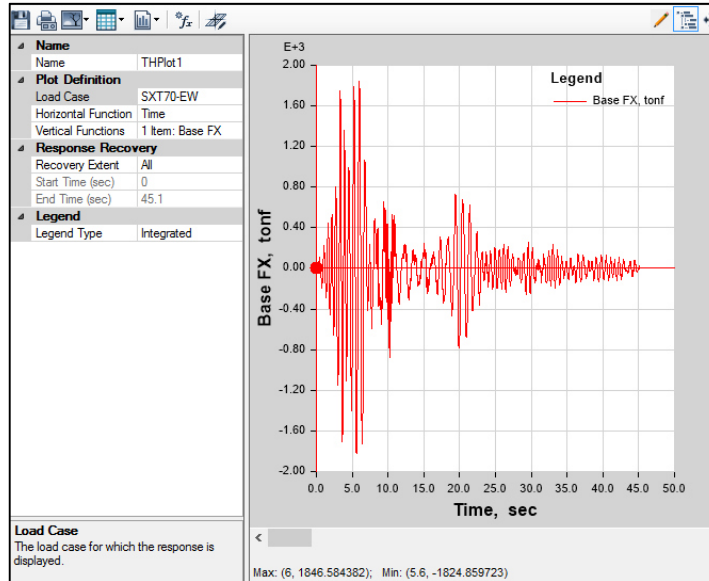


Imagen 105. Cortante máxima en la base con la señal SXT70-EW = 6.18. Ton

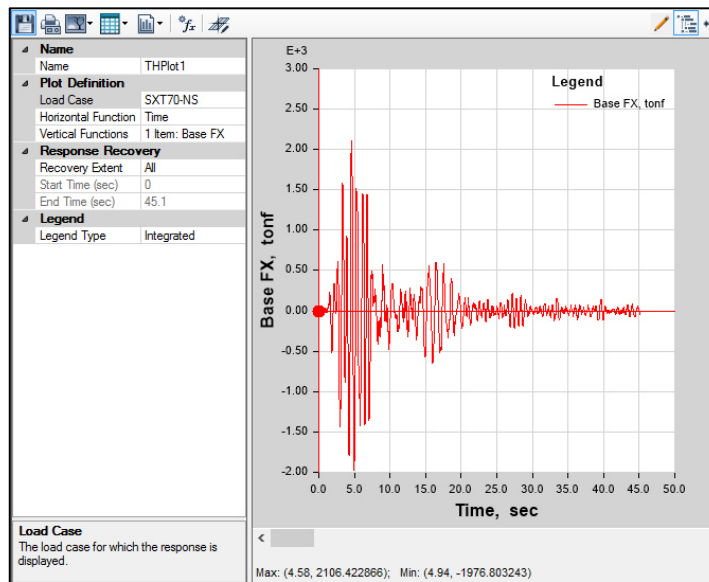


Imagen 106. Cortante máxima en la base con la señal SXT70-NS = 4.58. Ton

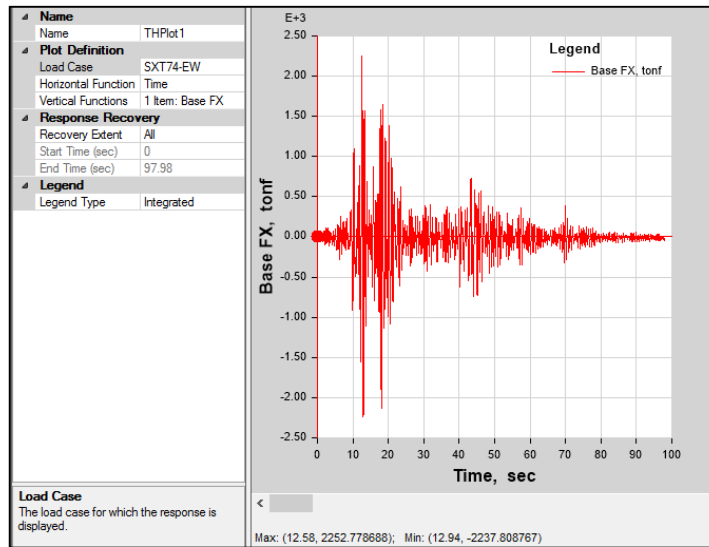


Imagen 107. Cortante máxima en la base con la señal SXT74-EW = 12.58. Ton

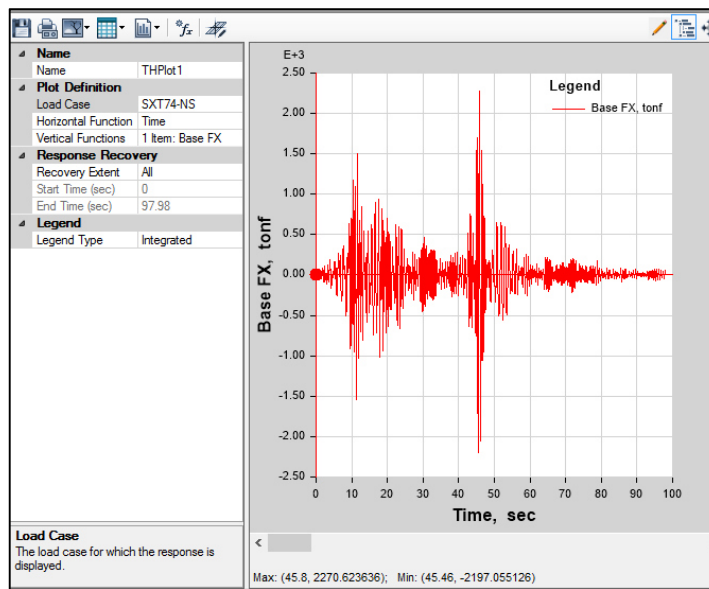


Imagen 108. Cortante máxima en la base con la señal SXT74-NS = 45.80. Ton

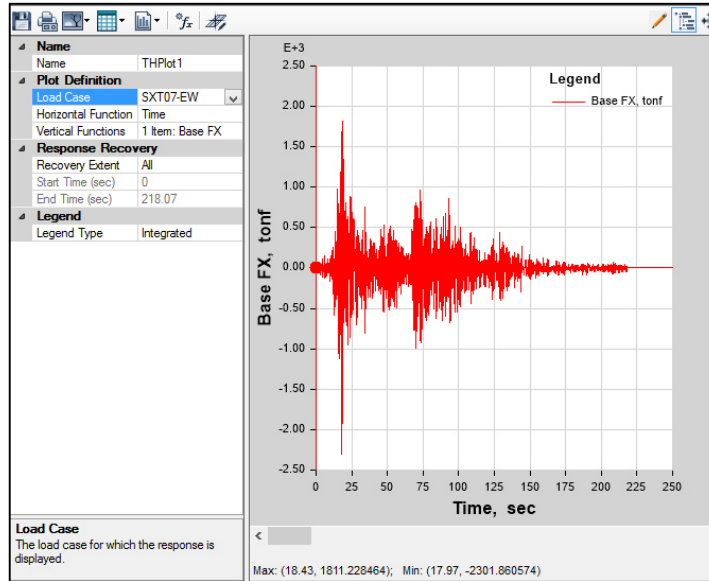


Imagen 109. Cortante máxima en la base con la señal SXT07-EW = 18.43. Ton

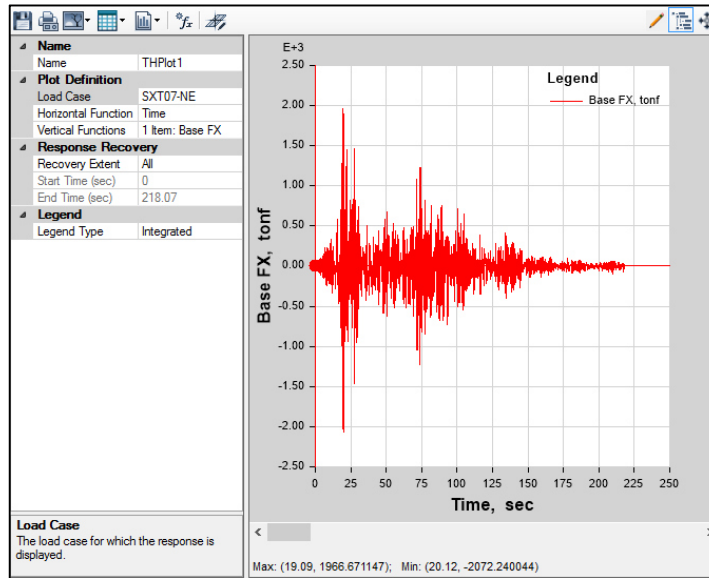


Imagen 110. Cortante máxima en la base con la señal SXT07-NS = 19.09. Ton

- EN DIRECCION Y.

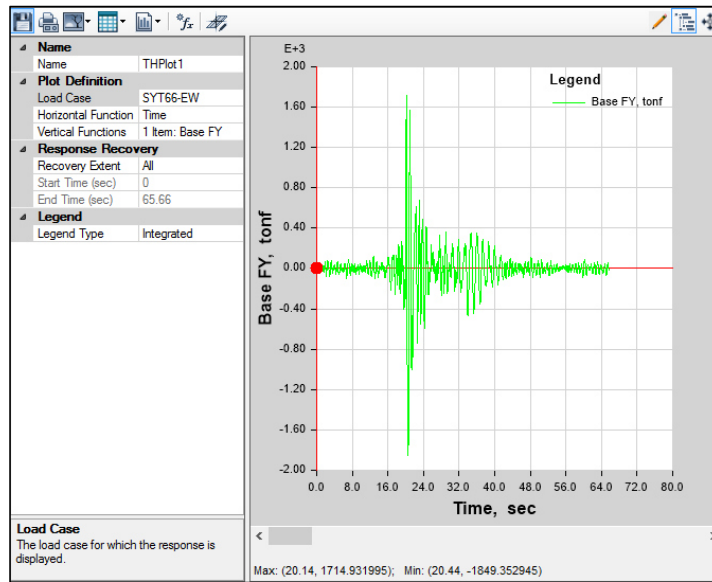


Imagen 111. Cortante máxima en la base con la señal SYT66-EW= 20.14. Ton

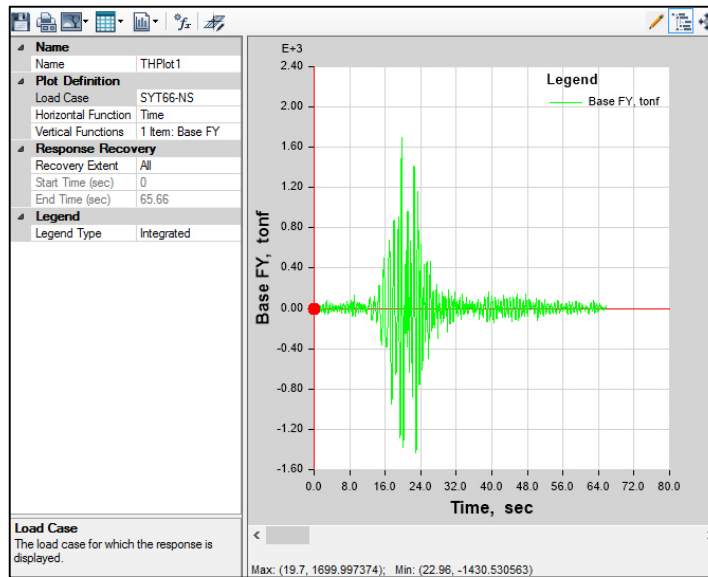


Imagen 112. Cortante máxima en la base con la señal SYT66-NS = 19.70. Ton

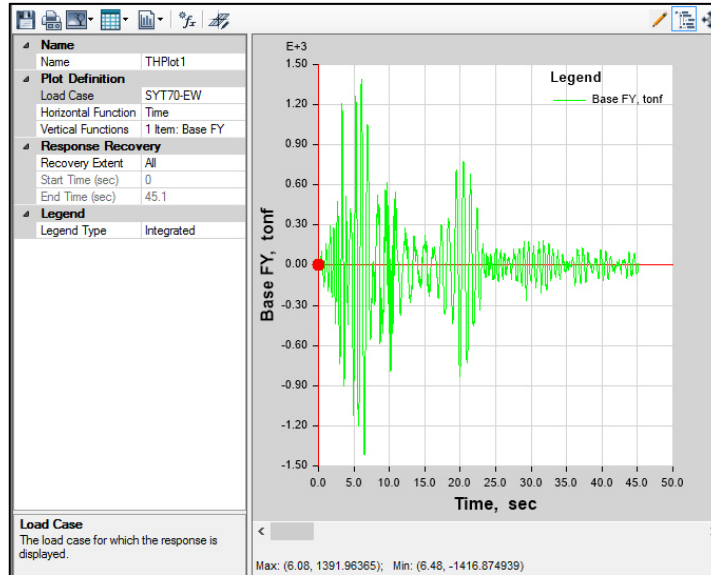


Imagen 113. Cortante máxima en la base con la señal SYT70-EW = 6.08. Ton

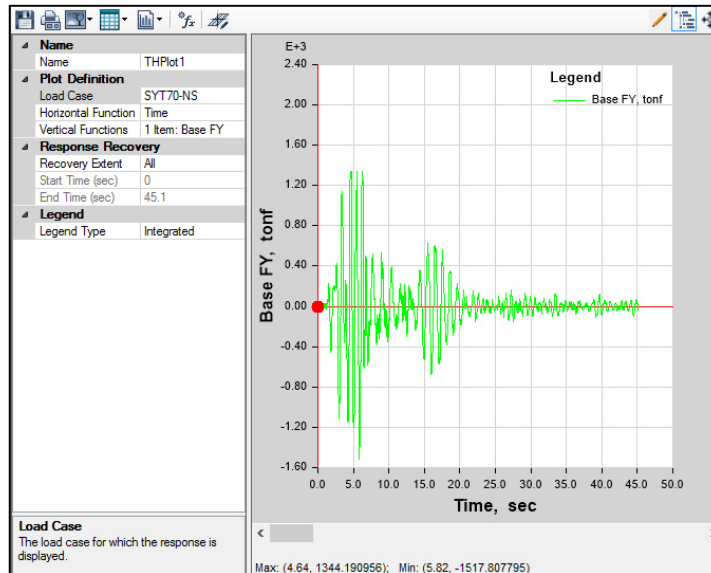


Imagen 114. Cortante máxima en la base con la señal SYT70-NS = 4.64. Ton

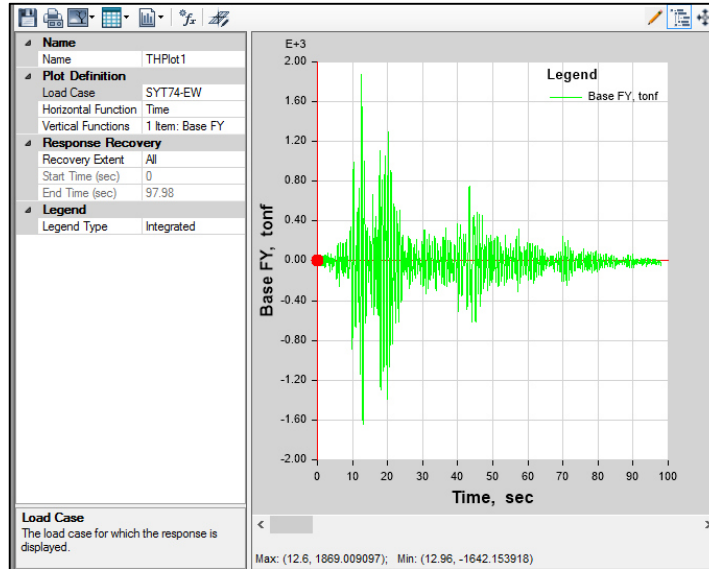


Imagen 115. Cortante máxima en la base con la señal SYT74-EW = 12.6. Ton

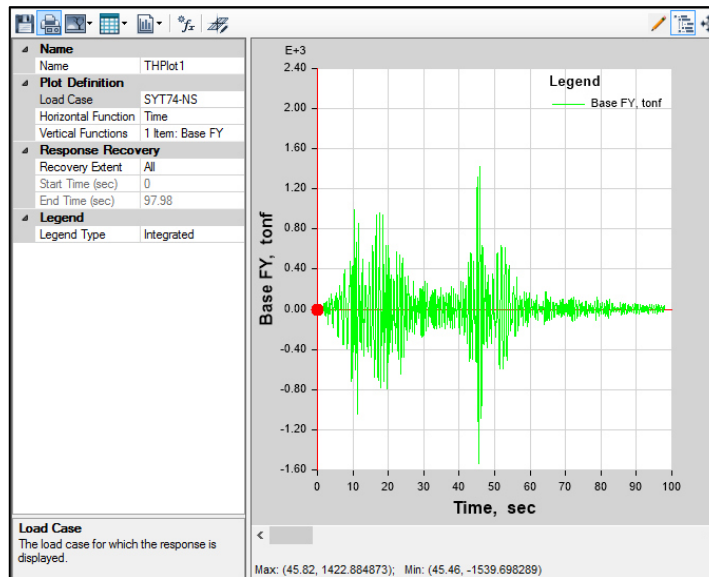


Imagen 116. Cortante máxima en la base con la señal SYT74-NS= 45.82. Ton

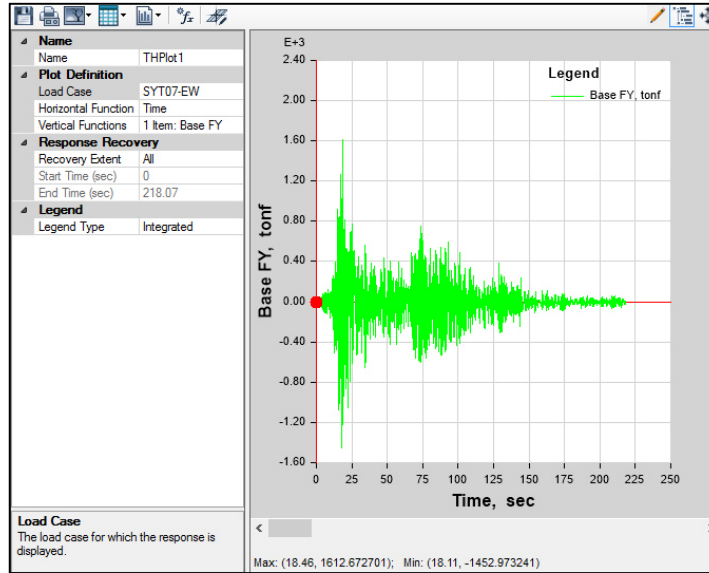


Imagen 117. Cortante máxima en la base con la señal SYT07-EW= 18.46. Ton

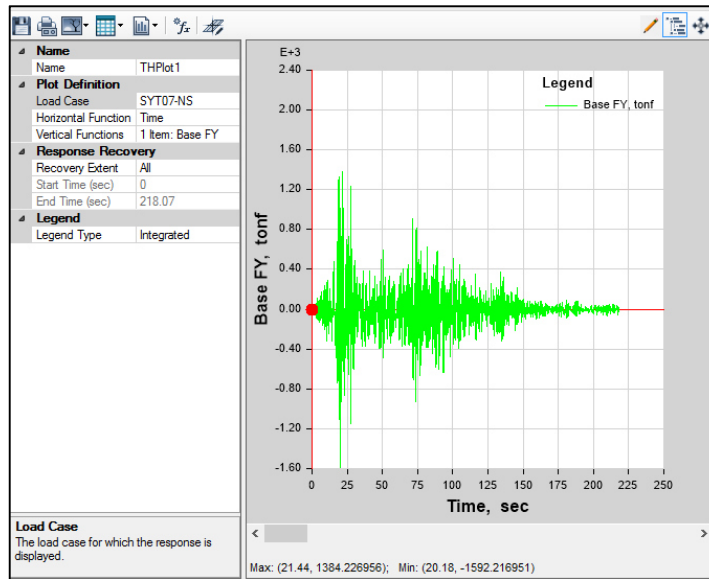
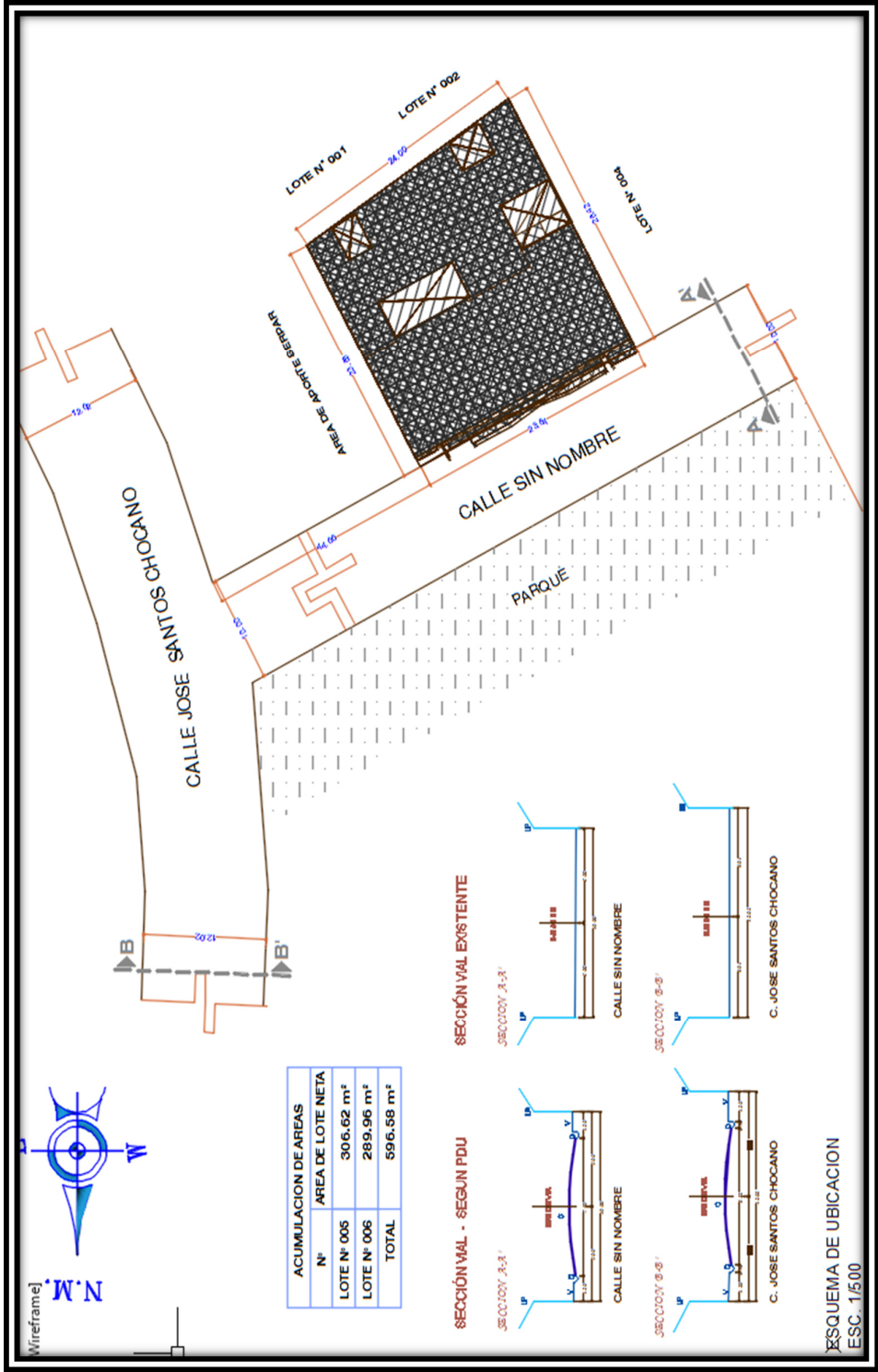


Imagen 118. Cortante máxima en la base con la señal SYT07-NS= 21.44. Ton

ANEXO 6: PLANOS DE LA EDIFICACIÓN 1.

1. PLANO DE UBICACIÓN



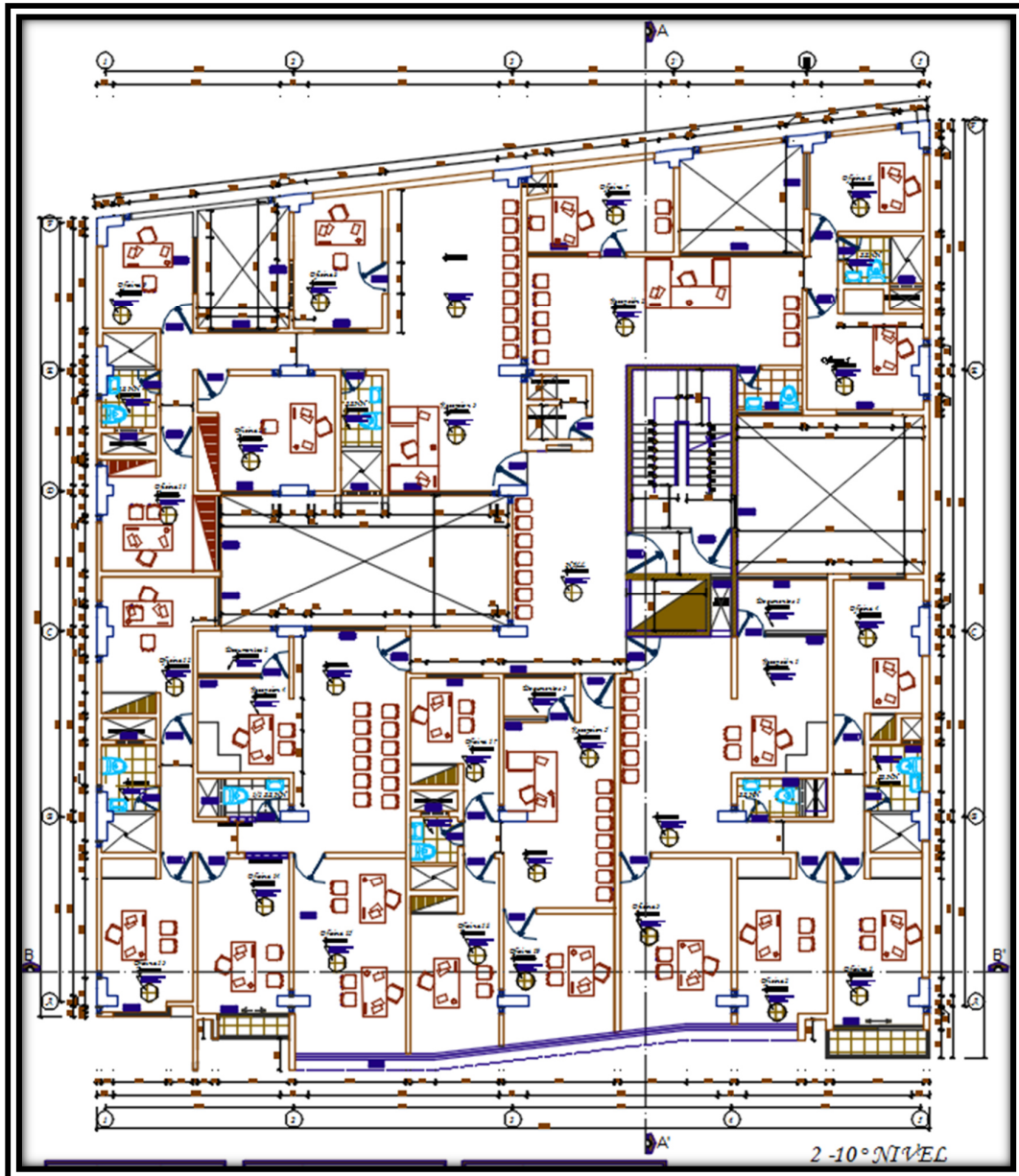
2. PLANO DE LOCALIZACIÓN



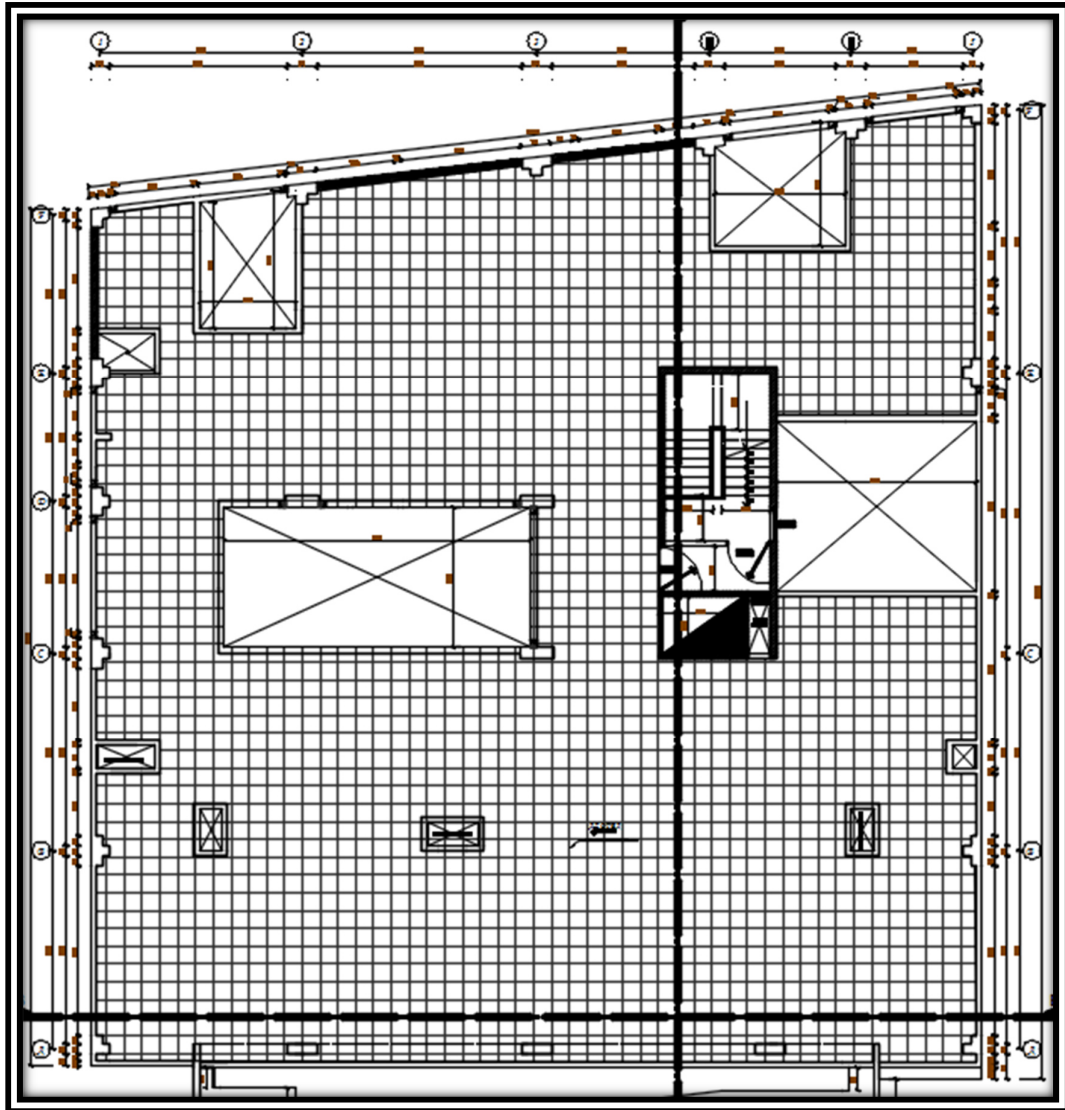
3. VISTA EN ELEVACIÓN RONTAL



4. PLANO DE LA PLANTA TÍPICA

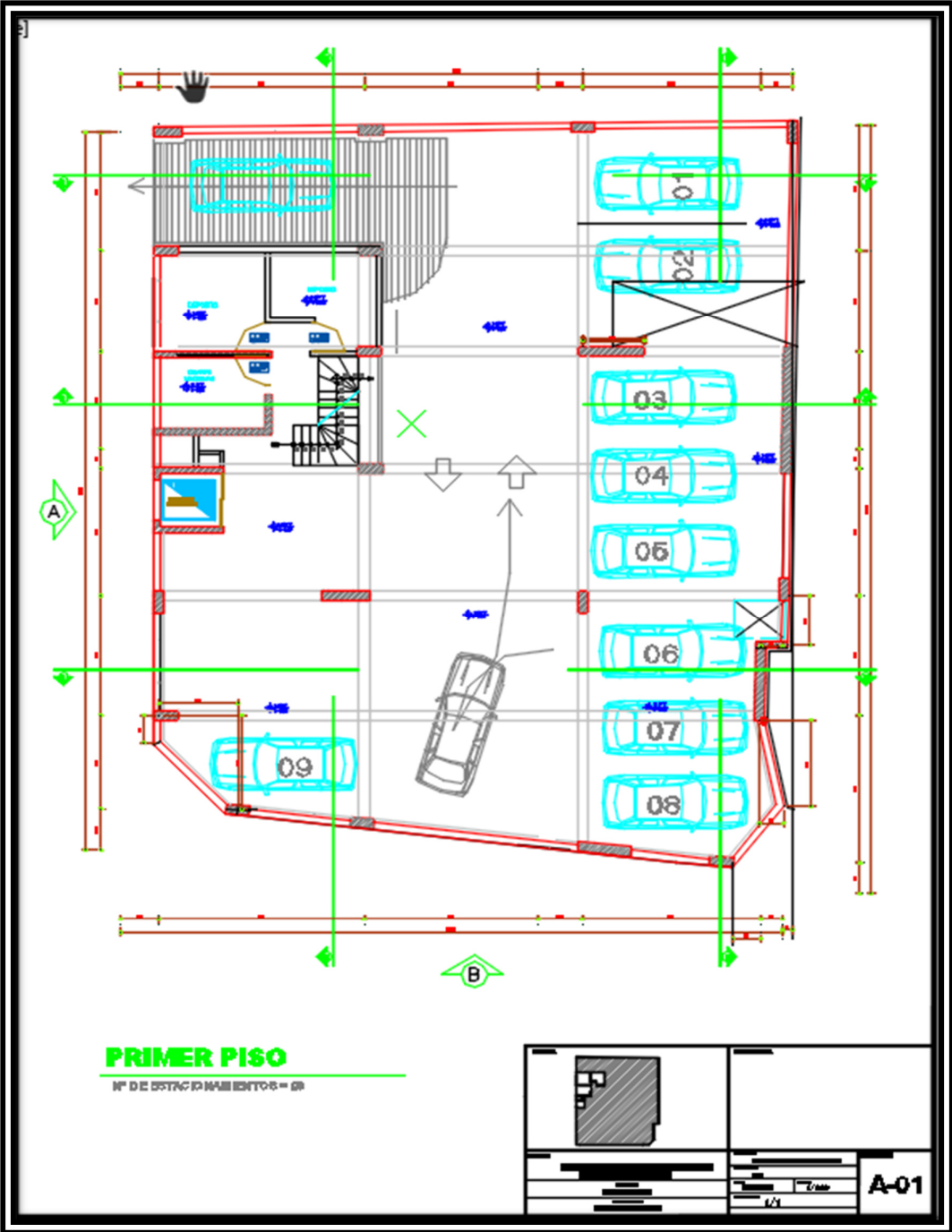


5. PLANO EN PLANTA DE LA AZOTEA

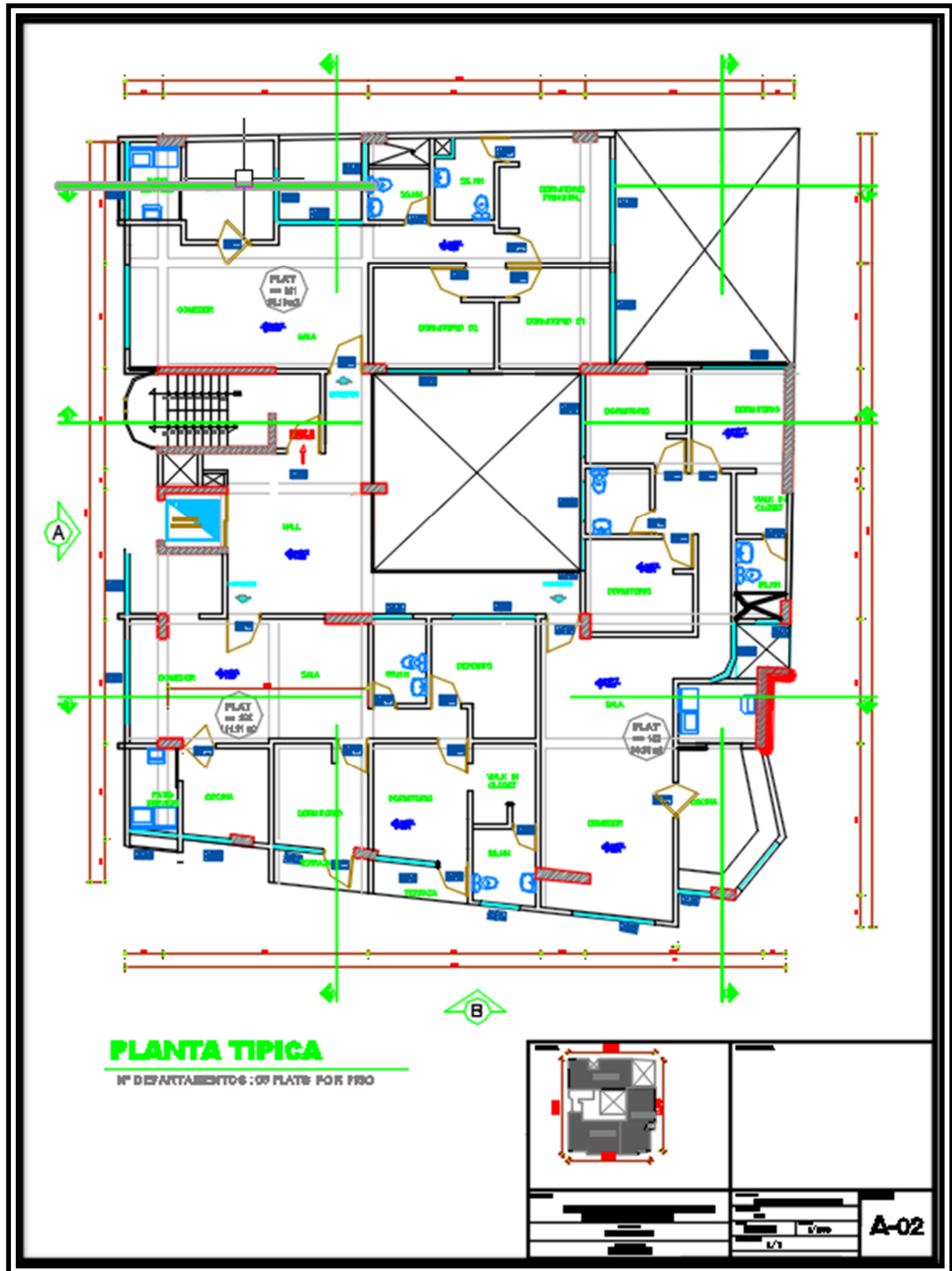


ANEXO 7: PLANOS DE LA EDIFICACIÓN 2.

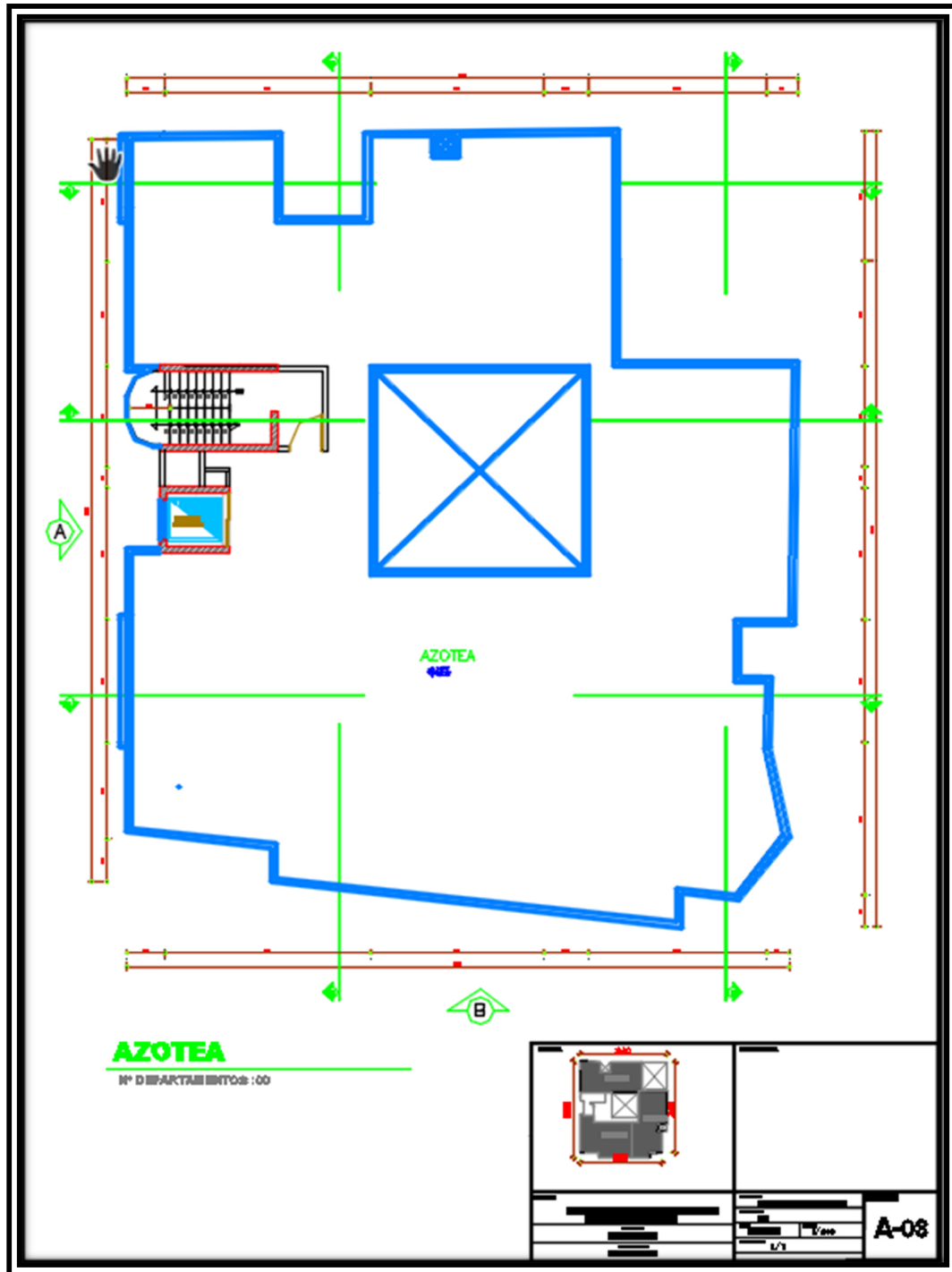
1. PLANO DE UBICACIÓN



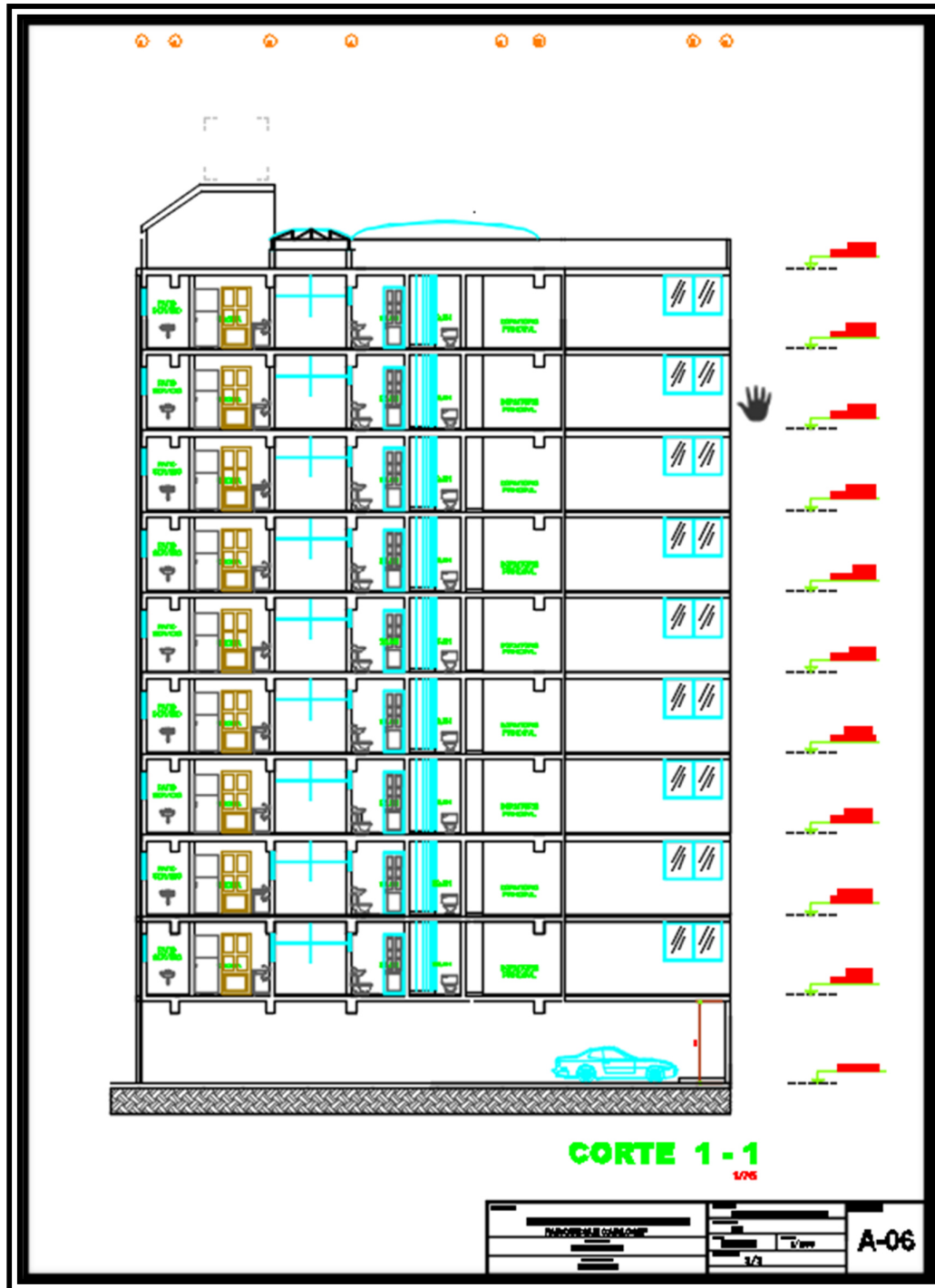
2. PLANO EN PLANTA DEL PISO TIPICO.



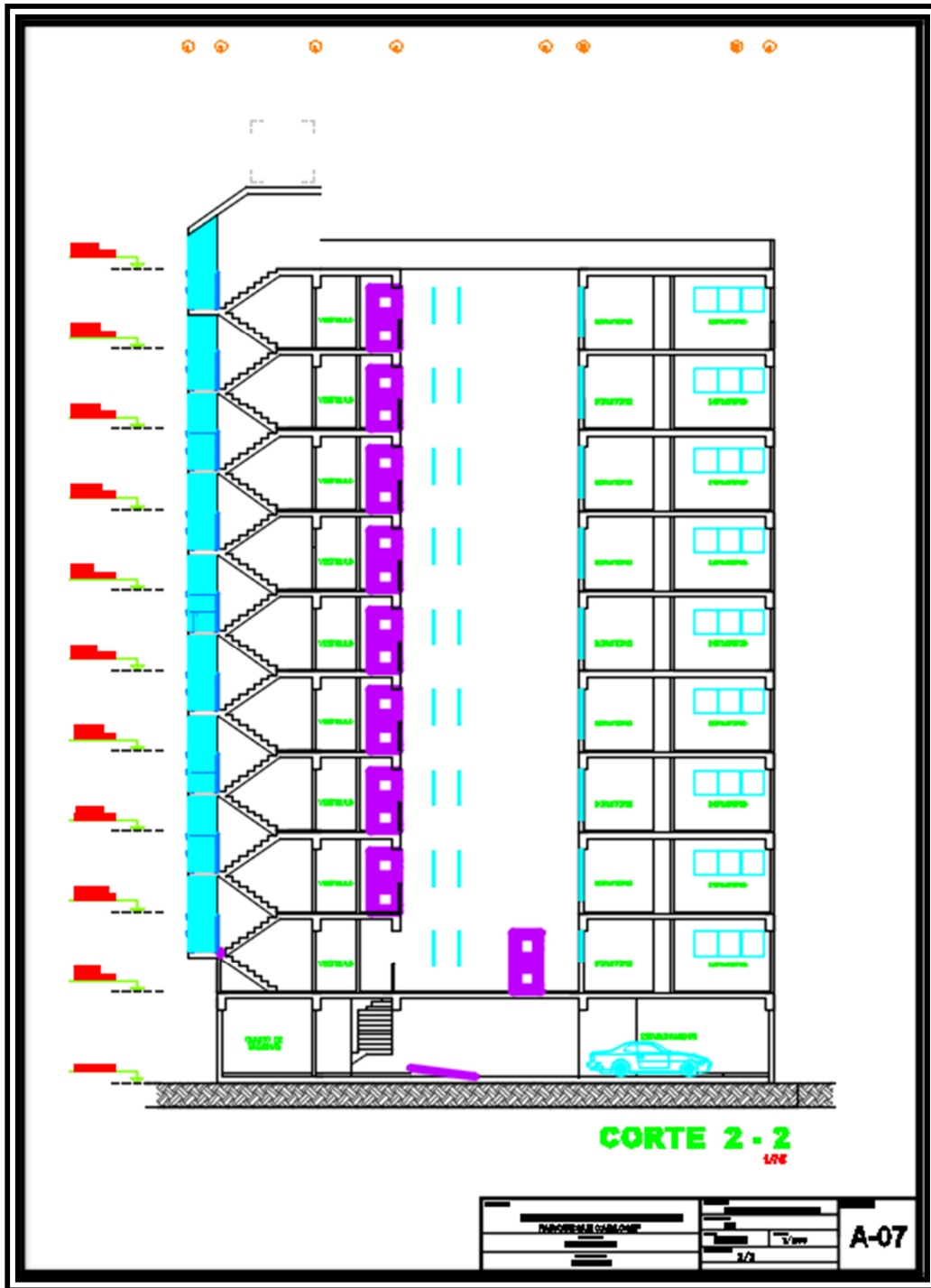
3. PLANO EN PLANTA DE LA AZOTEA.



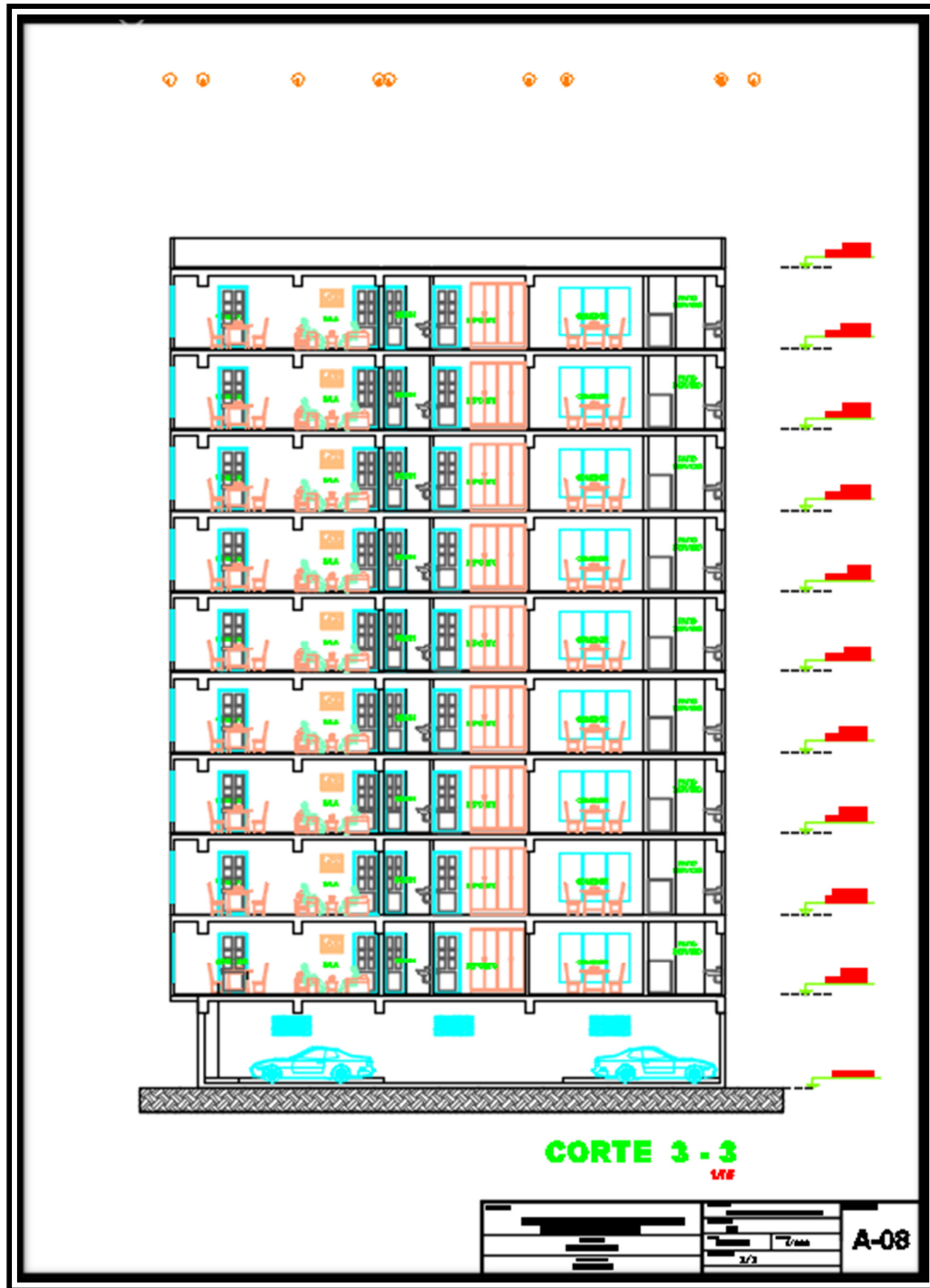
4. PLANO EN CORTE 1-1 DEL EDIFICIO.



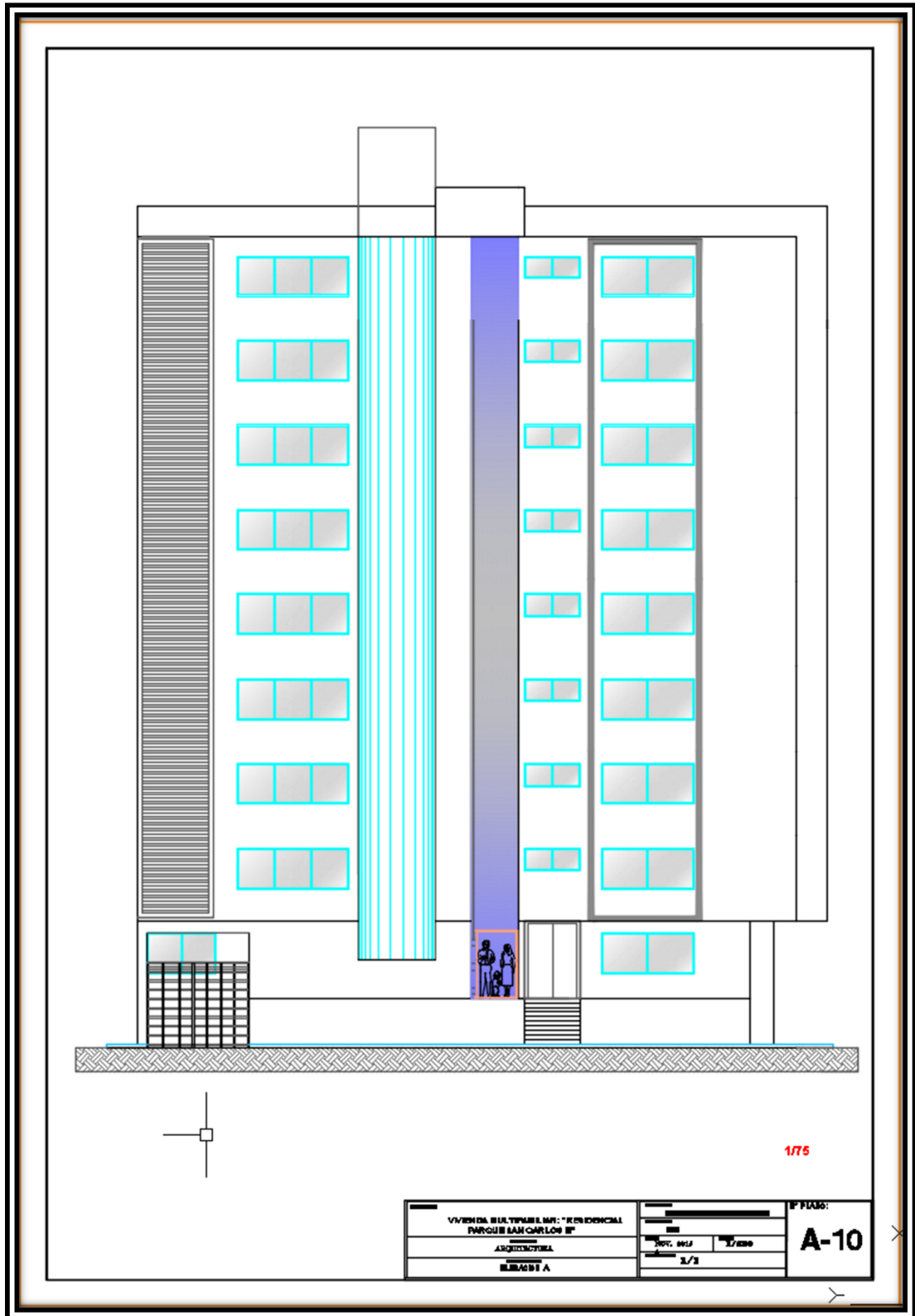
5. PLANO EN CORTE 2-2 DEL EDIFICIO.



6. PLANO EN CORTE 3-3 DEL EDIFICIO.



7. PLANO EN ELEVACION DEL EDIFICIO.



8. PLANO EN ELEVACION FRONTIS PRINCIPAL DEL EDIFICIO.

