

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO
USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL
SISTEMA CONVENCIONAL – 2022**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ESTRUCTURAS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

TESISTA

Bach. Victorio Abad Deyvis

ASESOR(A)

Mg. Torres Ramírez Moisés Edgard

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi abuela Agripina Casimiro Pio, por su ejemplo de lucha y por cuidar de mí en los primeros años de mi vida.

A mi familia, por el apoyo incondicional durante mi formación profesional y su comprensión en mis decisiones.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme y guiarme por el camino correcto.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A mi asesor el Mg. Moisés Edgard Torres Ramírez por sus sugerencias, observaciones y la predisposición de su tiempo.

A los ingenieros, arquitectos y colegas que en algún momento depositaron su confianza en mi persona y me dieron la oportunidad de desarrollarme como profesional.

A mi grupo de colegas de tesis (Climer y Alicia) por sus aportes. Un agradecimiento especial a todos aquellos que de forma directa o indirecta hicieron posible el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

Uno de los grandes desafíos del futuro, es la construcción de edificios resilientes frente al efecto de los sismos, para lo cual, es importante conocer las nuevas metodologías de diseño, así como también los dispositivos de protección sísmica que son utilizados actualmente y los costos de su implementación. El objetivo principal de este estudio es proveer esa información, realizando un análisis comparativo técnico económico de la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los aisladores de base y al sistema convencional. La metodología utilizada ha sido el modelamiento computacional en el programa ETABS de los tres tipos de sistemas para determinar el comportamiento estructural por medio del análisis estático, el análisis dinámico modal espectral para el diseño de los elementos estructurales y finalmente el análisis dinámico tiempo historia para la verificación de los resultados. Los indicadores evaluados fueron: la energía sísmica disipada, la aceleración de entrepiso, la distorsión de entrepiso, el peso sísmico de la estructura y el costo de los componentes estructurales. El ámbito de estudio es el edificio multifamiliar Calicanto, donde se planteó un nuevo diseño a partir del plano de distribución Arquitectónico, lo cual resulta en una estructura de 12 pisos que es un planteamiento completamente distinto a la estructura real existente. El edificio en mención se encuentra ubicada en la ciudad de Huánuco – Perú, ubicada en la zona sísmica 2 de acuerdo a la norma E.030. Las normativas utilizadas para el control de los indicadores son: E.031, ASCE 7-22 y el manual Hazus. Esto adquiere mayor importancia si consideramos que en el medio local no se cuenta con normativa para amortiguadores y disipadores. Se desarrolló una investigación de nivel correlacional teniendo en cuenta el nivel de profundidad de la investigación, del tipo aplicada según el producto obtenido con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. Los resultados obtenidos muestran las ventajas y desventajas técnicas de cada sistema analizado y el costo referencial de la implementación. Además, con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, tanto para la hipótesis general como para las hipótesis específicas.

Palabras clave: Viscous Wall Dampers, Aislador de base, Sistema convencional.

ABSTRACT

One of the great challenges of the future is the construction of resilient buildings against the effect of earthquakes, for which it is important to know the new design methodologies, the seismic protection devices currently used and the costs of their implementation. The main objective of the thesis is to provide this information, carrying out a comparative technical-economic analysis of the implementation of Viscous Wall Dampers respect to the base insulators and the conventional system. The methodology used is the computational modeling in the ETABS program of the three types of systems to determine the structural behavior through static analysis, modal spectral dynamic analysis for the design of the structural elements and the dynamic time history analysis for the verification of the results. The indicators evaluated are: dissipated seismic energy, floor acceleration, floor distortion, the seismic weight of the structure and the cost of the structural components of the Calicanto multi-family building, The area of study is the Calicanto multifamily building, where a new design was proposed based on the Architectural distribution plan, which results in a 12-story structure that is a completely different approach to the actual existing structure. The building in question is located in the city of Huánuco – Peru, located in seismic zone 2 according to standard E.030. The regulations used to control the indicators are: E.031, ASCE 7-22 and the Hazus manual. This acquires greater importance if we consider that in the local environment there are no regulations for dampers and dissipators. A correlational level investigation was developed taking into account the level of depth of the investigation, of the type applied according to the product obtained with a quantitative approach and a non-experimental design. The results obtained show the technical advantages and disadvantages of each system analyzed and the reference cost of implementation. Furthermore, with the results obtained, the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted, both for the general hypothesis and for the specific hypotheses.

Keywords: Viscous Wall Dampers, base insulators and conventional system.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 Fundamentación del problema de investigación.....	18
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.....	21
1.2.1 <i>Problema general</i>	21
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	21
1.3 Formulación de objetivo general y específicos	21
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	21
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	22
1.4 Justificación.....	22
1.5 Limitaciones	23
1.6 Formulación de hipótesis general y específicas	23
1.6.1 <i>Hipótesis general</i>	23
1.6.2 <i>Hipótesis específicas</i>	23
1.7 Variables	24
1.7.1 <i>Variable Independiente</i>	24
1.7.2 <i>Variable Dependiente</i>	25
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables.....	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 Antecedentes de la investigación	27

2.1.1	<i>Antecedentes Internacionales</i>	27
2.1.2	<i>Antecedentes Nacionales</i>	28
2.1.3	<i>Antecedentes Locales</i>	30
2.2	Bases teóricas.....	30
2.2.1	<i>Sistemas de protección sísmica</i>	30
2.2.2	<i>Aislamiento Sísmico</i>	33
2.2.3	<i>Amortiguador sísmico</i>	33
2.2.4	<i>Aislador</i>	37
2.2.5	<i>Sistema Convencional</i>	40
2.2.6	<i>Análisis Sísmico</i>	40
2.2.7	<i>Costo de la implementación de los amortiguadores VWD y Aisladores de base</i>	41
2.3	Bases conceptuales o definición de términos básicos	41
2.4	Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas	42
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		43
3.1	Ámbito.....	43
3.2	Población	43
3.3	Muestra	44
3.4	Nivel y tipo de estudio	44
3.4.1	<i>Nivel de investigación</i>	44
3.4.2	<i>Tipo de investigación</i>	44
3.5	Diseño de investigación.....	45
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos	45
3.7	Validación y Confiabilidad del Instrumento	45
3.8	Procedimiento	46
3.9	Tabulación y Análisis de Datos.....	46
3.10	Consideraciones Éticas.....	46
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		47
4.1	Descripción de la Edificación.....	47

4.2	Metrados de Cargas.....	47
4.3	Estructuración	48
4.4	Predimensionamiento de la Superestructura	48
4.4.1	<i>Predimensionamiento de Vigas</i>	48
4.4.2	<i>Predimensionamiento de Columnas</i>	49
4.4.3	<i>Predimensionamiento de Losa Aligerada Unidireccional</i>	50
4.4.4	<i>Predimensionamiento de Losa Maciza</i>	50
4.5	Predimensionamiento de Subestructura.....	50
4.5.1	<i>Predimensionamiento de Vigas de Aislamiento</i>	50
4.5.2	<i>Predimensionamiento de Capiteles y Pedestales</i>	50
4.5.3	<i>Predimensionamiento de Losa Aislamiento</i>	51
4.5.4	<i>Predimensionamiento de Platea de Cimentación</i>	51
4.6	Sistema Convencional.....	51
4.6.1	<i>Análisis Sísmico</i>	52
4.7	Sistema Aislado	57
4.7.1	<i>Distribución de aisladores, centros de masa y rigidez</i>	57
4.7.2	<i>Definición del espectro para sismo máximo considerado (SMC)</i>	61
4.7.3	<i>Análisis sísmico</i>	63
4.8	Sistema Amortiguado	114
4.8.1	<i>Predimensionamiento de amortiguadores VWD</i>	119
4.8.2	<i>Análisis sísmico</i>	125
4.9	Diseño de elementos estructurales	143
4.9.1	<i>Diseño de Vigas</i>	143
4.9.2	<i>Diseño de Columnas</i>	150
4.9.3	<i>Diseño de Placas</i>	155
4.9.4	<i>Diseño de Platea de Cimentación</i>	158
	CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	169
5.1	Aporte científico	172
	CONCLUSIONES	174

RECOMENDACIONES	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178
ANEXOS	181
Anexo 01. Matriz de consistencia.....	182
Anexo 02. Planos del Sistema Convencional	186
Anexo 03. Planos del Sistema Aislado	187
Anexo 04. Metrados.....	188
Anexo 05. Presupuesto	189
Anexo 06. Cotizaciones.....	190
Anexo 07. Nota biográfica.....	191
Anexo 08. Acta de sustentación de tesis.....	192
Anexo 09. Resolución de designación de hora y fecha de sustentación de tesis	193
Anexo 10. Constancia de originalidad de tesis	194
Anexo 11. Reporte turnitin de tesis.....	195
Anexo 12. Autorización para publicación de tesis electrónica	196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición teórica y operacionalización de variables	26
Tabla 2 Cargas aplicadas a la estructura.....	47
Tabla 3 Parámetros sísmicos utilizados para la creación del espectro de pseudoaceleraciones	52
Tabla 4 Fuerza cortante en columnas y placas en las direcciones X e Y	53
Tabla 5 Modos, periodos y masas participantes	53
Tabla 6 Distorsión de entrepiso en la dirección X	53
Tabla 7 Distorsión de entrepiso en la dirección Y	55
Tabla 8 Valores de cortante estática y dinámica del sistema convencional	56
Tabla 9 Cálculo del factor de escala	56
Tabla 10 Cortante dinámica escalada.....	56
Tabla 11 Verificación de cumplimiento de relación entre cortante estática y dinámica.....	56
Tabla 12 Verificación de fuerzas máximas en los aisladores y deslizadores.....	59
Tabla 13 Centro de masa del sistema	60
Tabla 14 Centro de rigidez del sistema.....	60
Tabla 15 Excentricidad natural del sistema.....	60
Tabla 16 Propiedades por tipo de aislador.....	60
Tabla 17 Rigideces normalizadas de los aisladores	61
Tabla 18 Parámetros sísmicos de acuerdo a la norma E.030	61
Tabla 19 Factores de modificación Lambda para fabricantes calificados - CLASE I	63
Tabla 20 Parámetros objetivos del diseño	63
Tabla 21 Cálculo del factor PT.....	65
Tabla 22 Cálculo de relación entre DTM/DM en la dirección X	65
Tabla 23 Cálculo de relación entre DTM/DM en la dirección Y	65
Tabla 24 Valores definitivos de DM y DTM.....	66
Tabla 25 Propiedades geométricas de entrada del aislador LRB.....	66
Tabla 26 Propiedades geométricas resultantes de aislador RB	67
Tabla 27 Propiedades del caucho para los aisladores LRB	67
Tabla 28 Cálculo de propiedades dinámicas verticales.....	67
Tabla 29 Cargas utilizadas en el diseño	68
Tabla 30 Verificación por pandeo crítico en condición no deformada	68
Tabla 31 Verificación por deformación de elastómero en condición no deformada.....	68
Tabla 32 Verificación de cargas de servicio admisible en condición de servicio	69
Tabla 33 Verificación por pandeo crítico en condición deformada.....	69
Tabla 34 Verificación por deformación de elastómero en condición deformada.....	69
Tabla 35 Verificación de cargas de servicio admisible en condición deformada	70

Tabla 36	Verificaciones finales	70
Tabla 37	Propiedades dinámicas del aislador LRB.....	70
Tabla 38	Propiedades geométricas de entrada del aislador RB.....	71
Tabla 39	Propiedades geométricas resultantes de los aisladores RB.....	71
Tabla 40	Propiedades del caucho para los aisladores RB	71
Tabla 41	Propiedades dinámicas del aislador RB.....	72
Tabla 42	Propiedades dinámicas verticales del aislador RB	72
Tabla 43	Cargas utilizadas en el diseño	73
Tabla 44	Verificación por pandeo crítico en condición no deformada	73
Tabla 45	Verificación por deformación de elastómero en condición no deformada.....	73
Tabla 46	Verificación de cargas admisibles en condición de servicio	74
Tabla 47	Verificación por pandeo crítico en condición deformada.....	74
Tabla 48	Verificación por deformación de elastómero en condición deformada.....	74
Tabla 49	Verificación de cargas máximas en condición deformada	75
Tabla 50	Verificaciones finales	75
Tabla 51	Dimensiones del dispositivo.....	75
Tabla 52	Cargas utilizadas para el diseño de los Sliders	76
Tabla 53	Verificación de presiones admisibles	76
Tabla 54	Presión promedio actuante	76
Tabla 55	Coeficientes de fricción del PTEE virgen	76
Tabla 56	Interpolación para determinar el coeficiente de fricción PTFE.....	77
Tabla 57	Propiedades dinámicas del deslizador de fricción Slider	77
Tabla 58	Determinación de propiedades dinámicas verticales de los Sliders	77
Tabla 59	Modos fundamentales de vibración para el límite inferior de variación (LIV)	82
Tabla 60	Modos fundamentales de vibración para el límite superior de variación (LSV)....	82
Tabla 61	Derivas máximas de entrepiso.....	83
Tabla 62	Aceleraciones máximas para sismo máximo considerado (SMC)	84
Tabla 63	Cortante estática de subestructura	85
Tabla 64	Cortante dinámica de la subestructura.....	86
Tabla 65	Verificación de relación entre cortante estática y dinámica	86
Tabla 66	Fuerza cortante de la superestructura.....	87
Tabla 67	Verificación de Vs considerando el acápite a) del artículo 21.3	87
Tabla 68	Verificación de Vs por el acápite c) del artículo 21.3.....	88
Tabla 69	Factores de corrección para la cortante de diseño de la superestructura.....	88
Tabla 70	Registros sísmicos utilizados para el análisis tiempo - historia.....	88
Tabla 71	Verificación de cargas máximas y mínimas en los aisladores	102
Tabla 72	Derivas de entrepiso en la dirección X	103

Tabla 73	Derivas de entrepiso en la dirección Y	104
Tabla 74	Aceleración de entrepiso en la dirección X.....	106
Tabla 75	Aceleración de entrepiso en la dirección Y.....	107
Tabla 76	Momentos P-Delta en los aisladores y deslizadores	113
Tabla 77	Derivas máximas de entrepiso de la estructura convencional para un SMC	114
Tabla 78	Distorsión de entrepiso sin considerar amortiguadores VWD en la dirección X.	116
Tabla 79	Distorsión de entrepiso extraídos del análisis tiempo historia sin considerar amortiguadores VWD.....	117
Tabla 80	Masa de cada nivel (mi).....	121
Tabla 81	Desplazamiento del nivel “i” con sismo máximo considerado (SMC).....	121
Tabla 82	Parámetro Lambda (λ)	122
Tabla 83	Desplazamiento relativo entre extremos del amortiguador VWD.....	122
Tabla 84	Cálculo del coeficiente de amortiguamiento C	123
Tabla 85	Coeficiente de amortiguamiento calculado.....	124
Tabla 86	Coeficiente de amortiguamiento asumido para la dirección X	124
Tabla 87	Coeficiente C de los dispositivos.....	124
Tabla 88	Coeficiente de amortiguamiento asumido para la dirección Y	124
Tabla 89	Propiedades del amortiguador VWD-1	129
Tabla 90	Propiedades del amortiguador VWD-2.....	129
Tabla 91	Distorsión de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD en la dirección X.....	130
Tabla 92	Distorsión de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD en la dirección Y.....	131
Tabla 93	Aceleración de entrepiso en la dirección X con Amortiguadores VWD.....	133
Tabla 94	Aceleración de entrepiso en la dirección Y con amortiguadores VWD	134
Tabla 95	Fuerzas en los dispositivos VWD	136
Tabla 96	Especificaciones técnicas definitivas de los amortiguadores VWD	139
Tabla 97	Fuerzas en la columna de diseño (C-19)	150
Tabla 98	Combinaciones para diseño de columnas en la dirección X.....	151
Tabla 99	Combinaciones de diseño de columnas en la dirección Y	151
Tabla 100	Fuerzas máximas de cortante en la columna de diseño – piso 5	154
Tabla 101	Combinaciones de diseño para la placa en la dirección X.....	155
Tabla 102	Combinaciones de diseño de la placa en la dirección Y.....	156
Tabla 103	Fuerzas cortantes máximas en la placa de diseño.....	157
Tabla 104	Cuadro comparativo de porcentaje de energía sísmica disipada por dispositivos	160
Tabla 105	Energía sísmica disipada por los aisladores de base y los amortiguadores VWD	160

Tabla 106 Reducción de aceleraciones de entrepiso con implementación de aisladores de base.....	161
Tabla 107 Verificación de reducción de aceleración de entrepiso para el sistema aislado	161
Tabla 108 Reducción de aceleraciones de entrepiso con implementación de amortiguadores VWD	162
Tabla 109 Verificación de reducción de aceleración de entrepiso para el sistema amortiguado.....	162
Tabla 110 Derivas de entrepiso del sistema convencional.....	163
Tabla 111 Reducción de derivas de entrepiso implementando aisladores de base	164
Tabla 112 Reducción de derivas de entrepiso implementando Amortiguadores VWD	165
Tabla 113 Cuadro comparativo de costos por componentes y sistemas.....	167

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Problemática, propuesta de solución y ámbito de estudio	19
Figura 2 Planta típica de arquitectura del segundo nivel – Edificio Calicanto	20
Figura 3 Esquema de Funcionamiento de Sistemas Activos	30
Figura 4 Esquema de una estructura con Sistema Activo de Protección Sísmica	31
Figura 5 Esquema de una estructura con Sistema Semi-Activos de Protección Sísmica ...	32
Figura 6 Viscous Wall Dampers - Single Vane	34
Figura 7 Esquema del Amortiguador VWD - Double Vane	35
Figura 8 Tipos de disposición de Amortiguadores	36
Figura 9	37
Figura 10 Esquema del Aislador Elastomérico de Alto Amortiguamiento (HDR).....	38
Figura 11 Esquema del Aislador Elastomérico con Núcleo de Plomo (LRB)	38
Figura 12 Esquema del Aislador Tipo Single Friction Pendulum	39
Figura 13 Esquema del Aislador Tipo Double Friction Pendulum	39
Figura 14 Esquema del Aislador Tipo Triple Friction Pendulum	40
Figura 15 Ubicación geográfica del ámbito de estudio	43
Figura 16 Procedimiento de desarrollo de la tesis	46
Figura 17 Plano de estructuración del edificio	48
Figura 18 Modelo estructural del edificio en el programa ETABS.....	51
Figura 19 Verificación de distorsión de entrepiso del sistema convencional en la dirección X	54
Figura 20 Verificación de distorsión de entrepiso del sistema convencional en la dirección Y	55
Figura 21 Modelo estructural del sistema aislado.....	57
Figura 22 Distribución de los aisladores en planta	58
Figura 23 Espectro de pseudoaceleraciones para un Sismo Máximo Considerado (SMC) 62	62
Figura 24 Espectro de desplazamientos para SMC.....	62
Figura 25 Valores del factor de amortiguamiento	64
Figura 26 Modelo estructural del sistema de aislamiento	78
Figura 27 Propiedades de los aisladores LRB.....	79
Figura 28 Propiedades de los aisladores RB.....	80
Figura 29 Propiedades de los deslizadores friccionales Slider	80
Figura 30 Definición de masa para el análisis modal espectral	81
Figura 31 Control de derivas de entrepiso para un sistema aislado.....	84
Figura 32 Control de aceleraciones de entrepiso para un SMC.....	85
Figura 33 Inserción de registros sísmicos al programa Seismosignal.....	89

Figura 34 Registros sísmicos con interferencia de señales sin corrección por línea base ni filtrado	90
Figura 35 Corrección por línea base y filtrado de señales sísmicas en el programa Seismosignal	90
Figura 36 Registros sísmicos corregidos en el programa Seismosignal	91
Figura 37 Pares de registros sísmicos utilizados	91
Figura 38 Ingreso de registros sísmicos corregidos al software Seismomatch	94
Figura 39 Escalado de registros sísmicos al espectro de la norma E.031	94
Figura 40 Compatibilización de espectros y escalado en los límites establecidos por la norma E.031	95
Figura 41 Definición de la función rampa en el programa ETABS	96
Figura 42 Definición de pares de registros sísmicos en el programa ETABS	97
Figura 43 Definición de función peso sísmico en el programa ETABS	98
Figura 44 Definición de casos de carga para los registros sísmicos - caso A.....	99
Figura 45 Definición de casos de carga para los registros sísmicos - caso B.....	100
Figura 46 Definición de propiedades no lineales de los links.....	101
Figura 47 Verificación de derivas de entrepiso para el sistema aislado	105
Figura 48 Verificación de aceleraciones de entrepiso en el sistema aislado.....	108
Figura 49 Diagrama de energía sísmica disipada por los aisladores para cada caso	109
Figura 50 Curvas de histéresis para cada tipo de aislador LRB, RB y Slider	111
Figura 51 Determinación de momentos de segundo orden: efecto P-Delta	112
Figura 52 Derivas de entrepiso para un SMC sin considerar los amortiguadores VWD....	115
Figura 53 Propiedades de los amortiguadores VWD de acuerdo a sus dimensiones	120
Figura 54 Esquema del modelamiento de los amortiguadores VWD en el programa ETABS	123
Figura 55 Tipo de Amortiguador VWD utilizado en el proceso iterativo	125
Figura 56 Ingreso de propiedades de los amortiguadores VWD-1 al programa ETABS ...	126
Figura 57 Ingreso de propiedades de los amortiguadores VWD-2 al programa ETABS ...	126
Figura 58 Modelamiento de los amortiguadores VWD en el programa ETABS	127
Figura 59 Modelado de los amortiguadores en la estructura analizada	127
Figura 60 Vista en planta y 3D de la estructura incorporado los amortiguadores VWD	128
Figura 61 Propiedades Lambda de los amortiguadores	128
Figura 62 Derivas de entrepiso para el sistema Amortiguado para un análisis dinámico tiempo historia.....	132
Figura 63 Verificación de aceleración de entrepiso utilizando amortiguadores VWD.....	135
Figura 64 Curvas de histéresis de los amortiguadores VWD	140

Figura 65 Diagramas de energía sísmica disipada por los amortiguadores VWD para cada caso	141
Figura 66 Ubicación en planta de la viga a diseñar	144
Figura 67 Diagramas de momento flector y cortante de la viga a diseñar para la envolvente	145
Figura 68 Visualización de valores de esfuerzos en el diagrama de momento flector	145
Figura 69 Bloque equivalente de compresiones o rectángulo de Whitney	146
Figura 70 Diagrama de esfuerzos en la sección de la viga.....	146
Figura 71 Distribución de deformaciones para los diversos tipos de falla	146
Figura 72 Tipo de gancho 90° a utilizar para el empotramiento en las columnas perimetrales	147
Figura 73 Diagrama de esfuerzo cortante de la viga a diseñar	148
Figura 74 Distribución de estribos en una viga sísmica, según capítulo 21 de la norma E.060	149
Figura 75 Diagrama de interacción de la columna a diseñar en la dirección X	151
Figura 76 Diagrama de interacción de la columna a diseñar en la dirección Y	152
Figura 77 Diseño por capacidad de la columna.....	153
Figura 78 Diagrama de interacción para diseño por cortante en las direcciones X e Y.....	154
Figura 79 Diagrama de interacción para el diseño de placa por flexo compresión en la dirección X.....	156
Figura 80 Diagrama de interacción para el diseño de placa por flexo compresión en la dirección Y	157
Figura 81 Modelamiento de la platea de cimentación en el programa SAFE	159
Figura 82 Esfuerzos en la platea de cimentación en las direcciones 2 y 3	159
Figura 83 Verificación de reducción de derivas de entrepiso para el sistema aislado.....	164
Figura 84 Verificación de reducción de derivas de entrepiso del sistema Amortiguado	165
Figura 85 Peso sísmico de cada sistema estructural.....	166
Figura 86 Comparativo de peso sísmico de cada sistema estructural	166
Figura 87 Cuadro comparativo de costo total del edificio	168
Figura 88 Porcentaje del costo por cada componente de cada sistema	168

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, estuvo orientada a determinar un comparativo técnico económico de tres alternativas de diseño estructural en el edificio multifamiliar Calicanto, ubicado en la ciudad de Huánuco, Perú. El tema surge de la problemática que enfrenta el Perú, ya que se encuentra en una zona de alta sismicidad por la cercanía a la zona de subducción entre la placa de Nasca y la placa sudamericana. Por esta razón, se plantea la implementación de amortiguadores VWD para realizar un comparativo respecto al uso de aisladores de base y al sistema convencional. Se opta por esta alternativa debido al éxito del sistema en el California Pacific Medical Center (CPMC) - San Francisco, EE.UU. Donde el uso de este dispositivo recibió el premio a la innovación del AISC (American Institute of Steel Construction) en el año 2020. El propósito de la implementación de estos dispositivos es mejorar el comportamiento estructural, evaluando la reducción de energía sísmica, reducción de la aceleración de entrepiso, de la distorsión de entrepiso, del peso de la estructura y también de los costos de la construcción del componente estructural optimizando el diseño.

La metodología utilizada fue el modelamiento computacional en el programa ETABS, donde se realizó el análisis estático, análisis dinámico modal espectral para el diseño de los elementos estructurales y, el análisis dinámico tiempo historia para la verificación de los resultados.

Dentro de las normativas utilizadas para el análisis y diseño se tienen: las normas técnicas peruanas E.020 de cargas, E.030 de diseño sismorresistente y E.031 de aislamiento sísmico, dentro de las normas internacionales ASCE 7-22 (Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures), FEMA P-1051 (Recommended Seismic Provisions: Design Examples), Manual Hazus (Multi-hazard Loss Estimation Methodology) y la guía de diseño de aislamiento de la AASHTO.

Posterior al diseño de los elementos estructurales, se han elaborado los planos estructurales de cada sistema, metrados de los componentes estructurales y finalmente la elaboración del presupuesto referencial en el programa Delphin Express. Cabe señalar que, los precios unitarios consignados corresponden a la revista Capeco (2018). Así como también, que las cotizaciones utilizadas para el presupuesto son de empresas especializadas en el rubro que se encuentran en actividad en el mercado peruano, por lo tanto, se garantiza la confiabilidad en los costos.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

El terremoto, es el principal fenómeno natural que afecta a las estructuras de los edificios y es un problema que aqueja a varios países en el mundo, entre los que se encuentra el Perú por encontrarse en una zona de alta sismicidad. Un hecho reciente es el terremoto de Turquía de magnitud 7.8 ocurrido el 6 de febrero del 2023 que según el diario “El País” (18/02/23) cerca de 85,000 edificios han colapsado en todo el país. En el caso peruano de acuerdo a Hernando Tavera, presidente ejecutivo del IGP en una entrevista al diario “el Comercio” (24/04/23) indica que se tiene un silencio sísmico de 277 años y menciona que se espera un sismo de gran magnitud del orden de 8.8.

Ante esta problemática, se han desarrollado normativas como ASCE 7-22, E.030, E.031 y las guías del AASHTO, que regulan el diseño de estructuras sismorresistentes y estructuras que incorporan dispositivos de protección sísmica con el fin de minimizar los efectos de un sismo severo en las estructuras. Además, constantemente se vienen desarrollando nuevos dispositivos que ayudan a mejorar la respuesta de los edificios a los efectos del terremoto, sin embargo, existe desconocimiento de sus ventajas y desventajas respecto a la parte técnica y económica. Por esta razón, se opta por un diseño tradicional que según la filosofía plateada permite daños en los elementos estructurales, lo cual resulta ineficiente.

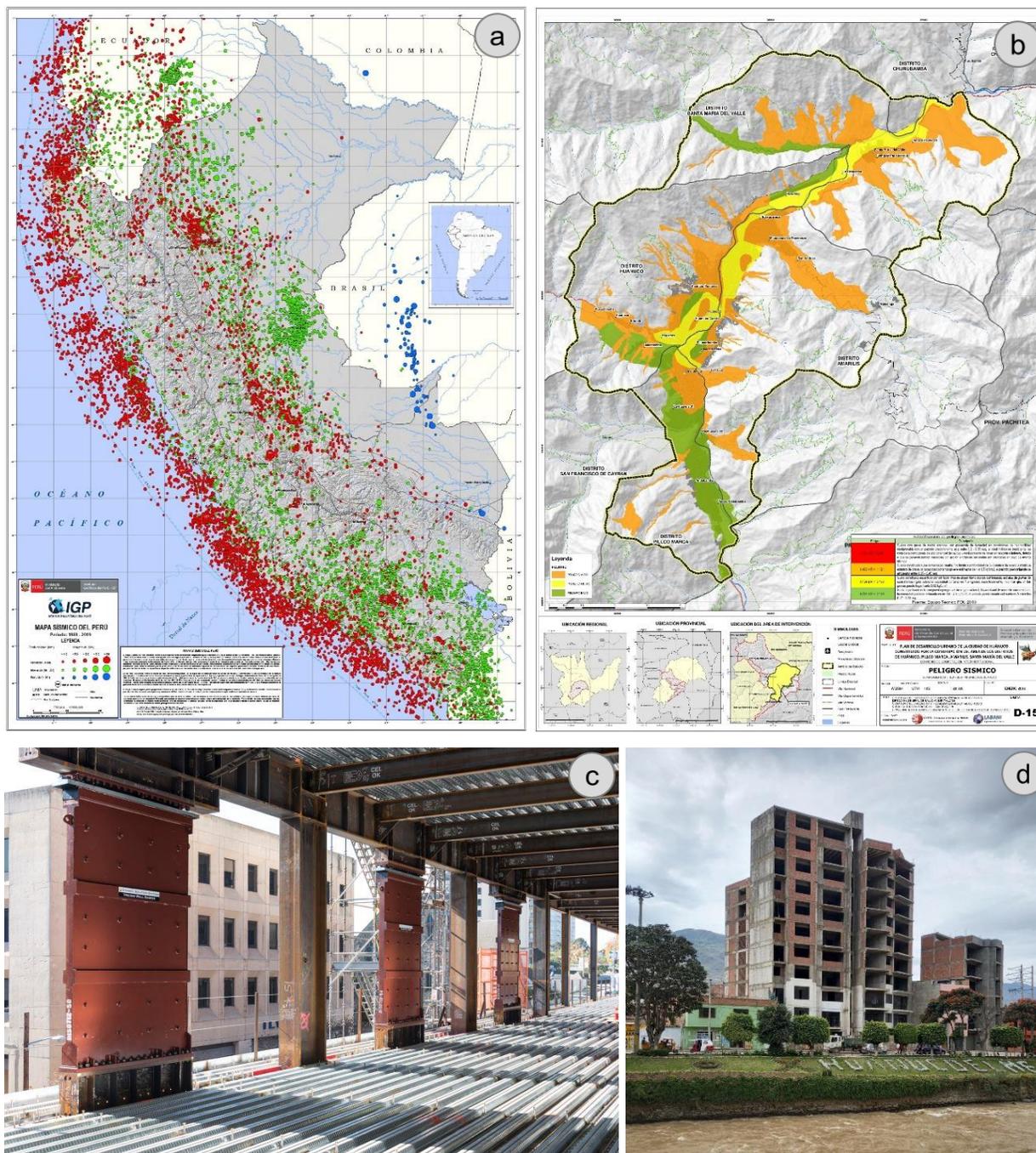
Ahora bien, este problema se manifiesta en componentes estructurales sobredimensionados, generando sobre costos o respuestas estructurales que no cumplen los requisitos mínimos que establecen las normas diseño sismorresistente, como consecuencia, se presentan fallas o fisuras luego de un evento sísmico severo, los cuales generan costos de reparación, mantenimiento, un tiempo de inactividad y en caso de colapso puede generar pérdida de vidas humanas.

En función a ello, se plantea un análisis técnico – económico de la utilización de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a Aisladores de base para optimizar el diseño estructural. Con ello se busca garantizar la seguridad de los ocupantes y la funcionalidad continua de los servicios del edificio después de un evento sísmico severo. Además, reducir el costo del proyecto con el uso de estos dispositivos como parte del sistema estructural.

En las siguientes figuras se observa el riesgo sísmico que presenta la ciudad de Huánuco y el Perú.

Figura 1

Problemática, propuesta de solución y ámbito de estudio

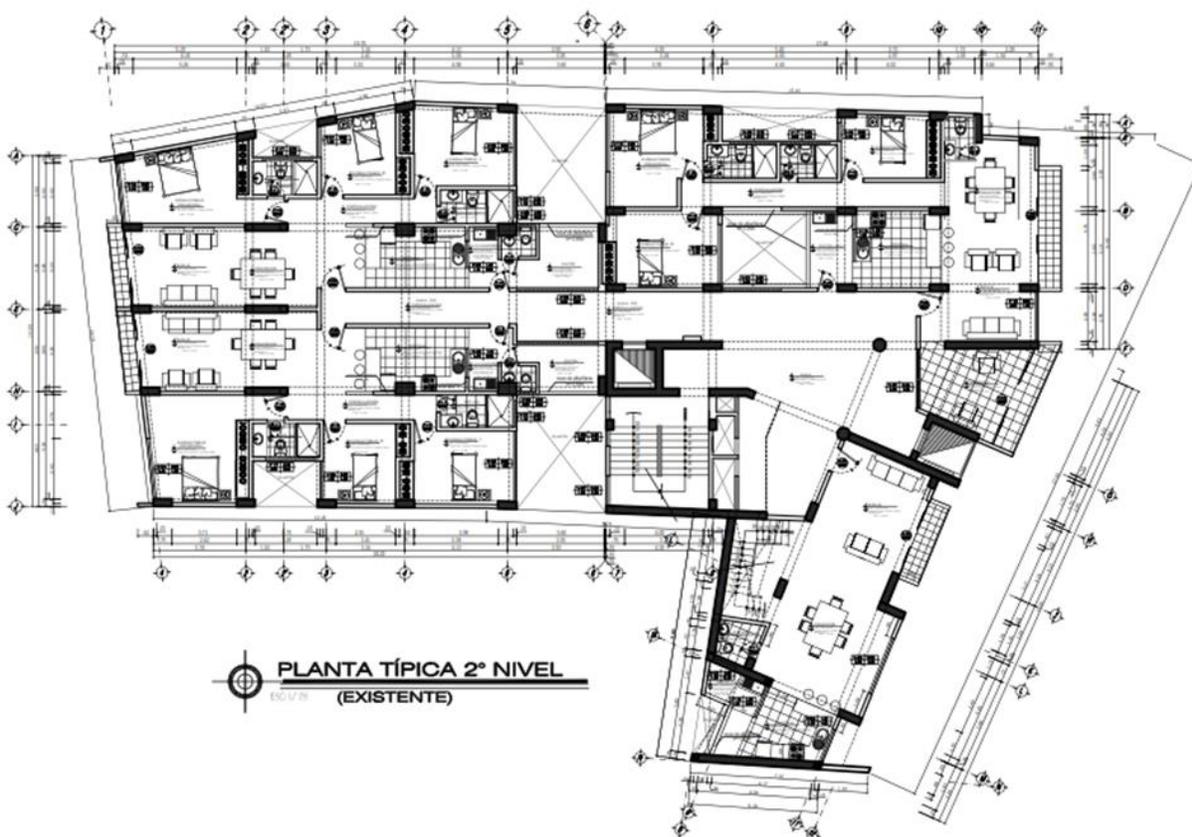


Nota: El gráfico a) representa el peligro sísmico de la ciudad de Huánuco, donde se observa peligro alto (Zona de color anaranjado), peligro medio (Zona de color amarillo) y peligro bajo (zona de color verde). Tomado del Plan de desarrollo urbano de Huánuco (2019). b) muestra el

mapa sísmico del Perú para el periodo (1960-2019), donde la magnitud se evidencia en el tamaño de los círculos y la profundidad en el color de estos. Tomado del Instituto Geofísico del Perú (2019). c) muestra al amortiguador Viscous Wall Dampers en pórticos metálicos en Sutter Health CPMC Van Ness Campus, San Francisco – California. Siendo este un hospital de 13 pisos, donde se utilizaron 119 amortiguadores VWD. Tomado de AISC (2020). d) muestra al edificio multifamiliar Calicanto, ubicado en el Jr. San Cristóbal 240 o Malecón Leoncio Prado 951 C.U. en el distrito, provincia y departamento de Huánuco. Cuyas coordenadas UTM son: 364,455.99E y 8901870.70N.

Figura 2

Planta típica de arquitectura del segundo nivel – Edificio Calicanto



Nota: El gráfico muestra la planta típica 2º nivel, lo cual es similar para los pisos pares como 4º, 6º, 8º y 10º donde se tiene 04 departamentos (01 Dúplex, 03 departamentos). Los pisos 3º, 5º,

7° y 9° solamente tienen 03 departamentos. Además, se tiene un sótano y el primer nivel para estacionamientos.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema general

¿Cómo influirá en la respuesta estructural y en el costo del proyecto la implementación de Amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a Aisladores de base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – 2022?

1.2.2 Problemas específicos

- 1) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y sistema convencional en la absorción de la energía sísmica del Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?
- 2) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y sistema convencional en la aceleración de entepiso del Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?
- 3) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y sistema convencional en las derivas de entepiso del Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?
- 4) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y sistema convencional en el peso de la estructura del Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?
- 5) ¿Cómo influirá en el costo del proyecto la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco 2022?

1.3 Formulación de objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia en la respuesta estructural y en el costo del proyecto de la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.

1.3.2 **Objetivos específicos**

- 1) Calcular la energía sísmica que absorben los amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- 2) Calcular la aceleración de entrepiso con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- 3) Calcular las derivas de entrepiso (drift) con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- 4) Calcular el peso de la estructura con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- 5) Determinar el costo del proyecto con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco 2022.

1.4 **Justificación**

La justificación del estudio se plantea desde los siguientes aspectos:

En lo técnico: la investigación se establece como una guía para los ingenieros estructurales permitiendo optimizar el diseño estructural de las edificaciones. Además, los resultados obtenidos permiten identificar el sistema de disipación adecuado para un determinado caso. Así como también, conocer las nuevas tendencias que se vienen desarrollando en el mundo acerca de sistemas de protección sísmica.

En lo metodológico: Si bien es cierto, no se propone una metodología nueva, sin embargo, las metodologías utilizadas de los antecedentes revisados se acondicionaron a las características de nuestro ámbito de estudio.

En lo económico: La importancia que tiene la investigación en lo económico, es que permitirá a los propietarios, inversores, promotoras o representantes legales de entidades públicas, conocer el costo de la implementación de forma referencial de los dispositivos de protección sísmica en las edificaciones.

1.5 Limitaciones

Se han identificado algunas limitaciones en los siguientes aspectos:

En la muestra: Ya que solo se realiza el estudio de una edificación, por lo que no se puede generalizar los resultados obtenidos.

En lo económico: Se tuvo limitaciones económicas para realizar ensayos en laboratorios especializados utilizando los dispositivos reales, por lo cual se planteó un análisis en el software ETABS y verificado con hojas de cálculo de donde se extraen los resultados.

De los antecedentes: A nivel local se carece de antecedentes respecto a los sistemas analizados, a nivel nacional no se han encontrado antecedentes respecto al dispositivo VWD y a nivel internacional se tiene limitada cantidad de antecedentes actualizadas respecto a los sistemas utilizados, por lo cual se han tomado en cuenta antecedentes de más de 5 años de antigüedad. Además, resultando ser casos particulares, ya que no realizan el comparativo de las tres opciones como se realiza en la presente tesis.

1.6 Formulación de hipótesis general y específicas

1.6.1 Hipótesis general

Ho: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers mejorará la respuesta estructural y reducirá el costo del proyecto respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.

Hi: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no mejorará la respuesta estructural y no reducirá el costo del proyecto respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.

1.6.2 Hipótesis específicas

Ho1: Los amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 90% la energía sísmica respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.

Hi1: Los amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 90% la energía sísmica respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.

- Ho2: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirán en 50% la aceleración de entrepiso respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- Hi2: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirán en 50% la aceleración de entrepiso respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.
- Ho3: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 66% las derivas de entrepiso respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.
- Hi3: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 66% las derivas de entrepiso respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.
- Ho4: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 50% el peso de la estructura respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.
- Hi4: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 50% el peso de la estructura respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.
- Ho5: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 25% el costo del proyecto respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco – 2022.
- Hi5: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 25% el costo del proyecto respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco – 2022.

1.7 Variables

En la presente investigación se tiene 3 tipos de variables:

1.7.1 Variable Independiente

Se define “variable independiente a todo aquel aspecto, hecho, situación, rasgo, que se considera como la “causa de” en una relación entre variables” (Bernal, 2010, p. 139).

En esta investigación se presentan 3 sistemas estructurales que son: el empleo de amortiguadores Viscous Wall Dampers, empleo de aisladores de base y el uso del sistema convencional. Para cada uno de ellos se tendrá una respuesta estructural y un costo.

1.7.2 Variable Dependiente

Según Bernal (2010) se denomina “variable dependiente al “resultado” o “efecto” producido por la acción de la variable independiente” (p. 139).

En la presente investigación la variable dependiente es la respuesta estructural y el costo, ya que estos dependerán del sistema estructural analizado.

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Definición teórica y operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidades	Instrumento
Variable independiente:					
Empleo o no de amortiguadores VWD	Se considera sistema estructural amortiguado cuando en la estructura se implementa amortiguadores VWD con el objetivo de disipar la energía sísmica.	Amortiguador Viscous Wall Dampers	Análisis estático Análisis modal espectral Análisis dinámico tiempo historia		
		Aislador de base	Análisis estático Análisis modal espectral Análisis dinámico tiempo historia		
		Sistema convencional	Análisis estático Análisis modal espectral		
Variable dependiente:					
Respuesta estructural	Son parámetros que se extraen del software Etabs v20, que se utilizarán para realizar las verificaciones en el diseño.	Fuerza sísmica	Fuerzas cortantes	kg.f	Etabs
		La aceleración de entrepiso	Aceleración	m/s ²	
		Derivas de entrepiso (drift)	Desplazamientos	mm	
		Peso de la estructura	Fuerzas verticales	kg.f	
Costo	Se obtiene del producto de los Metrados y los costos unitarios de las partidas estructurales.	Metrados	Volumen de concreto	m ³	Delphin Express
			Peso del acero	kg	
			Cantidad de dispositivos	Und	
		Presupuesto	Costos	Soles	Delphin Express

Nota: En la tabla N° 01, se muestran la variable independiente y dependiente con sus respectivas dimensiones, indicadores, unidades e instrumentos utilizados para su cálculo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Luego de una profunda revisión de la bibliografía existente respecto al tema de investigación, se encontraron los siguientes antecedentes:

2.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Se tiene al autor Love (2016), quien en su artículo titulado “Innovation”, concluye que:

Los amortiguadores Viscous Wall Dampers (VWD) redujeron sustancialmente las aceleraciones de entrepiso, especialmente en los pisos superiores de la estructura, donde las aceleraciones sísmicas suelen ser mayores en los edificios convencionales. Los VWD salvaron una cantidad sustancial de estructura de acero al controlar la deriva de entrepisos. Con base en los análisis no lineales, se espera que los VWD absorban casi el 90 % de la energía sísmica en el nivel de diseño de terremotos. Sin amortiguadores VWD, un pórtico de acero resistente a momento habría requerido entre un 50 % y un 60 % más de acero en términos de tonelaje. Teniendo en cuenta el costo del amortiguador VWD con el acero estructural, el propietario ahorró el 25 % del costo del sistema de acero estructural (p. 54).

Sosa & Ruiz (1992), en su artículo de revista titulado “Análisis estructural y costos en edificios con aisladores sísmicos”, tuvo como objetivo analizar la conveniencia en cuanto a costos iniciales y repuesta estructural en edificios bajos que se encuentran ubicados en sitios con propiedades dinámicas diferentes. Para lo cual, se realizan pruebas de vibración ambiental en dicha construcción, además los edificios que se analizan se presentan como modelo “de cortante” y “modelo de planos”. Los resultados obtenidos indican que cuando en la estructura se incluye dicho sistema, la fuerza cortante se reduce casi a la mitad y los costos de construcción se incrementan alrededor de 6% respecto al diseño convencional.

Lema (2013), en su tesis titulada “Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS”, tuvo como objetivo comparar el comportamiento estructural de un edificio diseñado convencionalmente frente a un edificio diseñado con aisladores sísmicos. En este modelamiento, fue utilizado el software ETABS 9.7.4, Para lo cual realizó un análisis comparativo estructural y económico para considerar su viabilidad y su

posterior implementación. Los resultados obtenidos indican que hay una reducción de derivas de entrepiso en un porcentaje de 21%. Además, verificó que la aceleración absoluta de todos los pisos del edificio aislado se reducen en forma uniforme.

López (2003), en su investigación “Efecto del amortiguamiento viscoso en edificios”, plantea como objetivo principal presentar una metodología para el uso de amortiguadores viscosos en el control de estructuras sometidas a excitaciones sísmicas, para lo cual propone una metodología aplicable basada en el número de amortiguadores y la ubicación de estas. Finalmente, concluye que, debe seleccionarse adecuadamente el cociente de amortiguamiento utilizado para fines de análisis de estructuras debido a que esta cantidad influye en el balance de la energía. Además, observó reducciones importantes en la respuesta de los valores máximos de las distorsiones de entrepiso, aceleración y cortante basal.

Ferj (2016), en su estudio titulado “Evaluación del desempeño sísmico de hospitales aislados y convencionales a través de un análisis de fragilidad”, tuvo como objetivo principal cuantificar las diferencias entre los hospitales aislados y sus alternativas sustitutivas, para así evaluar las ventajas y desventajas asociadas a cada opción, para lo cual, propone una metodología basada en el desarrollo de modelos computacionales no lineales tridimensionales, que se sometieron a análisis dinámicos incrementales para finalmente calcular la curva de fragilidad. Finalmente, concluye que las deformaciones relativas y aceleraciones de piso resultan menores en las configuraciones aisladas que en las tradicionales, estas reducciones fluctúan alrededor de 60%.

Brambila (2012), en su investigación titulada “Diseño de edificios con distribución óptima de amortiguadores viscosos no lineales”, tuvo como objetivo principal optimizar los recursos económicos cuando se construye una estructura con amortiguadores, para ello es necesario conocer la distribución óptima, para lo cual, propone una metodología basada en dos criterios: optimización haciendo uso de algoritmos genéticos multiobjetivo y busca que la energía disipada sea lo más uniforme posible a lo alto del edificio. Finalmente concluye que, la eficiencia de los algoritmos genéticos como proceso de búsqueda de la distribución óptima de AVNL es alta. Además, plantea que, al utilizar AVNL desde un punto de vista de los costos resulta óptimo, ya que el orden de los ahorros que encontró es del 20%, utilizando 15% de amortiguamiento crítico suplementario.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Gómez y Yarleque (2021), en su investigación titulada “Análisis y diseño sísmico de un edificio de 07 niveles para oficinas con aisladores de base – Piura”, tuvo como objetivo principal

analizar y diseñar un edificio de oficinas de 07 pisos utilizando aisladores de base, para lo cual realizó una investigación descriptiva con un enfoque cuantitativo, el software utilizado para el diseño fue el ETABS. El autor concluye que, el edificio aislado resulta más eficiente que el sistema convencional ya que reduce las derivas de entrepiso por debajo del establecido por la norma E.030.

Cano y Liberato (2020), en su estudio titulado "Comparación técnica y económica de un edificio para aulas de cinco pisos con y sin aislador sísmico", cuyo objetivo fue proveer ratios de costos de estructuras por metro cuadrado que en el futuro puedan servir de referencia para proyectos de construcción. El análisis fue realizado en un edificio que se encuentra en la ciudad de Lima y cimentada en un suelo con capacidad portante de 4 kg/cm². Para ello, elaboró el diseño del edificio sin aislamiento sísmico basado en los lineamientos de la norma E.030 de diseño sismorresistente y posteriormente realiza otro diseño considerando los aisladores de base siguiendo los lineamientos establecidos en la norma E.031 "Aislamiento sísmico". Finalmente, determinó que las distorsiones del edificio son menores a 0.003, que prácticamente solo pueden generar daño leve en los elementos estructurales. Además, que las aceleraciones son menores a 0.30g, las cuales solo pueden generar daños leves en elementos no estructurales. Por lo que concluye que, el desempeño de una estructura aislada fue mejor que el convencional.

Chilón (2019), en su tesis titulada "Diseño y análisis sísmico comparativo entre un sistema con aisladores de núcleo de plomo y un sistema con disipadores de fluido viscoso en una edificación de 4 niveles, Chiclayo, 2017". El objetivo principal fue realizar un análisis comparativo de comportamiento y costos entre un sistema con aislamiento y disipación sísmica para una edificación de 4 niveles, en la ciudad de Chiclayo. Para ello, la metodología utilizada fue descriptiva y aplicada, ya que consistió básicamente en caracterizar una situación concreta y buscó aplicar los conocimientos adquiridos en la práctica profesional. Finalmente, concluye que al utilizar 12 disipadores logró reducir en un 37% los desplazamientos y en un 40% las derivas. Además, determinó una reducción de desplazamientos del 89% utilizando aisladores con núcleo de plomo y en un 91% las derivas de entrepiso.

Arcana (2020), en el artículo de investigación "Desempeño sísmico de un centro de salud de tres niveles con o sin aisladores", tuvo como objetivo principal describir la metodología empleada y realizar un análisis de los resultados obtenidos del desempeño sísmico de un Centro de Salud de tres niveles. Para ello, la metodología utilizada fue exploratoria correlacional, el ámbito de aplicación corresponde a la zona 4 en la ciudad de Tacna. En sus conclusiones plantea que, el desempeño de una estructura con aislamiento sísmico es

diferente y mejor que la estructura sin aislamiento. Además, que los aisladores de alto amortiguamiento presentan mejor desempeño. También establece que, no se debe diseñar con aisladores en suelos blandos, cerca de fallas geológicas y estructuras irregulares. Finalmente, recomienda proponer una normativa que permita diseñar estructuras con aisladores sísmicos en el Perú.

2.1.3 Antecedentes Locales

A nivel local, no se encontraron investigaciones relacionadas a sistemas de disipación sísmica utilizando Aisladores de base, mucho menos Amortiguadores Viscous Wall Dampers, por lo cual resulta de gran la importancia el desarrollo de la presente investigación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistemas de protección sísmica

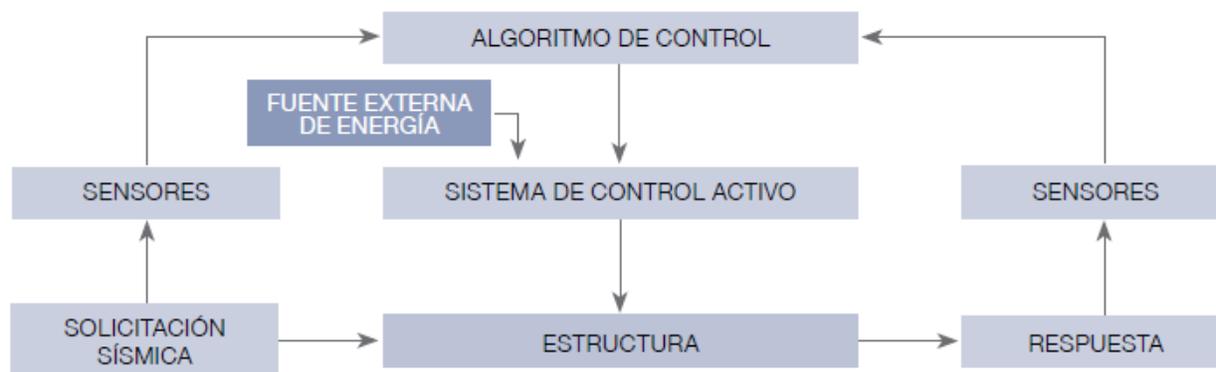
De acuerdo a Cámara Chilena de la Construcción (2011), los sistemas de protección sísmica se clasifican en:

2.2.1.1 Sistemas activos

Los sistemas activos de protección sísmica son sistemas complejos que incluyen equipos como: sensores de movimiento ubicados estratégicamente en la estructura, los cuales monitorean en tiempo real la respuesta de la estructura. Además, están compuestos por sistemas de control y procesamiento de datos (Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

Figura 3

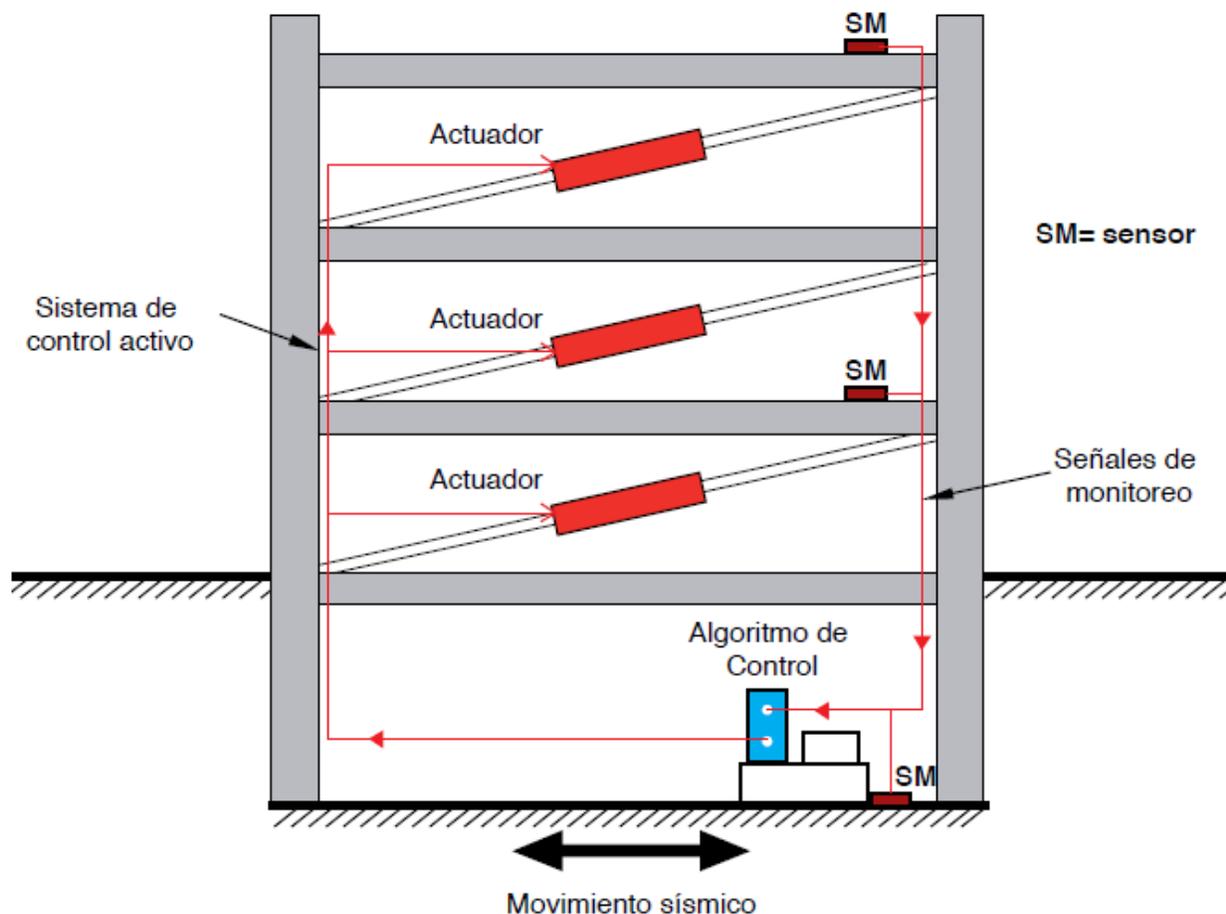
Esquema de Funcionamiento de Sistemas Activos



Fuente: extraído de la Cámara Chilena de la Construcción (2011)

Figura 4

Esquema de una estructura con Sistema Activo de Protección Sísmica



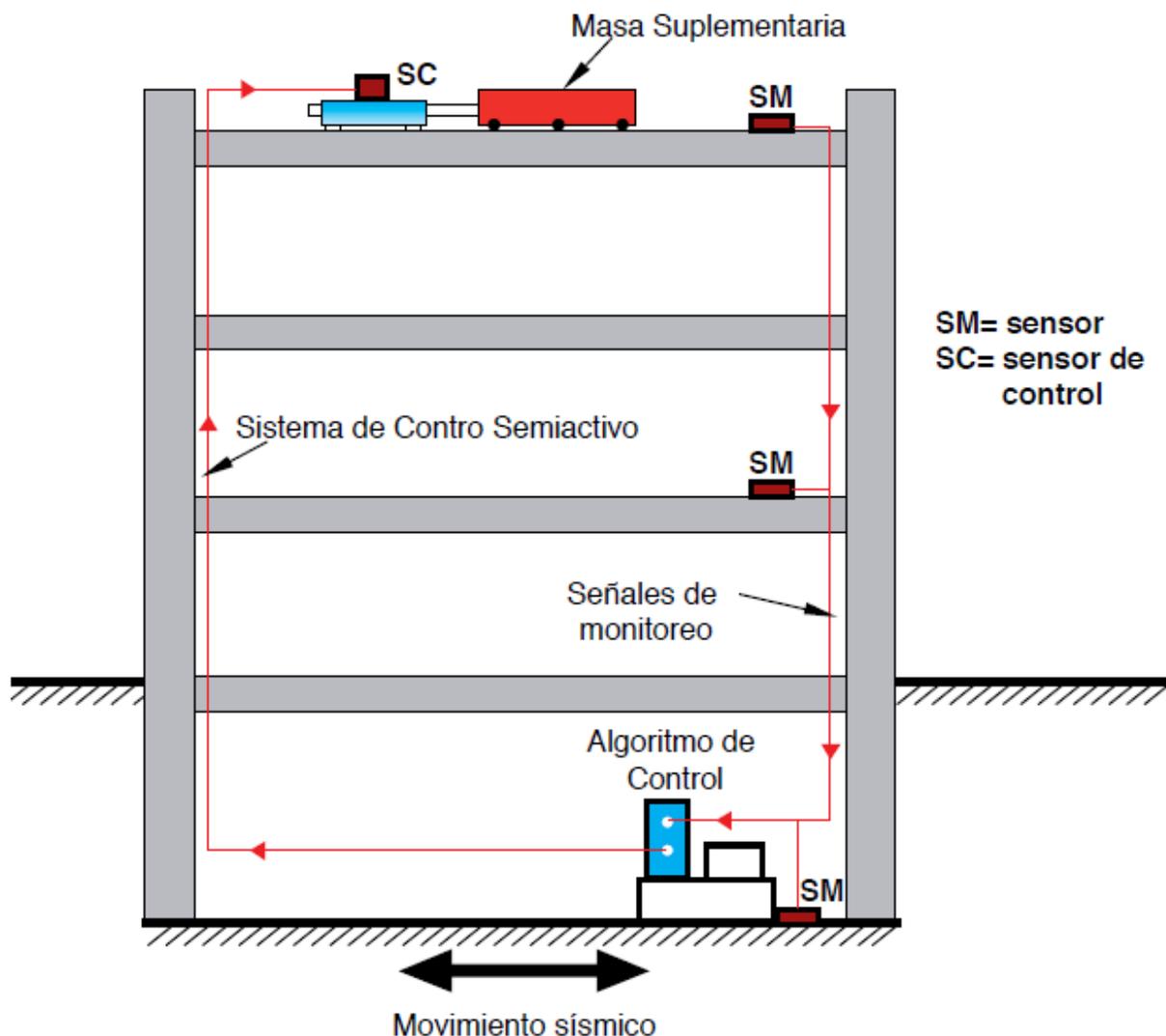
Fuente: Extraído de documento técnico de la Cámara Chilena de la Construcción (2011)

2.2.1.2 Sistemas semi-activos

De acuerdo a lo que plantea la cámara chilena de la construcción (2011), los sistemas semi-activos de protección sísmica, se caracterizan por modificar en tiempo real las propiedades de los dispositivos de protección sísmica. También utilizan mecanismos como los sensores para detectar la respuesta estructural. Ejemplo de sistemas semi-activos se tiene: amortiguadores de masa semi-activos, dispositivos de fricción con fricción controlable, etc.

Figura 5

Esquema de una estructura con Sistema Semi-Activos de Protección Sísmica



Fuente: Extraído de documento técnico de la Cámara Chilena de la Construcción (2011)

2.2.1.3 Sistemas pasivos

Según afirma la cámara chilena de la construcción (2011), los sistemas pasivos de protección sísmica, disipan la energía sísmica a través de sistemas mecánicos transformando la energía en calor. Los sistemas pasivos son los más utilizados actualmente en el mercado, razón por la cual es objeto de estudio de la presente investigación, considerando en este caso dos sistemas específicos: amortiguadores VWD y Aisladores de base.

2.2.2 Aislamiento Sísmico

Muñoz (2013), en su estudio menciona que:

“El aislamiento sísmico es una colección de elementos estructurales para aislar la superestructura del edificio del terreno y así proteger la integridad del edificio. El diseño Sismorresistente de edificios con aisladores sísmicos consiste en la modificación de las características dinámicas de la edificación, cuya flexibilidad permita reducir su demanda sísmica”

2.2.3 Amortiguador sísmico

Shanmuga et al (2014), menciona que, la introducción de estos dispositivos proporciona amortiguación a los elementos estructurales y hace que sea mínima la transmisión de los movimientos dañinos del suelo. Pero se debe entender que, estos dispositivos no liberan a la estructura de la transferencia de fuerzas sísmicas, sino atenúan sus efectos.

2.2.3.1 Tipología de Amortiguadores Sísmicos

2.2.3.1.1 Amortiguadores Metálicos

El grado de disipación de este tipo de dispositivos está relacionado con la “fluencia de los metales que los conforman, sometidos a esfuerzos de flexión, torsión, corte o una combinación entre estas” (Cámara Chilena de la Construcción, 2011)

2.2.3.1.2 Amortiguadores Friccionales

“Este tipo de amortiguador consta de varias placas de acero, los cuales hacen contacto unas contra otras en direcciones opuestas, de esa manera produciendo fricción entre sus partes y así disipando energía”. Si ante la sollicitación sísmica no se alcanza un determinado nivel de carga de diseño, estos dispositivos se mantienen inactivos.

“El principal inconveniente en estos dispositivos es la incertidumbre en su activación, ya que trabajan con las deformaciones que se producen en la estructura” (Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

2.2.3.1.3 Amortiguadores de fluido viscoso

Javier (2021), menciona que este tipo de amortiguadores contiene fluidos de alta viscosidad, que son resistentes al fuego y no son inflamables; los cuales pueden ser aceites, siliconas entre otros. Además, menciona que la disipación de energía sísmica se produce al forzar el paso de estos fluidos a través de los orificios. Un tipo de este amortiguador son los muros de fluido viscoso, o por sus siglas en Inglés Viscous Wall Dampers (VWD), que es objeto de estudio en la presente tesis.

Amortiguadores Viscous Wall Dampers (VWD)

Según Estuardi et al. (2008), son disipadores viscosos que están compuestos por un recipiente inferior que contiene al fluido de alta viscosidad y por un cuerpo superior que se encuentra sumergido en el fluido sin ningún contacto metálico.

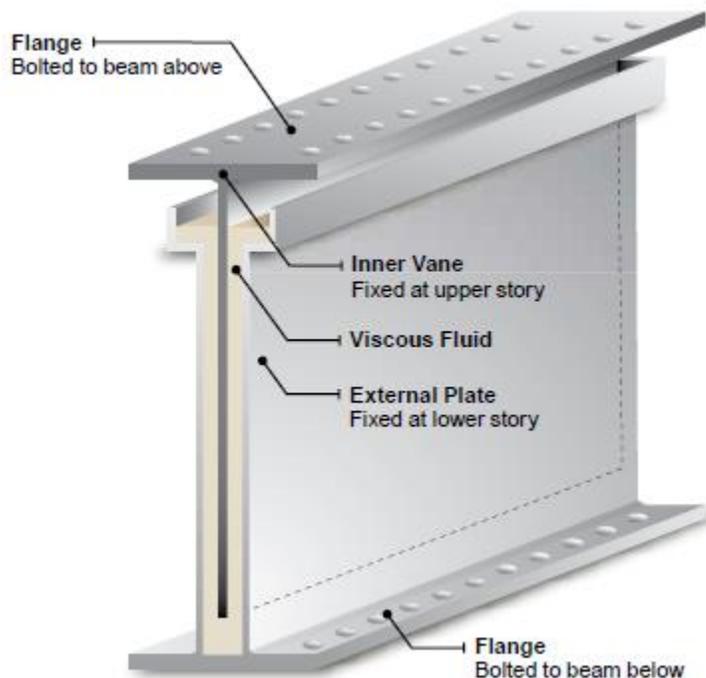
Tipos de amortiguadores VWD

a) Single Vane

Se visualiza en la figura 3, se caracteriza por tener un solo recipiente inferior y por tanto también un solo muro remo.

Figura 6

Viscous Wall Dampers - Single Vane



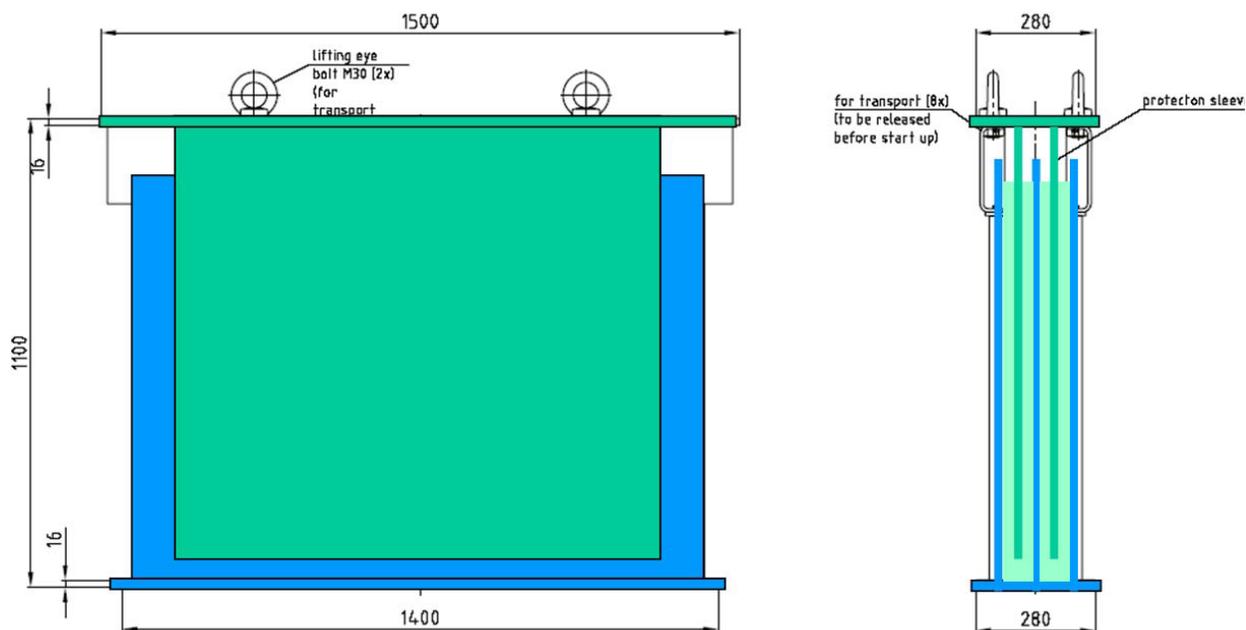
Fuente: Manual Viscous Wall Dampers guidelines for modeling – DIS.

b) Double Vane

Se visualiza en la figura 4, se caracteriza por tener dos recipientes inferiores y por tanto también dos muros remos.

Figura 7

Esquema del Amortiguador VWD - Double Vane



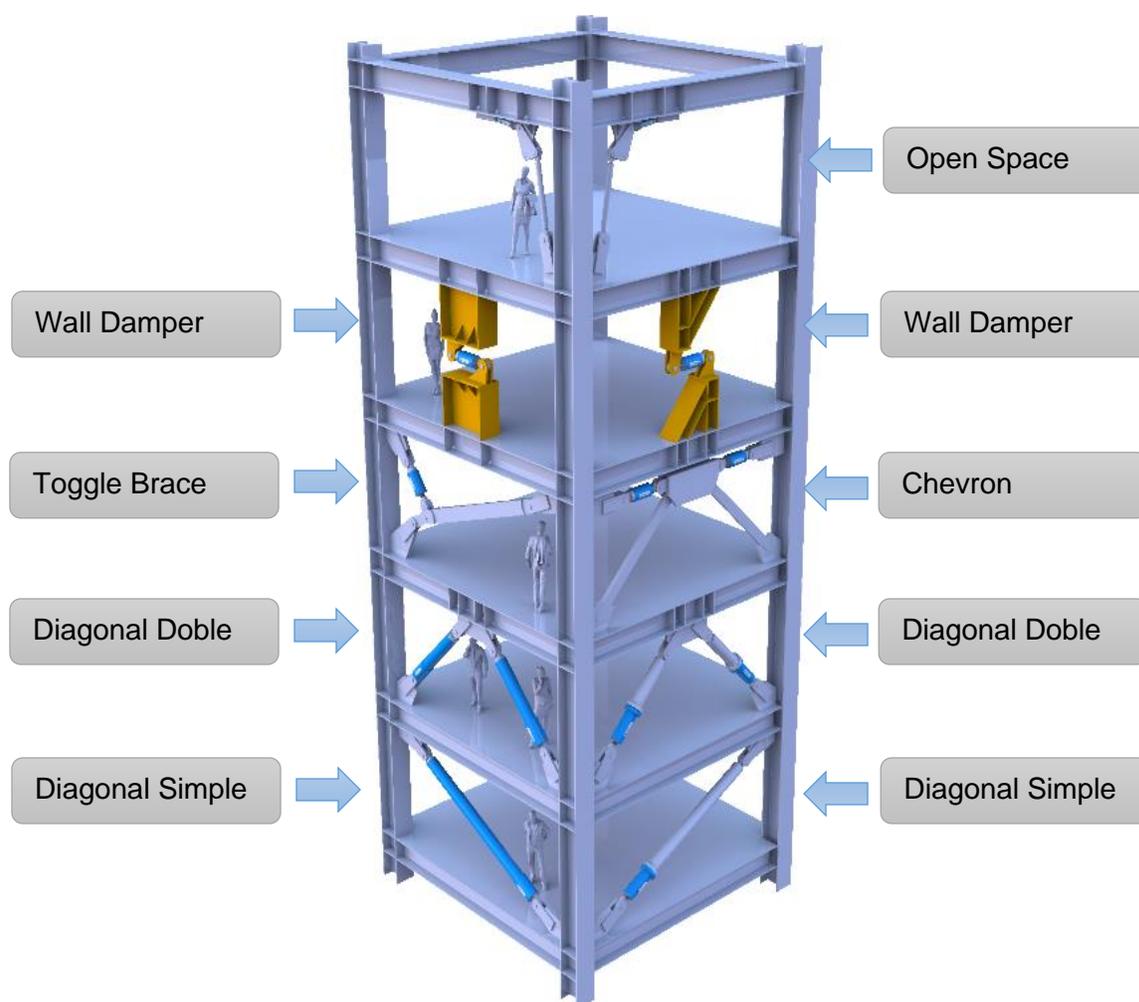
Fuente: Asociación Argentina de Mecánica Computacional (2008)

Disposición de amortiguadores

De acuerdo al manual de Taylor Devices Inc, existe una gran variedad de disposiciones de acuerdo al tipo de amortiguador, pero el principio de funcionamiento es único que consiste en conectar las masas en movimiento con los amortiguadores, de modo que, durante un sismo los movimientos son absorbidos por los dispositivos.

Figura 8

Tipos de disposición de Amortiguadores



Nota: Adaptado de la diapositiva de Saing Consulting.

En nuestro caso de estudio, se utilizó la disposición Wall Damper, donde el dispositivo funciona horizontalmente, lo cual simula el correctamente el funcionamiento de los amortiguadores VWD.

2.2.4 Aislador

Según la Norma Técnica E.031 es el “elemento estructural del sistema de aislamiento sísmico que es verticalmente rígido y horizontalmente flexible, y que permite grandes deformaciones laterales bajo sollicitaciones sísmicas”.

2.2.4.1 Tipología de Aisladores Sísmicos

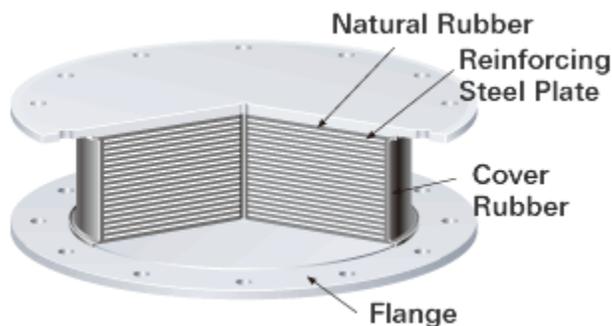
2.2.4.1.1 Aislador Elastoméricos Convencional

De acuerdo a lo expuesto por Muñoz (2013):

Estos aisladores son apoyos elastoméricos laminados, intercalando un conjunto de láminas de goma con delgadas placas de acero, las cuales están unidas por un proceso de vulcanización a manera de un sándwich. La característica general de este sistema, es el de entregar una alta rigidez vertical para soportar las cargas de la edificación y una rigidez lateral baja, para permitir el desplazamiento de la superestructura ante eventos sísmicos. Los aisladores elastoméricos laminados cuentan en sus extremos superior e inferior con dos placas de acero con las cuales se conecta a la superestructura en su parte superior y a la fundación en su parte inferior”. (p. 11)

Figura 9

Esquema del Aislador Elastomérico Convencional (RB)



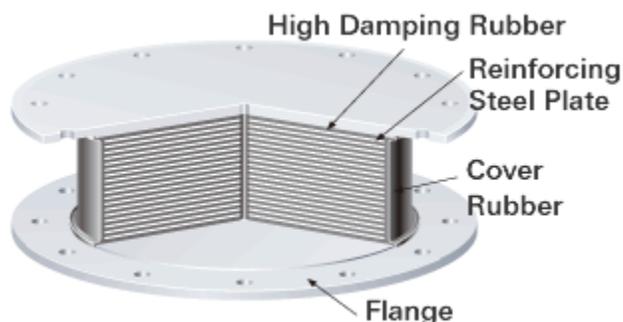
2.2.4.1.2 Aislador Elastoméricos de Alto Amortiguamiento (HDR)

En la base teórica de su tesis Muñoz (2013) menciona que:

Es denominado HDR por sus siglas en inglés “High Damping Rubber.” Tiene la misma disposición ya mencionada con láminas de goma y acero; pero en este caso, a manera de un sándwich. Se utiliza una goma que, además de entregar la flexibilidad y rigidez requerida, se diferencia de los elastómeros comunes por que posee un alto amortiguamiento, logrado a través de agregar sustancias químicas al compuesto. Estos dispositivos han sido usados e instalados en una gran variedad de edificios en Japón, los Estados Unidos, e Italia (p.13).

Figura 10

Esquema del Aislador Elastomérico de Alto Amortiguamiento (HDR)



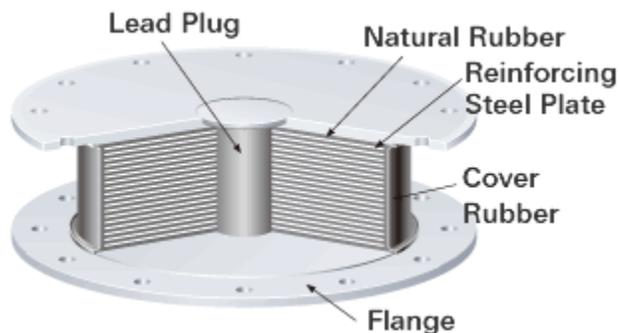
2.2.4.1.3 Aislador Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB)

Muñoz (2013) menciona:

Denominado LRB por sus siglas en inglés “Lead Rubber Bearing”. Los aisladores con núcleo de plomo son de naturaleza similar al LDR; pero estos tienen uno o más orificios circulares en donde se introducen barras de plomo con la finalidad de entregar mayor amortiguación al sistema de aislación. Por lo general, el sistema cuenta con un solo núcleo de plomo inserto en el centro del aislador. (p. 13)

Figura 11

Esquema del Aislador Elastomérico con Núcleo de Plomo (LRB)



2.2.4.1.4 Aislador de Péndulo Friccional (FPS)

Muñoz (2013) menciona que:

Denominado FPS por sus siglas en inglés “Friction Pendular System”, es un dispositivo que consigue el efecto de aislación a través de un mecanismo deslizante unido a un efecto pendular. El FPS, consiste en un deslizador articulado (Slider) que se mueve

sobre una superficie de acero inoxidable, que tiene la característica de ser esférica cóncava, ante un movimiento sísmico se producirá un desplazamiento del “slider” a lo largo de esta superficie, disipando energía por fricción y a la vez, como el desplazamiento se produce sobre una superficie curva, hace que la misma carga vertical genere una componente tangencial que es la responsable de centrar el sistema.
(p. 14)

Tipos de aisladores de péndulo friccional

Se clasifican de acuerdo a la cantidad de capas de deslizamiento:

- a) Single Friction Pendulum
- b) Double Friction Pendulum
- c) Single Friction Pendulum

Figura 12

Esquema del Aislador Tipo Single Friction Pendulum

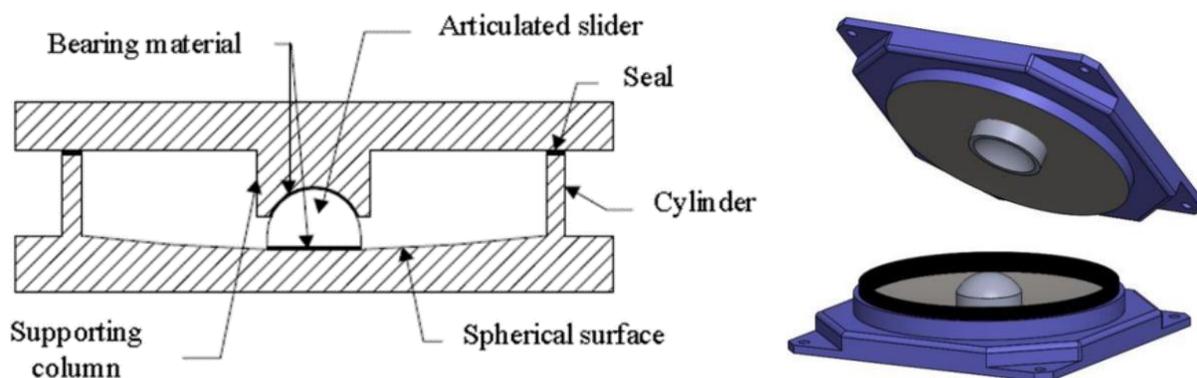


Figura 13

Esquema del Aislador Tipo Double Friction Pendulum

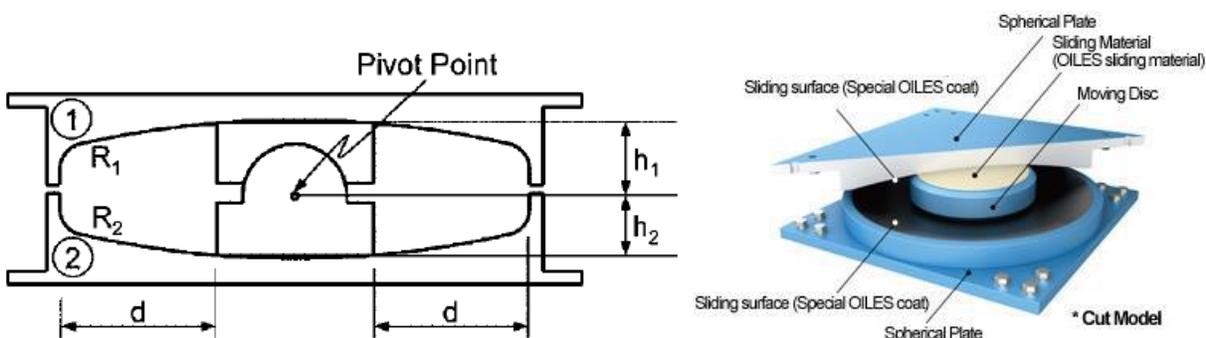
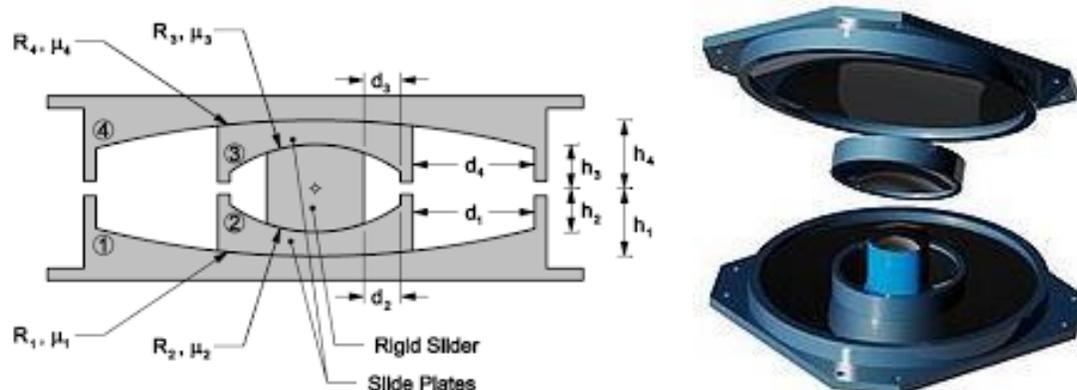


Figura 14

Esquema del Aislador Tipo Triple Friction Pendulum



2.2.5 Sistema Convencional

En la presente investigación, el sistema convencional se refiere al diseño basado en la norma técnica E.030, es decir, sin el uso de dispositivos de protección sísmica. El sistema estructural considerado de acuerdo a la altura de la edificación, es dual; donde las fuerzas sísmicas son resistidas por pórticos y muros estructurales.

2.2.6 Análisis Sísmico

Los análisis sísmicos permitidos por la norma E.030 de diseño sismorresistente, son:

2.2.6.1 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

De acuerdo a la norma técnica E.031 de Aislamiento sísmico, se puede utilizar este método para el diseño de la estructura sísmicamente aislada, siempre que se cumplan las consideraciones establecidas desde el Art. 17.1 al Art. 17.2.

2.2.6.2 Análisis Dinámico Modal Espectral

Se permite el uso de este método para el diseño de estructuras aisladas, si se cumplen con los criterios establecidos desde el numeral 17.1 al numeral 17.6 de la norma técnica E.031.

2.2.6.3 Análisis Dinámico Tiempo – Historia

Según la norma técnica E.031, se permite el análisis dinámico tiempo - historia para el diseño de cualquier estructura aislada sísmicamente y debe ser necesariamente desarrollado para el diseño de todas las estructuras sísmicamente aisladas que no cumplan con el numeral 18.1 del artículo 18 de la norma en mención.

2.2.7 Costo de la implementación de los amortiguadores VWD y Aisladores de base

Los costos de la implementación, se definen como la cuantificación económica de partidas de la especialidad de estructuras y el costo de los dispositivos utilizados.

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

Amortiguamiento Efectivo

De acuerdo con la norma técnica E.031 (p.9), se refiere al valor del amortiguamiento viscoso equivalente que corresponde a la energía disipada en la respuesta cíclica del aislamiento sísmico, expresado como fracción de amortiguamiento crítico.

Desplazamiento Traslacional

La norma técnica E.031 (p.9) , lo define como el desplazamiento lateral máximo en el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico en la dirección analizada, sin tomar en cuenta el desplazamiento adicional que se genera por la torsión natural y accidental.

Desplazamiento Total

Según la norma técnica E.031 (p.9), se define como el desplazamiento total incluyendo el desplazamiento generado por el efecto de torsión natural y accidental.

Edificaciones Sísmicamente Aisladas

La norma técnica E.031 (p.9), hace referencia a las edificaciones que cuentan con un sistema de aislamiento sísmico. Cuya función es desacoplar la subestructura de la superestructura y así disipar la energía sísmica de forma pasiva.

Nivel de Base

Según la norma técnica E.031 (p.9), se define como el primer nivel de una estructura aislada que se encuentra por encima de la interfaz de aislamiento, el cual está compuesto de vigas, losas, capiteles y todos los elementos de conexión.

Rigidez Efectiva

De acuerdo con la norma técnica E.031 (p.10), la define como el valor de la fuerza lateral en el sistema de aislamiento sísmico o parte de él, dividido entre el correspondiente desplazamiento lateral.

Sismo Máximo Considerado (SMC)

Según la norma técnica E.031 (p.10), es definido como el sismo cuyo efecto sísmico se define como 1.5 veces el sismo de diseño especificado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Deriva de Entrepiso (drift)

Trujillo (2021) menciona que “es el desplazamiento horizontal relativo entre la altura de entrepiso que se generan debido a las fuerzas laterales (como la fuerza sísmica).”

Aceleración de Entrepiso

Según define como la aceleración de cada nivel en la estructura generada por la fuerza sísmica.

Amortiguamiento

Según Lema (2013), se define como una característica estructural que es generado por las fricciones interna de los elementos, apoyos, elementos no estructurales, etc. Y que sirven para disipar la energía.

Costo del Proyecto

Hace referencia al valor económico de un proyecto, las diferentes especialidades que lo componen y que incluyen mano de obra, equipos, maquinarias y los materiales utilizados.

2.4 Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas

De acuerdo con lo que plantea Guadarrama (2004), la investigación científica se considera como un proceso de ejercicio del pensamiento humano, que implica la descripción de una porción de la realidad que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las particularidades de su desarrollo, la aproximación predictiva del desenvolvimiento de los fenómenos estudiados, la valoración de las implicaciones ontológicas de los mismos, así también la justificación o no de su análisis (p.2).

En correspondencia a lo que expresa este autor, la investigación se convierte sin duda, en una actividad que permite la construcción de una nueva realidad que no tenía existencia propiamente dicha. En este particular, a nivel local no se encontraron antecedentes sobre este tipo de estudio. Por tal motivo, para iniciar la labor investigativa, es importante reconocer algunas premisas filosóficas y epistemológicas que facilitan la justa comprensión del método que se utiliza para el estudio.

De esta manera, se tiene que, “la filosofía y la ciencia son actividades que sólo se pueden desarrollar a través de la acción de la investigación” (Guadarrama, 2004, p.3), en este caso, se pretende a través de un estudio poder determinar la influencia en la respuesta estructural y en el costo del proyecto utilizando 03 sistemas estructurales. Esto incluye, la exploración del objeto en cuestión, la búsqueda de datos, de información, en si supone una indagación de sus particularidades y causas que lo producen, proyectando además sus posibles alternativas de solución.

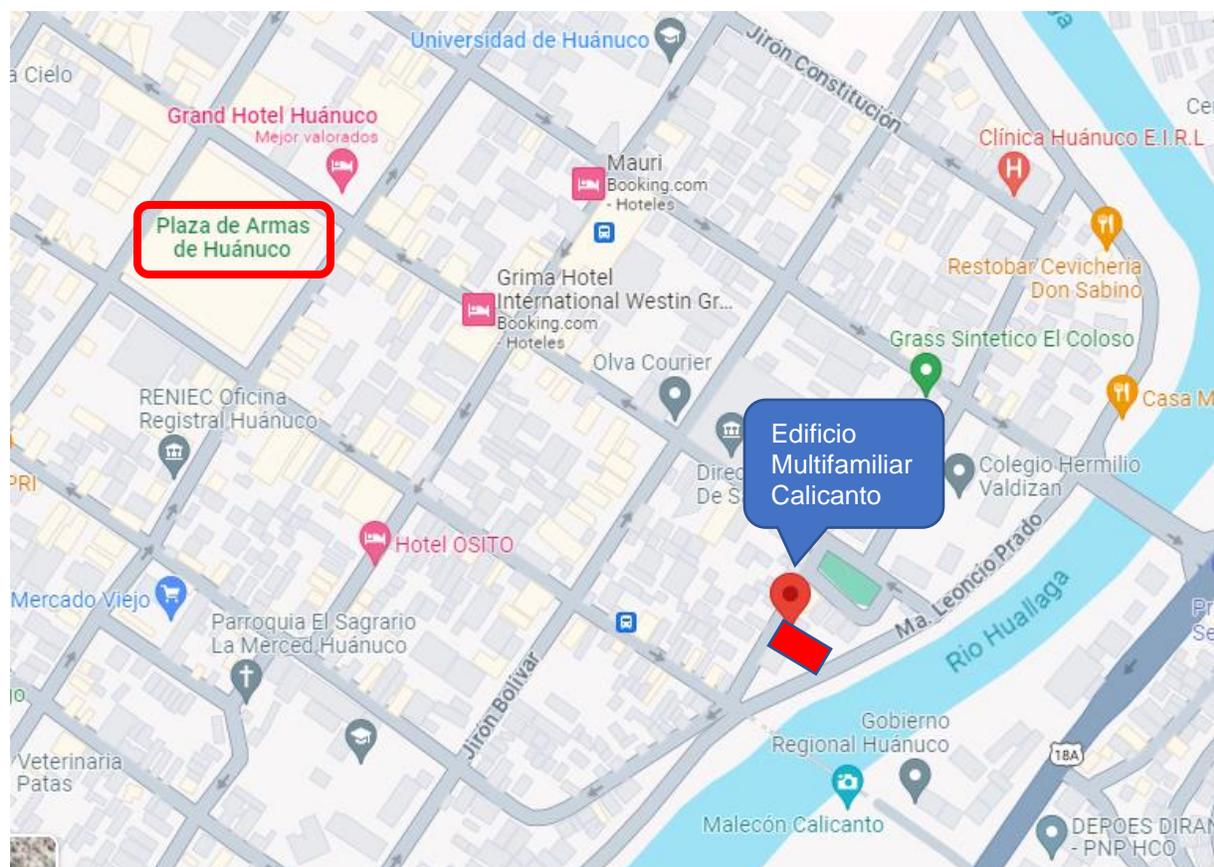
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ámbito

El ámbito político de la presente investigación, es el distrito de Huánuco, provincia y región del mismo nombre. El ámbito temporal corresponde al año 2022 y el ámbito geográfico es el Jr. San Cristóbal 240 o Malecón Leoncio Prado 951 C.U. Cuyas coordenadas UTM son: 364,455.99E y 8901870.70N.

Figura 15

Ubicación geográfica del ámbito de estudio



Nota: Fuente Google maps.

3.2 Población

Según García Ramírez (2019), afirma “la población es un conjunto total (individuos, elementos, tipos, etc.) que poseen características determinadas en un lugar y momento determinado” (p.80).

La población en este caso, son los edificios con sistemas de protección sísmica de la ciudad de Huánuco.

3.3 Muestra

Hernández et al. (2014) afirma “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (p.173).

El tipo de muestreo utilizado en la presente investigación, es el muestreo no probabilístico intencional o por criterio, acerca de lo cual Vara Horna (2010) Afirma “Este muestreo no se basa en el principio de la equi-probabilidad. Son técnicas que siguen otros criterios de selección (conocimientos del investigador, economía, comodidad, alcance, etc.); procurando que la muestra obtenida sea lo más representativa posible” (p.225).

El muestreo fue del tipo no probabilístico, ya que su elección se debió a los criterios como: limitación económica, disponibilidad de tiempo, acceso a la información del proyecto.

La muestra de la investigación es el edificio multifamiliar Calicanto.

3.4 Nivel y tipo de estudio

3.4.1 Nivel de investigación

Hernández et al (2014), afirma respecto a estudios correlacionales que “este tipo de estudios tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.93).

La presente investigación es de un nivel correlacional, ya que se pretende obtener la respuesta estructural y el costo para cada sistema estructural, que son: amortiguador Viscous Wall Dampers, los aisladores de base y el sistema convencional para determinar las ventajas y desventajas de cada sistema analizado para conocer la viabilidad de su aplicación en proyectos futuros.

3.4.2 Tipo de investigación

Teniendo en cuenta el fin que se persigue con esta investigación es del tipo aplicada, ya que hace uso de la teoría existente para analizar un caso particular, también se pretende implementar nuevas alternativas en la norma técnica peruana E.031, como el Aislamiento sísmico para su uso normado en futuros proyectos afines.

El autor afirma que; “el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández et al, 2014, p. 4)

La presente investigación es del tipo cuantitativo, ya que los datos de análisis serán numéricos y obtenidos de una hoja de cálculo y del software ETABS. La recolección de datos para probar las hipótesis se basa en la medición de indicadores, y estas se representan mediante números.

3.5 Diseño de investigación

Según Hernández et al. (2014), afirma “el diseño es el plan o estrategia para obtener información que se requiera en una investigación y responder al planteamiento” (p.128).

Además, Hernández et al. (2014), señala con respecto al diseño no experimental que, “son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (p.152).

El diseño de la presente investigación se considera no experimental, ya que no se manipula la variable independiente, es decir se recolecta los resultados de cada caso de análisis para posteriormente realizar un análisis comparativo técnico – económico.

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

De acuerdo a los objetivos y el diseño de la investigación el método es deductivo, ya que se trata de una investigación cuantitativa. La técnica es de observación documental retrospectiva, que consiste en la revisión de la información existente como: memoria descriptiva, planos, especificaciones técnicas. Los instrumentos de recolección de datos son de recojo, es decir son formularios la verificación de la información requerida. En el anexo N° 07 se adjunta un detallado de los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para el cálculo de los indicadores como: derivas de entrepiso, aceleración de entrepiso, peso sísmico, energía sísmica disipada y costo del proyecto.

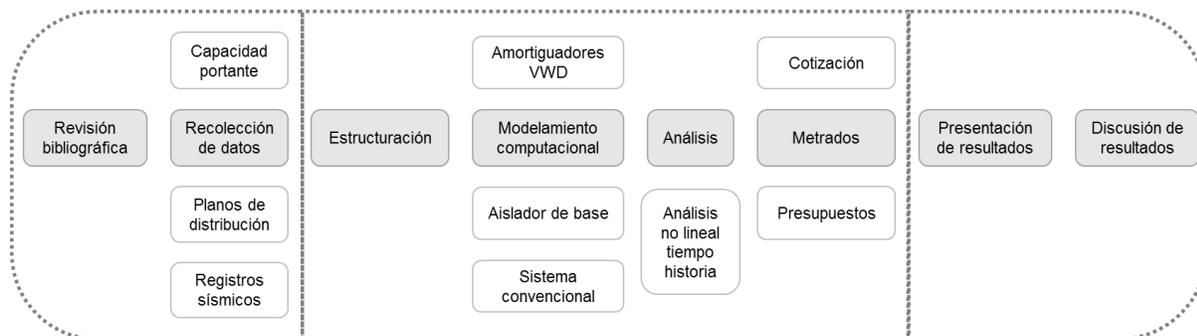
3.7 Validación y Confiabilidad del Instrumento

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos y procesamiento son programas comerciales como: Sismosignal, Seismomatch, ETABS, Revit, AutoCAD, Mathcad prime, Excel, Word, Delphin Express. No se cuenta con un instrumento propio del autor por lo cual no se adjunta una validación del instrumento.

3.8 Procedimiento

Figura 16

Procedimiento de desarrollo de la tesis



Nota: El gráfico muestra los pasos a seguidos en el desarrollo de la presente investigación, lo cual se divide en tres partes: 1) Recolección de datos, 2) Procesamiento de la información y 3) Presentación y discusión de resultados. Elaboración propia.

3.9 Tabulación y Análisis de Datos

Para el análisis y tabulación de datos se utilizará las hojas de cálculo tipo mathcad prime, el software Etabs v.20 y el software Delphin Express v22.

3.10 Consideraciones Éticas

Con respecto a la información requerida para la investigación, se establece bajo el compromiso y el criterio de respeto a la veracidad de los datos, resultados y la confiabilidad del procesamiento de la información; así como también el respeto a la propiedad intelectual en lo referente a las citas de autor reflejadas en el cuerpo del trabajo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la Edificación

Se realizó el análisis y diseño de un edificio multifamiliar de 12 pisos, ubicada en la ciudad de Huánuco – Perú.

4.2 Metrados de Cargas

Para el análisis de la estructura se utilizaron las cargas que se muestran en la tabla N° 02, basado en la NTE E.020 de cargas. Se considera el peso volumétrico del concreto 2400 kg/m³ y una resistencia a compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² para determinar las cargas muertas de las losas macizas.

Tabla 2

Cargas aplicadas a la estructura

DESCRIPCIÓN	CARGA	UNIDAD	OBSERVACION
CM _{PT}	100	kg/m ²	Carga muerta de piso terminado e=5cm
CM _{PP20}	480	kg/m ²	Carga muerta por peso propio de la losa maciza e=20 cm
CM _{PP25}	600	kg/m ²	Carga muerta por peso propio de la losa maciza e=25 cm
CM _{LA20}	300	kg/m ²	Carga muerta por peso propio de losa aligerada e=20 cm
CV	200	kg/m ²	Corredores y escaleras para viviendas
CV _{GARAJES}	250	kg/m ²	Parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor a 2.40m
CV _{AZOTEA}	100	kg/m ²	Azotea
CV _{AC}	400	kg/m ²	Se considera para área comunes como corredor y escaleras
Carga de Tabiquería	150	kg/m ²	Calculado por Metrados reales

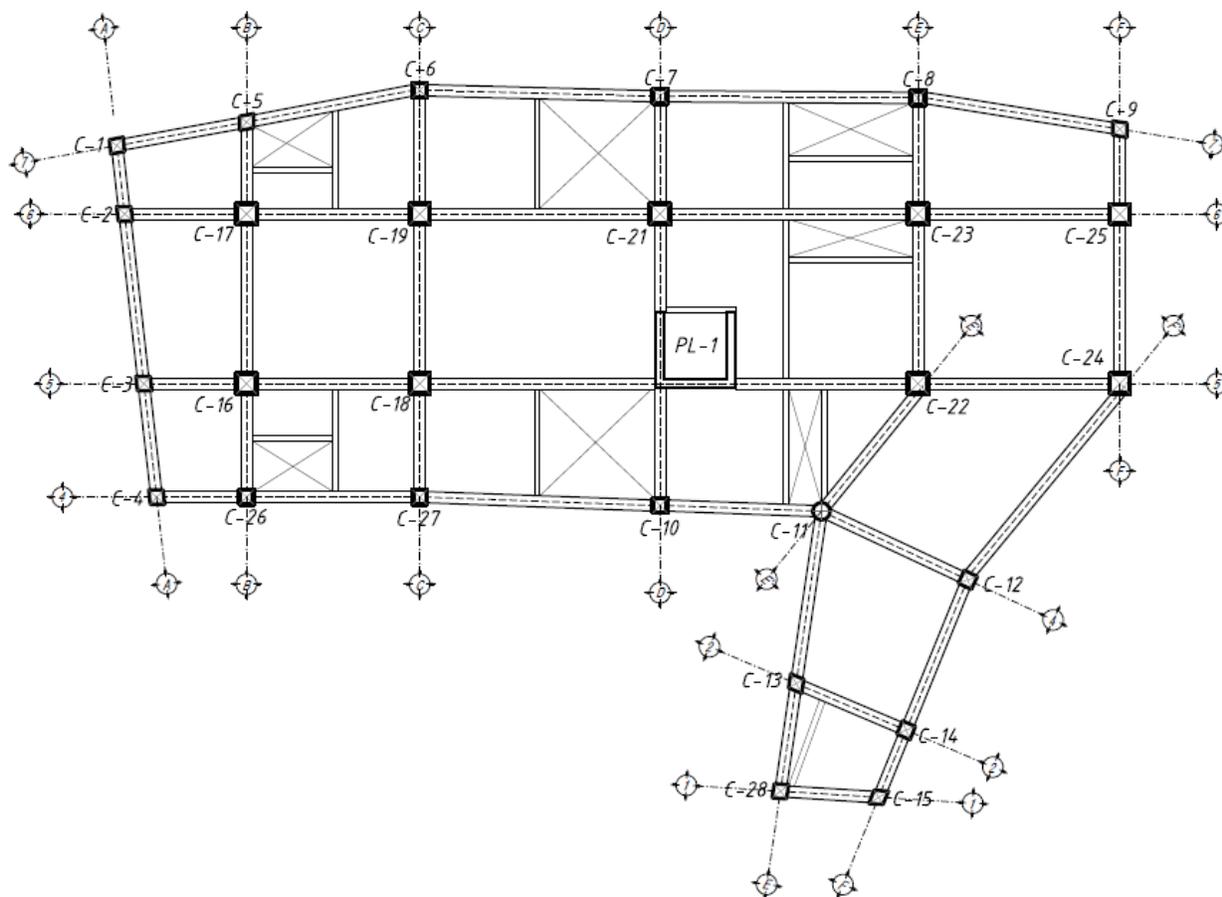
Nota: En la tabla N° 02 se visualiza las cargas unitarias utilizadas en el modelado de la estructura, entre ellas se tiene cargas vivas y muertas.

4.3 Estructuración

En la estructuración se define el sistema estructural dual, ya que se plantea la combinación de pórticos y muros de concreto armado (en la caja del ascensor) en ambas direcciones. Se tomó como referencia Blanco Blasco (1994)

Figura 17

Plano de estructuración del edificio



4.4 Predimensionamiento de la Superestructura

Se realizó el predimensionamiento de acuerdo a las recomendaciones Oviedo (2016) y lo establecido en acápite 9.6. Control de deflexiones de la NTE E.060 concreto armado.

4.4.1 Predimensionamiento de Vigas

Se consideró la luz libre máxima 8.45 metros entre caras de columnas, con lo cual utilizando la formula resulta un peralte de 0.70 m y la base 0.35 m, posterior al análisis por requisitos de rigidez se determinó para las vigas principales VP40x70 y vigas secundarias VS40x60.

$$H = \frac{L_{\text{máx}}}{10 - 11 - 12}$$

$$B = \frac{H}{3 - 2}$$

4.4.2 Predimensionamiento de Columnas

Previamente se realizó los Metrados de cargas muertas y vivas para una columna central que tiene un área tributaria se $A_t = 40.43 \text{ m}^2$, los cuales se detallan en los siguientes cuadros:

Descripción	# Pisos	Area (m2)	Longitud (m)	Peso (kg/m2)	Peso (tn)
P _{aligerado 1D} =	11	40.43		300	133.42
P _{acabados} =	11	40.43		100	44.47
P _{tabiques} =	11	40.43		150	66.71
P _{tabique_Azotea} =	1	40.43		50	2.02
Vigas en X	11	0.245	7.72	2400	49.93
Vigas en Y	1	0.245	4.66	2400	2.74
Columna 60x60	11	0.36	3.15	2400	29.94
Metrados totales de cargas muertas para columna central (tonf)					329.24

Nota: En la tabla se muestra el cálculo de la carga muerta para la columna central.

Descripción	# Pisos	Area (m2)	Longitud (m)	Peso (kg/m2)	Peso (tn)
SC _{Losa típica} =	11	40.43		200	88.95
SC _{azotea} =	1	40.43		100	4.04
Metrados totales de cargas vivas para columna central (tonf)					92.99

Nota: En la tabla se muestra el cálculo de la carga viva para la columna central.

Con las cargas calculadas se determinó la carga de servicio (CM+CV) 422.23 tonf y las cargas ultimas (1.4CM+1.7CV) 619.02 tonf. Se utilizó la siguiente formula:

$$A = \frac{P_{sev}}{0.45 * f'_c}$$

Se determinó un área requerida de 3351.02 cm², la sección asumida inicialmente fue 60x60 cm, posterior al análisis y por requerimiento de rigidez se utilizó las siguientes secciones: Columnas centrales 70x70 cm, Columnas perimetrales y esquineras 50x50 cm.

4.4.3 **Predimensionamiento de Losa Aligerada Unidireccional**

Se consideró losas aligeradas unidireccionales en paños completos, es decir donde no se presenta ductos con el objetivo de aligerar el peso de la estructura y se consideró la dirección de techado en el lado más corto (eje Y), utilizando la siguiente formula se calculó el peralte de la losa 20 cm.

$$e = \frac{L_{\text{máx}}}{25 - 30}$$

4.4.4 **Predimensionamiento de Losa Maciza**

Se planteó utilizar losas macizas en los siguientes casos: paños donde se tienen ductos de iluminación, ductos de ascensor y en los servicios higiénicos, ya que se tienen una gran congestión de tuberías de instalaciones sanitarias. Utilizando la siguiente formula, se determinó un peralte de 15 cm, pero de forma conservadora se optó por utilizar un peralte de 20 cm.

$$e = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

4.5 **Predimensionamiento de Subestructura**

Se realizó el predimensionamiento de acuerdo a las recomendaciones Acuña et al (2022).

4.5.1 **Predimensionamiento de Vigas de Aislamiento**

Se consideró la misma luz libre máxima 8.45 metros, con lo cual utilizando la formula resulta un peralte de 1.00 m y la base 0.50 m.

$$H = \frac{L_{\text{máx}}}{7 - 8}$$

4.5.2 **Predimensionamiento de Capiteles y Pedestales**

Para el predimensionamiento de estos elementos se asume el valor de 1.00 m para el lado de la plancha de los aisladores de base de forma preliminar y utilizando la siguiente formula y asumiendo un valor ligeramente superior se obtiene los siguientes valores como lados de los elementos: capitel 140x140 cm y pedestal 140x140 cm.

$$L_{\text{cap}} = L_{\text{ais}} + 30\text{cm}$$

La altura de los capiteles, se asume 10 cm superior a las vigas de aislamiento, es decir $h = 110$ cm, los pedestales pueden variar de altura dependiendo del semisótano, piso técnico, aisladores o deslizadores, ya que estos ayudan a nivelar los cambios de altura, en este caso el

proyecto tiene un piso técnico ya que se encuentra aislado desde el sótano, por lo tanto, se asume un valor similar al peralte del capitel.

4.5.3 Predimensionamiento de Losa Aislamiento

La losa de aislamiento se predimensiona con la misma fórmula de la losa maciza común, pero de forma conservadora se tomará un peralte superior que la losa maciza de los pisos típicos, con lo cual resulta $h=25$ cm.

4.5.4 Predimensionamiento de Platea de Cimentación

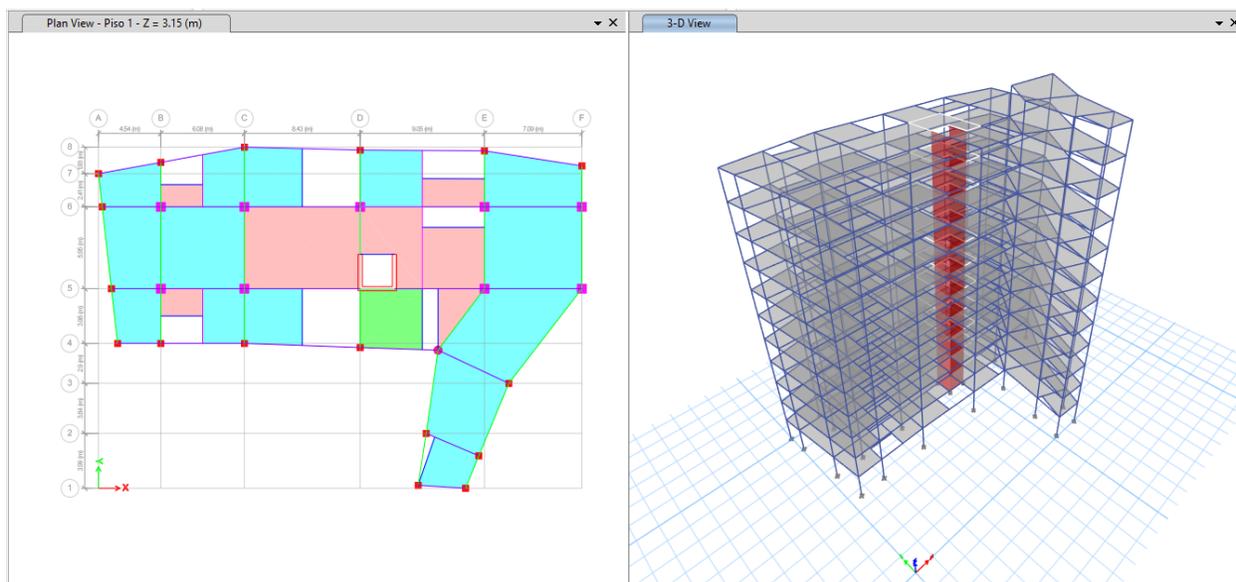
Se considera un peralte aproximado de 10 cm por piso, en este caso se considera un peralte preliminar de $h = 100$ cm.

4.6 Sistema Convencional

La nueva propuesta estructural tiene pórticos y placas de concreto armado en ambas direcciones, el diafragma rígido está compuesto de losas macizas y aligeradas unidireccionales considerando la dirección de techado al eje Y. La cimentación planteada, es una platea de cimentación por la superposición de zapatas aisladas y la irregularidad de zapatas combinadas.

Figura 18

Modelo estructural del edificio en el programa ETABS



Nota: Se visualiza el modelo del edificio multifamiliar Calicanto para el sistema convencional.

4.6.1 Análisis Sísmico

La ciudad de Huánuco, se encuentra ubicada en la zona sísmica 2 y de acuerdo al estudio de mecánica de suelos la estructura se encuentra cimentada en un perfil de suelo S2, con estos datos se extrae los siguientes parámetros de la NTE E.030 diseño sismorresistente (2018).

Tabla 3

Parámetros sísmicos utilizados para la creación del espectro de pseudoaceleraciones

Parámetros		Nomenclatura	Factor
Factor de zona		Zona 2	0.25
Parámetros de sitio	Tipo de perfil	S2	1.20
		T_P (s)	0.60
		T_L (s)	2.00
Categoría de la edificación	C	U	1.00
Coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica			
	Dual	R_{0X}	7
	Dual	R_{0Y}	7
Irregularidad en altura		I_{ax}	1
		I_{ay}	1
Irregularidad en planta		I_{px}	0.85
		I_{py}	0.85
Restricciones de irregularidad	C - Zona 2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total	
Sistemas de transferencia			
En zonas sísmicas 4,3 y 2 no se permiten estructuras con sistemas de transferencia en los que más del 25% de las cargas de gravedad o de las cargas sísmicas en cualquier nivel sean soportadas por elementos verticales que no son continuos hasta la cimentación.			
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas		R_X	5.95
		R_Y	5.95

NOTA: Estos parámetros se encuentran establecidos en la norma E.030.

Para determinar el sistema estructural, se realizó un análisis dinámico y se determinó el porcentaje de fuerza cortante que toman las columnas y muros resultando el sistema dual ($R=7$). Además, se determinó los factores de irregularidad en planta ($I_{px} = I_{py} = 0.85$) y altura ($I_{ax} = I_{ay} = 1$) de acuerdo al Artículo 20 de la norma NTE E.030.

Tabla 4

Fuerza cortante en columnas y placas en las direcciones X e Y

Elemento	V2 (tonf)	%VT	V3 (tonf)	%VT
V _{COLUMNAS}	179.76	50%	192.03	53%
V _{PLACAS}	178.18	50%	168.09	47%
Total	357.94	100%	360.12	100%

Nota: En la tabla N° 4, se visualiza las cortantes que toman las columnas y las placas.

Con estos valores, se determinaron los espectros de pseudoaceleraciones para cada dirección y se realizó el análisis modal espectral. Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5

Modos, periodos y masas participantes

Modo	Periodo (sec)	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
1	1.344	40.17%	20.29%	40.17%	20.29%	18.49%
2	1.236	33.42%	40.00%	73.58%	60.28%	3.62%
3	1.111	4.00%	17.19%	77.58%	77.48%	57.97%
4	0.424	5.08%	2.88%	82.66%	80.36%	3.60%
5	0.376	6.30%	6.13%	88.96%	86.48%	0.55%
6	0.352	1.27%	3.49%	90.23%	89.97%	7.62%
7	0.232	1.46%	0.87%	91.69%	90.85%	1.47%
8	0.197	2.38%	1.90%	94.07%	92.75%	0.16%
9	0.191	0.55%	1.36%	94.62%	94.11%	1.89%
10	0.157	0.54%	0.53%	95.16%	94.64%	0.75%
11	0.133	0.19%	0.20%	95.36%	94.84%	0.92%
12	0.131	1.25%	0.67%	96.61%	95.51%	0.00%

Nota: En la tabla N° 5, se visualiza los 12 primeros modos de vibración, los periodos para cada modo y los porcentajes de masa participativa para cada modo en las direcciones X e Y.

Tabla 6

Distorsión de entrepiso en la dirección X

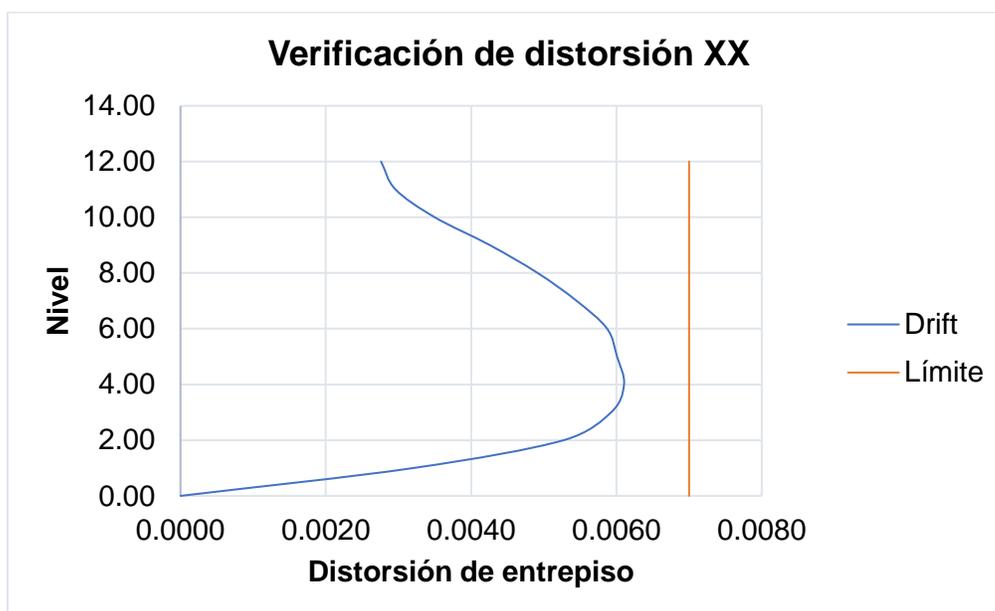
Piso	Caso de carga	Step Type	Dirección	Drift	Estructura	Drift	Límite
					Irregular	$0.85 \cdot R_x \cdot \text{DriftX}$	$\Delta i / h_{ei}$
12.00	SSX	Max	X	0.000546	85%	0.0028	0.007
11.00	SSX	Max	X	0.000585	85%	0.0030	0.007

10.00	SSX	Max	X	0.000692	85%	0.0035	0.007
9.00	SSX	Max	X	0.000842	85%	0.0043	0.007
8.00	SSX	Max	X	0.000972	85%	0.0049	0.007
7.00	SSX	Max	X	0.001078	85%	0.0055	0.007
6.00	SSX	Max	X	0.001161	85%	0.0059	0.007
5.00	SSX	Max	X	0.001188	85%	0.0060	0.007
4.00	SSX	Max	X	0.001207	85%	0.0061	0.007
3.00	SSX	Max	X	0.001172	85%	0.0059	0.007
2.00	SSX	Max	X	0.001043	85%	0.0053	0.007
1.00	SSX	Max	X	0.000634	85%	0.0032	0.007
0.00	SSX	Max	X	0.000000	85%	0.0000	0.007

Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso para la dirección X, lo cual resulta ser menor al límite de 0.007 para edificios de concreto armado establecido por la norma E.030.

Figura 19

Verificación de distorsión de entrepiso del sistema convencional en la dirección X



NOTA: El límite tiene un valor de 0.007 según lo establecido por la norma E.030 para edificios de concreto. El "Drift" también conocido como deriva de entrepiso.

Tabla 7

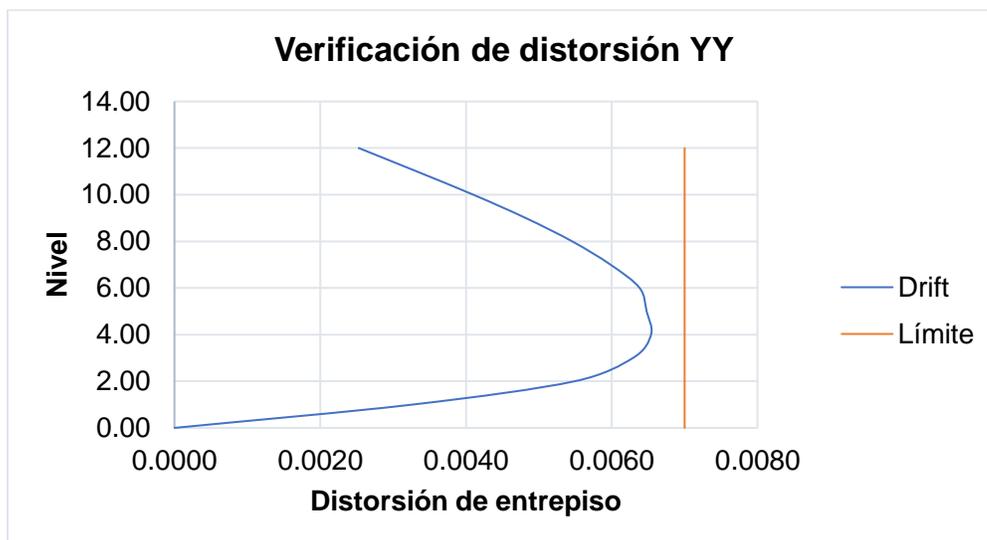
Distorsión de entrepiso en la dirección Y

Piso	Caso carga	Step Type	Direction	Drift	Estructura	Drift	Límite
					Irregular	$0.85 \cdot R_Y \cdot \text{Drift}_Y$	Δ_i/h_{ei}
12.00	SSY	Max	Y	0.0005	85%	0.0025	0.007
11.00	SSY	Max	Y	0.000657	85%	0.0033	0.007
10.00	SSY	Max	Y	0.000811	85%	0.0041	0.007
9.00	SSY	Max	Y	0.000953	85%	0.0048	0.007
8.00	SSY	Max	Y	0.001079	85%	0.0055	0.007
7.00	SSY	Max	Y	0.001183	85%	0.0060	0.007
6.00	SSY	Max	Y	0.001262	85%	0.0064	0.007
5.00	SSY	Max	Y	0.001281	85%	0.0065	0.007
4.00	SSY	Max	Y	0.001293	85%	0.0065	0.007
3.00	SSY	Max	Y	0.001244	85%	0.0063	0.007
2.00	SSY	Max	Y	0.001086	85%	0.0055	0.007
1.00	SSY	Max	Y	0.000646	85%	0.0033	0.007
0.00	SSY	Max	Y	0.000000	85%	0.0000	0.007

Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso para la dirección Y, lo cual resulta ser menor al límite de 0.007 para edificios de concreto armado establecido por la norma E.030.

Figura 20

Verificación de distorsión de entrepiso del sistema convencional en la dirección Y



NOTA: El límite tiene un valor de 0.007 según lo establecido por la norma E.030 para edificios de concreto. El "Drift" también conocido como deriva de entrepiso.

Tabla 8

Valores de cortante estática y dinámica del sistema convencional

Piso	Caso de carga	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SX	-327.49	0
Piso 1	SY	0	-407.69
Piso 1	SSX	280.61	121.25
Piso 1	SSY	121.25	277.86

Nota: Se visualiza las cortantes estáticas y dinámicas para cada dirección de análisis.

Tabla 9

Cálculo del factor de escala

Dirección	V _{ESTÁTICA}	Estructura	Limite %	90%V _{ESTÁTICA}	V _{DINÁMICA}	Factor de escala
X	327.49	Irregular	90%	294.74	280.61	1.050
Y	407.69	Irregular	90%	366.92	277.86	1.321

Nota: Se visualiza el cálculo del factor de escala considerando una estructura irregular.

Tabla 10

Cortante dinámica escalada

Piso	Caso de carga	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SX	-327.49	0
Piso 1	SY	0	-407.69
Piso 1	SSX_Escalado	328.31	141.86
Piso 1	SSY_Escalado	178.23	408.46

Nota: Se visualiza las cortantes dinámicas del primer piso escaladas.

Tabla 11

Verificación de cumplimiento de relación entre cortante estática y dinámica

Dirección	V _{ESTÁTICA}	Estructura	Limite %	90%V _{ESTÁTICA}	V _{DINÁMICA}	Verificación
X	327.49	Irregular	90%	294.74	328.31	Ok!!!
Y	407.69	Irregular	90%	366.92	408.46	Ok!!!

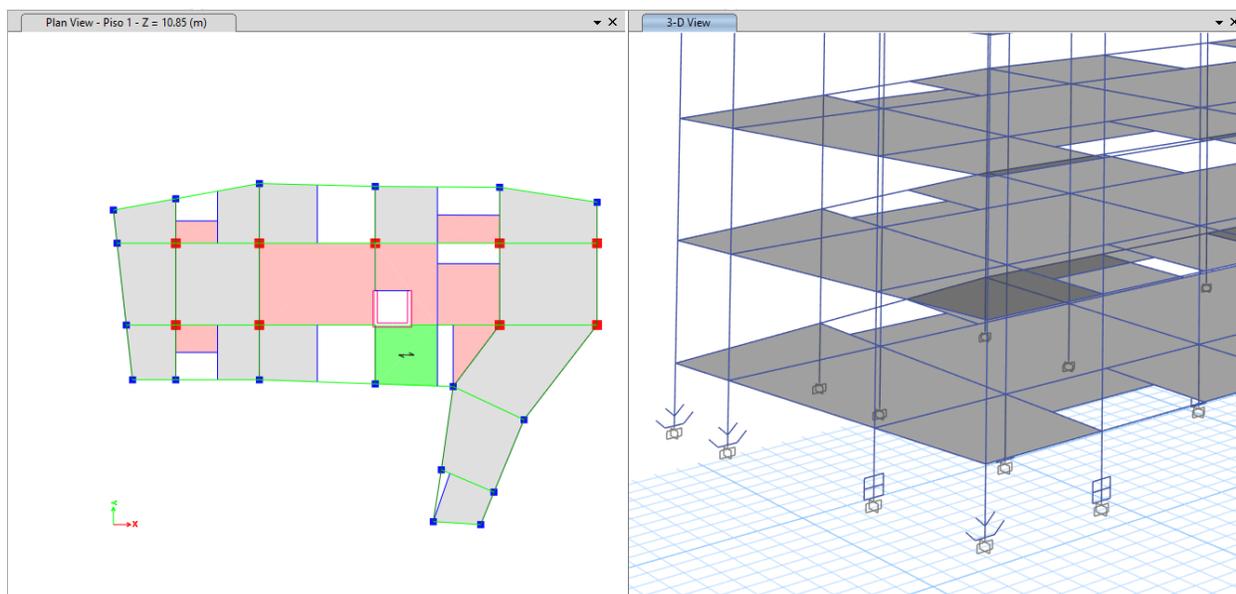
Nota: Se visualiza el cumplimiento de la verificación de la relación entre la cortante estática y dinámica.

4.7 Sistema Aislado

La segunda alternativa de diseño, es un sistema utilizando la combinación de aisladores de base elastoméricos tipo LRB y RB con deslizadores friccionales (Slider). La superestructura del edificio, es la misma que se consideró para el análisis convencional, adicionalmente como parte del sistema aislado se considera la subestructura, que consiste en un piso técnico con losas macizas, vigas de aislamiento, pedestales y capiteles para el análisis y diseño con el predimensionamiento calculado anteriormente.

Figura 21

Modelo estructural del sistema aislado



NOTA: Los aisladores y deslizadores friccionales se modelan con elementos tipo Link.

4.7.1 Distribución de aisladores, centros de masa y rigidez

El análisis y diseño de la estructura aislada, se realiza teniendo en cuenta las recomendaciones de Acuña et al (2022). Se tiene en cuenta los siguientes criterios para optimizar el diseño:

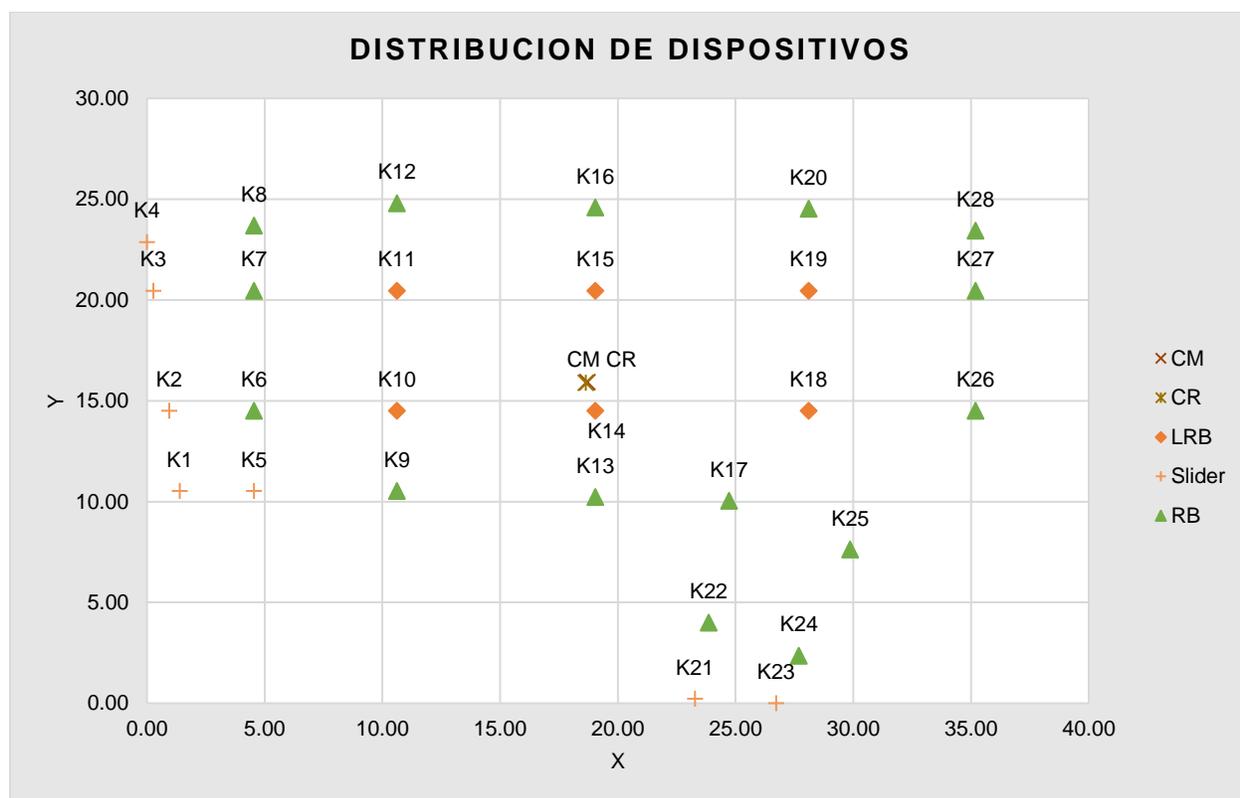
- ✓ El primer criterio, es distribuir de acuerdo a las fuerzas que soportan, para lo cual se realiza el modelo estructural y se analiza, luego se extrae las fuerzas en los apoyos donde se obtiene una gran variedad por lo que se clasifica en rangos de valores y de forma preliminar se le asigna un tipo de dispositivo, para los apoyos centrales con fuerzas altas se le asigna el tipo LRB, para las fuerzas intermedias

se le asigna el tipo RB y para las cargas bajas se le asigna del tipo Slider (estos no tienen capacidad de retorno y por lo general se ubican en las esquinas o perímetros).

- ✓ El segundo criterio, es minimizar la excentricidad accidental, para lo cual de forma preliminar se le asigna una rigidez normalizada a cada dispositivo y se le distribuye de forma tal que el centro de rigidez (CR) este lo más cercano posible al centro de masa (CM). El valor final de la rigidez de los dispositivos, se obtendrá de un proceso iterativo.
- ✓ El tercer criterio, es considerar la capacidad de retorno del sistema, por lo que se debe considerar dispositivos que tengan una capacidad de retorno como los LRB y en menor cantidad aquellos que no tengan esta propiedad como los Sliders.

Figura 22

Distribución de los aisladores en planta



NOTA: La distribución se realiza de acuerdo al peso que soportan y a la rigidez para garantizar la capacidad de retorno del sistema.

Tabla 12

Verificación de fuerzas máximas en los aisladores y deslizadores

Punto	X (m)	Y (m)	CM (ton)	CV (ton)	Pserv (ton)	Pmax (ton)	Tipo	Ki _{Asumido}	Pserv*X	Pserv*Y	Ki*X	Ki*Y	Xi ²	Yi ²	Pmáx/ Pserv
K1	1.39	10.53	88.33	11.62	91	348	Slider	0.26	127	961	0.36	2.74	299.70	29.10	3.82
K2	0.94	14.51	118.02	19.52	123	380	Slider	0.26	116	1783	0.24	3.77	315.48	2.00	3.09
K21	23.27	0.22	72.26	8.02	74	302	Slider	0.26	1728	16	6.05	0.06	20.87	246.63	4.07
K23	26.72	0	95.60	13.98	99	349	Slider	0.26	2648	0	6.95	0.00	64.29	253.59	3.52
K3	0.27	20.46	118.74	18.89	123	378	Slider	0.26	33	2526	0.07	5.32	339.73	20.57	3.06
K4	0	22.87	91.85	11.95	95	358	Slider	0.26	0	2169	0.00	5.95	349.76	48.24	3.78
K5	4.54	10.53	119.59	18.15	124	347	Slider	0.26	564	1307	1.18	2.74	200.56	29.10	2.80
K12	10.62	24.8	183.34	30.86	191	467	RB	0.46	2029	4738	4.89	11.41	65.32	78.78	2.44
K13	19.05	10.23	161.23	33.52	170	447	RB	0.46	3231	1735	8.76	4.71	0.12	32.43	2.64
K16	19.05	24.59	186.05	27.66	193	482	RB	0.46	3676	4745	8.76	11.31	0.12	75.09	2.50
K17	24.72	10.04	225.76	51.90	239	418	RB	0.46	5902	2397	11.37	4.62	36.22	34.63	1.75
K20	28.1	24.53	188.02	28.70	195	518	RB	0.46	5485	4788	12.93	11.28	88.33	74.06	2.65
K22	23.86	3.99	137.03	22.84	143	353	RB	0.46	3406	570	10.98	1.84	26.61	142.43	2.48
K24	27.69	2.36	146.39	25.70	153	365	RB	0.46	4231	361	12.74	1.09	80.79	183.99	2.39
K25	29.87	7.63	223.14	46.69	235	480	RB	0.46	7014	1792	13.74	3.51	124.73	68.80	2.04
K26	35.19	14.51	276.59	53.31	290	687	RB	0.46	10202	4207	16.19	6.67	271.86	2.00	2.37
K27	35.19	20.46	213.86	39.78	224	499	RB	0.46	7876	4579	16.19	9.41	271.86	20.57	2.23
K28	35.19	23.44	135.69	22.14	141	415	RB	0.46	4970	3310	16.19	10.78	271.86	56.48	2.94
K6	4.54	14.51	251.25	48.63	263	468	RB	0.46	1196	3822	2.09	6.67	200.56	2.00	1.78
K7	4.54	20.46	244.29	46.89	256	456	RB	0.46	1162	5238	2.09	9.41	200.56	20.57	1.78
K8	4.54	23.69	138.15	20.89	143	386	RB	0.46	651	3396	2.09	10.90	200.56	60.31	2.70
K9	10.62	10.53	173.84	30.77	182	464	RB	0.46	1928	1912	4.89	4.84	65.32	29.10	2.55
K10	10.62	14.51	359.36	74.60	378	681	LRB	1.00	4014	5485	10.62	14.51	65.32	2.00	1.80
K11	10.62	20.46	365.08	75.45	384	694	LRB	1.00	4077	7855	10.62	20.46	65.32	20.57	1.81
K14	19.05	14.51	599.29	118.44	629	1314	LRB	1.00	11981	9125	19.05	14.51	0.12	2.00	2.09
K15	19.05	20.46	400.09	74.63	419	957	LRB	1.00	7977	8568	19.05	20.46	0.12	20.57	2.28
K18	28.1	14.51	415.91	92.69	439	857	LRB	1.00	12338	6371	28.10	14.51	88.33	2.00	1.95
K19	28.1	20.46	362.15	71.27	380	641	LRB	1.00	10677	7774	28.10	20.46	88.33	20.57	1.69

Nota: Se visualiza los links modelados, sus coordenadas, las cargas que soportan y de acuerdo a ello se le asigna un dispositivo que puede ser un aislador LRB, RB o Slider.

De la sumatoria de carga de servicio se obtiene un peso sísmico de 6375.77 tonf y con los valores calculados se determina las siguientes propiedades:

Tabla 13

Centro de masa del sistema

CENTRO DE MASA C_m	
CM-xx (m)	18.70
CM-yy (m)	15.92

Nota: Se visualiza las coordenadas del centro de masa.

Tabla 14

Centro de rigidez del sistema

CENTRO DE RIGIDEZ C_k	
CR-xx (m)	18.63
CR-yy (m)	15.89

Nota: Se visualiza las coordenadas del centro de rigidez.

Tabla 15

Excentricidad natural del sistema

EXCENTRICIDAD NATURAL	
ex (m)	-0.07
ey (m)	-0.03

Nota: Se visualiza las excentricidades resultantes de la distribución.

Tabla 16

Propiedades por tipo de aislador

Tipo	Cantidad	Pserv (ton)	Pmax (ton)	Pserv-prom (ton)	Característica
Slider	7	124.1	380.2	104.27	Deslizador y menor carga
RB	15	289.9	687.1	207	Sin núcleo de plomo y mayor carga
LRB	6	628.9	1313.7	369	Con núcleo de plomo y mayor carga

Nota: Se visualiza las cantidades por tipo de dispositivo, las cargas que soporta y sus características.

Tabla 17*Rigideces normalizadas de los aisladores*

Tipo	Rigidez normalizada	Iteración final
Slider	0.25	0.29
RB	0.60	0.52
LRB	1.00	1.00

Nota: Se visualiza la rigidez normalizada final luego de las iteraciones.

4.7.2 Definición del espectro para sismo máximo considerado (SMC)

Para el análisis dinámico espectral de una estructura aislada se considera el 100% de la acción sísmica en la dirección de análisis y 30% para la dirección ortogonal. El espectro de pseudoaceleraciones se define teniendo en cuenta lo establecido en la NTE E.031 aislamiento sísmico.

Tabla 18*Parámetros sísmicos de acuerdo a la norma E.030*

Parámetros sísmicos	
Z =	0.25
U =	1
S =	1.2
T _p =	0.6
T _L =	2
R =	1

Nota: Se visualiza los parámetros sísmicos del ámbito de estudio.

De acuerdo al artículo 14 de NTE E.031 se tiene las siguientes fórmulas para determinar el espectro de pseudoaceleraciones y espectro de desplazamientos:

$$S_{aM} = 1,5 ZUCS g$$

$$T < 0,2 T_P \quad \rightarrow \quad C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_P}\right)$$

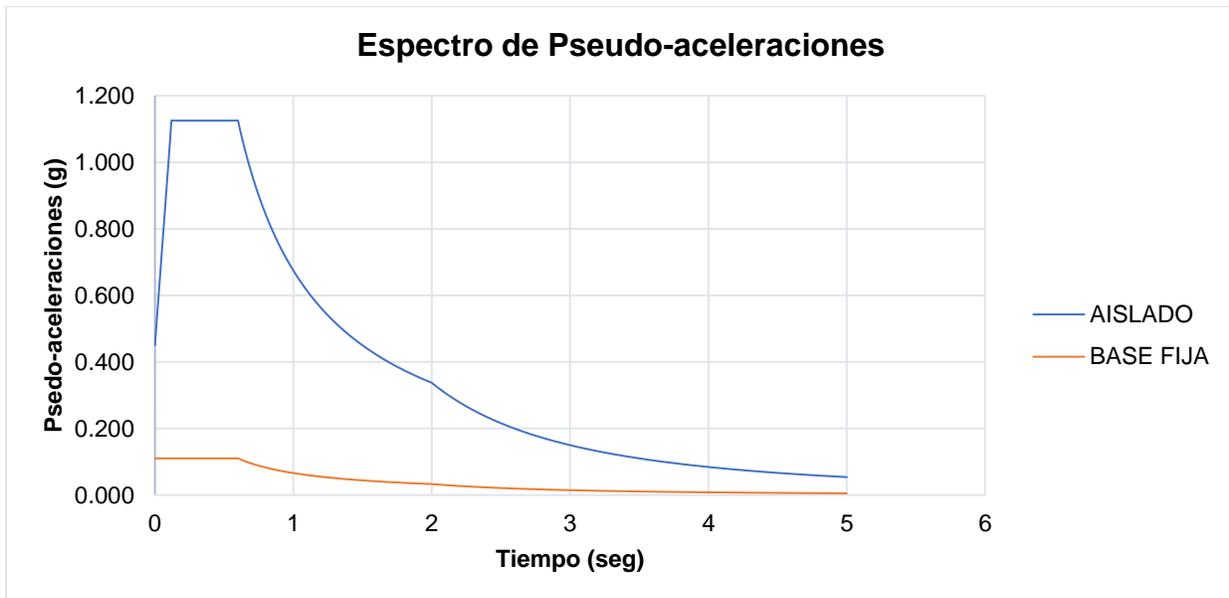
$$0,2 T_P < T < T_P \quad \rightarrow \quad C = 2,5$$

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

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

Figura 23

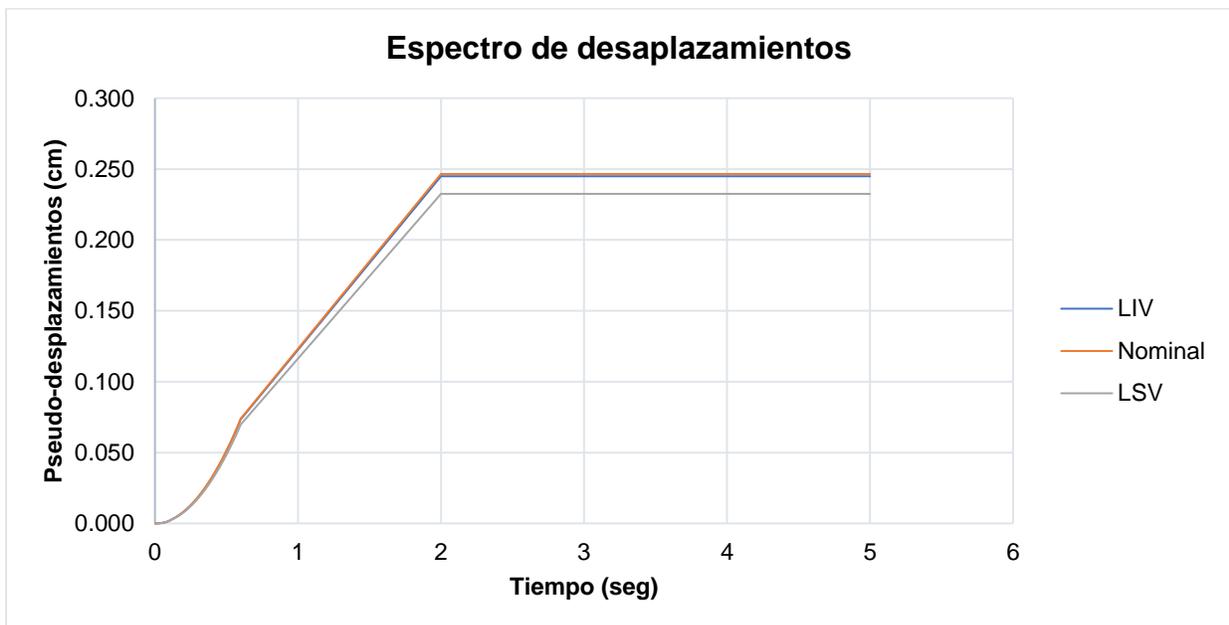
Espectro de pseudoaceleraciones para un Sismo Máximo Considerado (SMC)



$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

Figura 24

Espectro de desplazamientos para SMC



4.7.3 Análisis sísmico

4.7.3.1 Análisis estático

El análisis estático para una estructura aislada, contempla el uso de factores de modificación de propiedades lambda (λ) establecidos en la norma E.031.

Tabla 19

Factores de modificación Lambda para fabricantes calificados - CLASE I

ASCE/SEI 7-16; Fabricantes Calificados (Clase I, NTE 0.31)	Kd	Qd	μ
λ_{\max}	1.3	1.5	1.6
λ_{\min}	0.8	0.8	0.8

Nota: Los valores Kd y Qd son para aisladores elastoméricos y el “ μ ” para deslizadores planos.

4.7.3.1.1 Parámetros objetivos (periodo y amortiguamiento efectivo)

Estos valores resultan de un proceso iterativo, de forma preliminar se tiene en cuenta tres criterios para elegir el periodo objetivo: (a) tres veces el periodo de la base fija, (b) el valor de TL utilizado en el espectro y (c) Mayor o igual a 3 segundos, en este caso se considera 3.44 seg. El amortiguamiento efectivo se puede elegir dentro del siguiente rango 15% - 25%. De forma preliminar se asume 20%. Luego de las iteraciones utilizando las fórmulas se determina los siguientes valores:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K_{eff-qlb}}}$$

$$\beta_{eff-qlb} = \frac{1}{2\pi} \frac{EDC_T}{K_{eff-qlb} D^2}$$

Tabla 20

Parámetros objetivos del diseño

Propiedad	Límite inferior de variación	Propiedades Nominales	Límite superior de variación
TM (s)	3.24	2.90	2.47
β_{eff} (%)	14.27%	13.96%	16.97%

Nota: Se visualiza los parámetros objetivos para los límites de análisis.

4.7.3.1.2 Desplazamientos del sistema de aislamiento

Se determina el desplazamiento máximo, a partir del espectro de pseudoaceleraciones y utilizando las siguientes fórmulas de acuerdo al artículo 20 de la norma E.031:

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

Figura 25

Valores del factor de amortiguamiento

Tabla N° 5 Factor de amortiguamiento B_M	
Amortiguamiento Efectivo, β_M (En porcentaje del amortiguamiento crítico) a,b	Factor B_M
≤ 2	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
≥ 40	1,9

Nota: Extraído de la NTE E.031

4.7.3.1.3 Desplazamiento total máximo

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left(\frac{y}{P_T^2} \right) \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$

Los valores b y d representan las dimensiones en planta de la estructura y son: b = 35.19m y d = 24.54 m. De la distribución de aisladores se determina las excentricidades naturales en ambas direcciones X e Y, $e_x = -0.07m$ y $e_y = -0.03m$. Además, se considera como excentricidad accidental un 5% de la dimensión en planta en la dirección de análisis.

$$e_{total} = e_{natural} + e_{accidental}$$

$$e_{total_x} = 1.76 + (-0.07) = 1.69m$$

$$e_{total_y} = 1.23 + (-0.03) = 1.20m$$

Se determina el factor PT de las siguientes ecuaciones:

$$P_T = \frac{1}{r_a} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2 + y_i^2)}{N}} \quad r_a = \sqrt{\frac{b^2 + d^2}{12}}$$

Tabla 21

Cálculo del factor PT

Factor	Valor	Descripción
N	28	Cantidad de dispositivos
$\sum(X_i^2 + Y_i^2)$	5380.88	Suma de cuadrados de distancia al CM
r_a	12.38	Radio de giro del sistema de aislamiento
P_T	1.12	Razón entre periodo traslacional efectivo y rotacional

Nota: Se visualiza los datos utilizados para determinar el parámetro PT.

Se determina el factor, para considerar el efecto de rotación del sistema de aislamiento en ambas direcciones, y se elige el mayor valor, teniendo en cuenta que estos valores no deben ser menores a 1.15 como indica E.031 en el acápite 20.3.

Tabla 22

Cálculo de relación entre DTM/DM en la dirección X

Factor	Valor
e_n (m)	0.03
e_a (m)	1.227
e (m)	1.26
Y (m)	15.89
D_{TM}/D_M	1.10
D_{TM}/D_M	1.15

Nota: Se visualiza los factores que influyen en el cálculo de DTM/DM en la dirección X.

Tabla 23

Cálculo de relación entre DTM/DM en la dirección Y

Factor	Valor
e_n (m)	0.07
e_a (m)	1.76
e (m)	1.83
X (m)	18.63
D_{TM}/D_M	1.18
D_{TM}/D_M	1.18

Nota: Se visualiza los factores que influyen en el cálculo de DTM/DM en la dirección Y.

Finalmente se elige el mayor valor: $D_{TM} = 1.18D_M$

Luego de las iteraciones se tiene los siguientes valores de DM y DTM:

Tabla 24

Valores definitivos de DM y DTM

Desplazamientos	Límite inferior de variación	Propiedades Nominal	Límite superior de variación
DM (m)	0.24	0.25	0.22
DTM (m)	0.38	0.28	0.24

Nota: Se visualiza los valores finales de DM y DTM luego de un proceso iterativo.

4.7.3.1.4 Predimensionamiento y diseño de aisladores y deslizadores sísmicos

Para el predimensionamiento y diseño de los dispositivos, se toma como referencia el capítulo 7 de buenas prácticas del libro aislamiento sísmico Acuña et al (2022), y se recomienda utilizar el mismo tipo de caucho para los dispositivos que lo contengan, luego de un proceso iterativo se tiene las siguientes propiedades geométricas y dinámicas para cada dispositivo:

A. Aislador LRB

Tabla 25

Propiedades geométricas de entrada del aislador LRB

Propiedad	Nomenclatura	Valor
Diámetro externo del aislador	D (mm)	965.2
Número de capas de caucho	n	25
Diámetro de plomo	Dp (mm)	144.78
Espesor de láminas de caucho	ti (mm)	7.5
Espesor de láminas de acero	ts (mm)	2.5
Espesor de placas externas de montaje	tep (mm)	25.4
Espesor de placas internas	tip (mm)	25.4
Altura total del aislador	Haisl (mm)	349.1
Espesor de la cobertura de caucho	Cs (mm)	19.05

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades geométricas de los aisladores LRB.

Tabla 26*Propiedades geométricas resultantes de aislador LRB*

Propiedad	Nomenclatura	Valor
Altura total del caucho	Tr (mm)	187.5
Diámetro bruto del aislador	B (mm)	927.1
Área bruta del aislador	Ab (mm ²)	675,061.04
Área de plomo	Ap (mm ²)	16,462.93
Área neta del aislador	An (mm ²)	658,598.11
Área efectiva del aislador	Ae (mm ²)	715,222.67
Factor de forma de láminas	S	30.15

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades resultantes para el aislador LRB.

Tabla 27*Propiedades del caucho para los aisladores LRB*

Propiedades del caucho	Propiedad	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Módulo de corte de la goma	G (ton/m ²)	32	40	52
Elongación del caucho a la ruptura	ϵ_u (%)		600%	
Módulo de volumen (300 ksi - AASHTO 1999)	K (ton/m ²)		210,920.87	
Módulo de elasticidad del caucho (AASHTO 1999)	E0 (ton/m ²)	128	160	208
Constante empírica del caucho	k	0.9	0.85	0.75
Módulo de compresión	Ec (ton/m ²)	209,562.39	247,408.94	283,817.08
Módulo de rigidez vertical	Ev (ton/m ²)	105,119.72	113,856.24	120,999.30

Nota: Se visualiza las propiedades del caucho para los límites de variación.

Esfuerzo de fluencia del plomo que puede oscilar entre 1.05-1.4ksi, en este caso se opta por 1.15ksi:

$$\sigma_y = 808.53 \text{ ton/m}^2$$

Tabla 28*Cálculo de propiedades dinámicas verticales*

Propiedades verticales	Nomenclatura	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Rigidez vertical a compresión	Kvc (ton/m)	369,235.46	399,922.69	425,012.86
Coefficiente de amortiguamiento vertical	Cv (ton-s/m)	97.31	101.27	104.40

Nota: Se visualiza las propiedades dinámicas verticales de los aisladores LRB para los límites de variación.

Tabla 29

Cargas utilizadas en el diseño

Cargas del proyecto		
Carga de servicio (CM+0.25CV)	Pserv (ton)	629
Carga máxima (1.60CM+1.25CV+CSH)	Pmax (ton)	1313.7
Rotación inicial	Θ_0	0.003
Rotación última	Θ_u	0.005
FS- Condición no deformada	FS- servicio	3.00
FS- Condición deformada	FS- último	1.10

Nota: Se visualiza los valores de las cargas y factores de seguridad.

Verificación de estabilizador del aislador

a) En condición de servicio (no deformada)

Tabla 30

Verificación por pandeo crítico en condición no deformada

Por Pandeo crítico		
Factor de reducción para condición no deformada	R (0)	1
Área reducida	Ar (m2)	0.68
Carga de pandeo crítico	Pcrit (ton)	4,471.12

Nota: Se visualiza el valor del pandeo crítico para el aislador LRB.

Tabla 31

Verificación por deformación de elastómero en condición no deformada

Por deformación del elastómero		
Deformación por corte	$Y\Delta$	0
Deformación por rotación	$Y\Theta$	0.69
Deformación disponible	$Y_{\text{útil}}$	5.66
Carga por deformación del elastómero	Pdef (ton)	5,222.14

Nota: Se visualiza la verificación de la deformación en condición no deformada para el aislador tipo LRB.

Se determina la carga a utilizar para la verificación como el valor mínimo entre “Pcrit” y “Pdef”, es decir $P_{gob} = 4471.12$ tonf. Luego se determina $P_{serv-adm} = 1490.37$ tonf, que resulta de dividir P_{gob}/FS -servicio. Se debe cumplir la siguiente condición:

$$P_{serv-adm} > P_{serv}$$

Tabla 32

Verificación de cargas de servicio admisible en condición de servicio

Pserv-adm (tonf)	Pserv (tonf)	Verificación
1,490.37	629	OK

Nota: Se visualiza la verificación del cumplimiento para cargas de servicio en aisladores LRB.

b) En condición última (condición deformada a DTM@LIV)

Se considera el desplazamiento total máximo, para límite inferior de variación y la carga para el límite superior de variación considerando que son los casos críticos. También se podría realizar de forma independiente para límite superior e inferior de variación.

$$D_{TM@LIV} = 379.57 \text{ mm}$$

Tabla 33

Verificación por pandeo crítico en condición deformada

Por Pandeo crítico		
Factor de reducción para condición no deformada	R (DTM@LIV)	0.494
Área reducida	Ar (m2)	0.33
Carga de pandeo crítico	Pcrit (ton)	2,207.27

Nota: Se visualiza la verificación por pandeo crítico para aisladores LRB en condición deformada.

Tabla 34

Verificación por deformación de elastómero en condición deformada

Por deformación del elastómero		
Deformación por corte	$Y\Delta$	2.02
Deformación por rotación	$Y\Theta$	1.15
Deformación disponible	$Y_{\text{útil}}$	3.40
Carga por deformación del elastómero	Pdef (ton)	1,550.89

Nota: Se visualiza la verificación por deformación en condición deformada para aisladores LRB.

Se determina la carga a utilizar para la verificación en condición deformada como el valor mínimo entre “Pcrit” y “Pdef”, es decir $P_{gob} = 1,550.89$ tonf. Luego, se determina se determina $P_{serv-adm} = 1,409.90$ tonf, que resulta de dividir P_{gob}/FS -servicio. Se debe cumplir la siguiente condición:

$$P_{serv-adm} > P_{serv}$$

Tabla 35

Verificación de cargas de servicio admisible en condición deformada

Pserv-adm (ton)	Pserv	Verificación
1,409.90	629	OK

Nota: Se visualiza el cumplimiento verificación de cargas de servicio en aisladores LRB.

Tabla 36

Verificaciones finales

Descripción	Condición	Valor	Verificación
Capacidad de deformación	$YD + Yc + 0.5Y\theta < 6.00$	5.48	¡CUMPLE!
Deformación por corte máximo	$YD < 2.5$	2.02	¡CUMPLE!
Factor de seguridad en condición no deformada	$FS=P_{gob}/P_{serv} > 3.00$	7.11	¡CUMPLE!
Factor de seguridad en condición deformada	$FS=P_{gob}/P_{max} > 1.10$	1.18	¡CUMPLE!
Esfuerzo axial máximo a compresión	$\sigma_{max} < 2,100 \text{ ton/m}^2$ (3 ksi)	1,994.66	¡CUMPLE!
Factor de forma	Factor Forma > 3.00	4.94	¡CUMPLE!

Nota: Se visualiza el cumplimiento de las verificaciones finales.

Tabla 37

Propiedades dinámicas del aislador LRB

Descripción	Propiedad	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Rigidez post fluencia	Kd (ton/m)	122.06	152.58	198.36
Fuerza característica	Qd (ton)	10.65	13.31	19.97
Rigidez elástica	Ke (ton/m)	1,220.65	1,525.81	1,983.55
Fuerza de fluencia	Fy (ton)	11.83	14.79	22.18
Desplazamiento de fluencia	dy (m)	0.010	0.010	0.011
Fuerza de corte en el aislador	F (Ton)	40.07	51.00	63.66
Rigidez efectiva@DM	Keff (ton/m)	166.24	206.47	288.99
Energía disipada por ciclo@DM	EDC (ton.m)	9.86	12.63	16.70
Amortiguamiento efectivo@DM	β_{eff} (%)	16.24%	15.96%	18.95%

Coeficiente horizontal de amortiguamiento@DM	Ch (ton-s/m)	27.84	30.43	43.06
--	--------------	-------	-------	-------

Nota: Se visualiza los valores determinados como propiedades dinámicas para aisladores LRB.

B. Aislador RB

Tabla 38

Propiedades geométricas de entrada del aislador RB

Propiedad	Nomenclatura	Valor
Diámetro externo del aislador	D (mm)	812.8
Número de capas de caucho	n	25
Diámetro de orificio central	Dm (mm)	50.00
Espesor de láminas de caucho	ti (mm)	7.5
Espesor de láminas de acero	ts (mm)	2.5
Espesor de placas externas de montaje	tep (mm)	25.4
Espesor de placas internas	tip (mm)	25.4
Altura total del aislador	Haisl (mm)	349.1
Espesor de la cobertura de caucho	Cs (mm)	19.05

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades geométricas de los aisladores RB.

Tabla 39

Propiedades geométricas resultantes de los aisladores RB

Propiedad	Nomenclatura	Valor
Altura total del caucho	Tr (mm)	187.5
Diámetro bruto del aislador	B (mm)	774.7
Área bruta del aislador	Ab (mm ²)	471,364.63
Área de orificio central	Am (mm ²)	1,963.50
Área neta del aislador	An (mm ²)	469,401.14
Área efectiva del aislador	Ae (mm ²)	516,904.96
Factor de forma de láminas	S	25.72

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades geométricas de los aisladores RB.

Tabla 40

Propiedades del caucho para los aisladores RB

Propiedades del caucho	Propiedad	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Módulo de corte de la goma	G (ton/m ²)	32	40	52
Elongación del caucho a la ruptura	εu (%)		600%	

Módulo de volumen (300 ksi - AASHTO 1999)	K (ton/m ²)		210,920.87	
Módulo de elasticidad del caucho (AASHTO 1999)	E ₀ (ton/m ²)	128	160	208
Constante empírica del caucho	k	0.9	0.85	0.75
Módulo de compresión	E _c (ton/m ²)	152,491.65	180,033.75	206,533.77
Módulo de rigidez vertical	E _v (ton/m ²)	88,504.58	97,128.60	104,352.14

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades del caucho para los límites de variación en los aisladores RB.

Tabla 41

Propiedades dinámicas del aislador RB

Descripción	Propiedad	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Rigidez post fluencia	Kd (ton/m)	88.22	110.27	143.35
Fuerza característica	Qd (ton)	0.75	0.94	1.22
Rigidez elástica	Ke (ton/m)	882.18	1,102.73	1,433.55
Fuerza de fluencia	Fy (ton)	0.83	1.04	1.36
Desplazamiento de fluencia	dy (m)	0.0009	0.0009	0.0009
Fuerza de corte en el aislador	F (Ton)	22.02	28.18	32.80
Rigidez efectiva@DM	Keff (ton/m)	91.33	114.07	148.90
Energía disipada por ciclo@DM	EDC (ton.m)	0.72	0.92	1.07
Amortiguamiento efectivo@DM	β _{eff} (%)	2.16%	2.11%	2.36%

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades dinámicas para los límites de variación en aisladores RB.

Tabla 42

Propiedades dinámicas verticales del aislador RB

Propiedades dinámicas verticales	Propiedad	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Rigidez vertical a compresión	Kvc (ton/m)	221,568.80	243,158.81	261,242.73
Coefficiente de amortiguamiento vertical	Cv (ton-s/m)	51.18	53.61	55.57

Nota: Se visualiza los valores de las propiedades dinámicas verticales en los límites de variación para aisladores RB.

Tabla 43*Cargas utilizadas en el diseño*

Cargas del proyecto		
Carga de servicio (CM+0.25CV)	Pserv (ton)	290
Carga máxima (1.60CM+1.25CV+CSH)	Pmax (ton)	687
Rotación inicial	Θ_0	0.003
Rotación última	Θ_u	0.005
FS- Condición no deformada	FS- servicio	3.00
FS- Condición deformada	FS- último	1.10

Nota: Se visualiza los valores de cargas y factores de seguridad para aisladores RB.

Verificación de estabilizador del aislador

1. En condición de servicio (no deformada)

Tabla 44*Verificación por pandeo crítico en condición no deformada*

Por Pandeo crítico		
Factor de reducción para condición no deformada	R (0)	1
Área reducida	Ar (m ²)	0.47
Carga de pandeo crítico	Pcrit (ton)	2,225.12

Nota: Se visualiza el valor de pandeo crítico para aisladores RB en condición no deformada.

Tabla 45*Verificación por deformación de elastómero en condición no deformada*

Por deformación del elastómero		
Deformación por corte	$Y\Delta$	0
Deformación por rotación	$Y\Theta$	0.48
Deformación disponible	$Y_{\text{útil}}$	5.76
Carga por deformación del elastómero	Pdef (ton)	3,167.95

Nota: Se visualiza los valores de deformación de elastómero para aisladores RB en condición no deformada.

Se determina la carga a utilizar para la verificación como el valor mínimo entre “Pcrit” y “Pdef”, es decir $P_{gob} = 2,225.12$ tonf. Luego se determina se determina $P_{serv-adm} = 741.71$ tonf, que resulta de dividir P_{gob}/FS -servicio. Se debe cumplir la siguiente condición:

$$P_{serv-adm} > P_{serv}$$

Tabla 46

Verificación de cargas admisibles en condición de servicio

Pserv-adm (tonf)	Pserv (tonf)	Verificación
741.71	290	OK

Nota: Se visualiza el cumplimiento de verificación para cargas de servicio en aisladores RB.

2. En condición última (condición deformada a DTM@LIV)

Se considera el desplazamiento total máximo para límite inferior de variación, y la carga para el límite superior de variación, considerando que son los casos críticos. También se podría realizar de forma independiente para límite superior e inferior de variación.

$$D_{TM@LIV} = 379.57 \text{ mm}$$

Tabla 47

Verificación por pandeo crítico en condición deformada

Por Pandeo crítico		
Factor de reducción para condición no deformada	R (DTM@LIV)	0.402
Área reducida	Ar (m2)	0.19
Carga de pandeo crítico	Pcrit (ton)	894.76

Nota: Se visualiza el valor de pandeo crítico para aisladores RB en condición deformada.

Tabla 48

Verificación por deformación de elastómero en condición deformada

Por deformación del elastómero		
Deformación por corte	$\gamma\Delta$	2.02
Deformación por rotación	$\gamma\Theta$	0.80
Deformación disponible	$\gamma_{\text{útil}}$	3.58
Carga por deformación del elastómero	Pdef (ton)	790.78

Nota: Se visualiza la deformación del elastómero en aisladores RB para condición deformada.

Se determina la carga a utilizar para la verificación en condición deformada como el valor mínimo entre “Pcrit” y “Pdef”, es decir $P_{gob} = 790.78$ tonf. Luego se determina se determina $P_{serv-adm} = 718.89$ tonf, que resulta de dividir P_{gob}/FS -servicio. Se debe cumplir la siguiente condición:

$$P_{serv-adm} > P_{serv}$$

Tabla 49

Verificación de cargas máximas en condición deformada

P_{serv-adm} (tonf)	P_{serv} (tonf)	Verificación
718.89	290	OK

Nota: Se visualiza el cumplimiento de verificación para cargas máximas en aisladores RB en condición deformada.

Tabla 50

Verificaciones finales

Descripción	Condición	Valor	Verificación
Capacidad de deformación	$YD + Yc + 0.5Y\theta < 6.00$	5.53	¡CUMPLE!
Deformación por corte máximo	$YD < 2.5$	2.02	¡CUMPLE!
Factor de seguridad en condición no deformada	$FS = P_{gob}/P_{serv} > 3.00$	7.67	¡CUMPLE!
Factor de seguridad en condición deformada	$FS = P_{gob}/P_{max} > 1.10$	1.15	¡CUMPLE!
Esfuerzo axial máximo a compresión	$\sigma_{max} < 2,100 \text{ ton/m}^2$ (3 ksi)	1,463.68	¡CUMPLE!
Factor de forma	Factor Forma > 3.00	4.13	¡CUMPLE!

Nota: Se visualiza el cumplimiento de las verificaciones finales para los aisladores RB.

C. Deslizadores friccionales Slider

Tabla 51

Dimensiones del dispositivo

Tipo	Nomenclatura	PTFE sin lubricar
Diámetro del teflón	Dt (mm)	355.6
Lado mínimo de Placa de deslizamiento	L (mm)	1165.53
Diámetro del POT	Dp (mm)	406.4
Espesor del elastómero	tr (mm)	25.4

Nota: Se visualiza los valores de las dimensiones de los Sliders utilizados.

Tabla 52

Cargas utilizadas para el diseño de los Sliders

Cargas	Nomenclatura	Valor
Carga de servicio	Pserv (ton)	124.13
Carga máxima	Pmax (ton)	380.22
Carga de servicio promedio	Pserv-avg (ton)	104.27

Nota: Se visualiza las cargas utilizadas para el diseño de Sliders.

Tabla 53

Verificación de presiones admisibles

Condición	Nomenclatura	Valor	Verificación
Presión máxima en servicio (<3ksi)	σ_{serv} (ton/m ²)	1,249.83	OK!
Presión máxima en condición última (<6ksi)	σ_{max} (ton/m ²)	3,828.43	OK!

Nota: Se verifica de cumplimiento en cuanto a presiones admisibles en los Slider.

Tabla 54

Presión promedio actuante

$\sigma_{serv-prom}$ (ton/m ²)	1,049.94
$\sigma_{serv-prom}$ (ksi)	1.487

Nota: Se visualiza las presiones promedio actuantes.

Tabla 55

Coefficientes de fricción del PTEE virgen

Velocity (in/sec)	1 ksi	2 ksi	3 ksi	4 ksi	6 ksi
0.1	0.06	0.043	0.034	0.027	0.022
0.5	0.09	0.072	0.054	0.048	0.04
1	0.1	0.079	0.065	0.058	0.047
5	0.12	0.095	0.084	0.073	0.058
10	0.125	0.1	0.087	0.076	0.06
30	0.131	0.104	0.09	0.081	0.062

Nota: Se tiene valores de coeficientes de fricción PTEE para diferentes velocidades.

Tabla 56

Interpolación para determinar el coeficiente de fricción PTFE

P (ksi)	μ
1.000	0.1310
1.487	0.1178
2.000	0.1040

Nota: Se determina el valor del coeficiente de fricción PTEE a través de la interpolación.

Tabla 57

Propiedades dinámicas del deslizador de fricción Slider

Propiedades dinámicas laterales	Propiedades	Límite inferior	Nominal	Límite superior
Coeficiente de fricción	μ (%)	9.43%	11.78%	18.86%
Fuerza de fluencia	Fy (ton)	9.83	12.29	19.66
Rigidez efectiva@DM	Keff (ton/m)	40.78	49.75	89.25
Energía disipada por ciclo@DM	EDC (ton.m)	9.71	12.14	19.43
Coeficiente de amortiguamiento horizontal	C (ton.s/m)	27.43	29.24	50.09
Módulo de volumen del elastómero	K (ton/m ²)		210,920.87	

Nota: Se tiene las propiedades dinámicas de los Slider para los límites de variación.

Tabla 58

Determinación de propiedades dinámicas verticales de los Sliders

Cálculo de propiedades dinámicas verticales		
Rigidez vertical a compresión	Kv (ton/m)	359,055.74
Coeficiente de amortiguamiento vertical	Cv (ton.s/m)	39.07

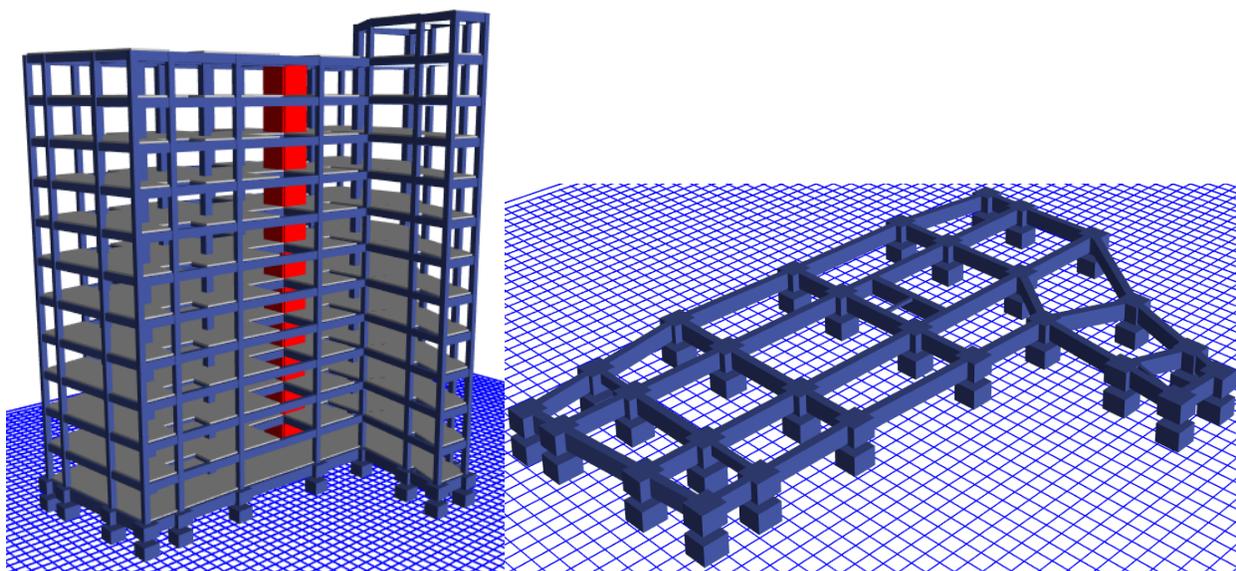
Nota: Se visualiza los valores de las propiedades dinámicas verticales de los Sliders.

4.7.3.2 Análisis dinámico modal espectral

Una vez modelada la estructura en el software ETABS, se ingresan las propiedades de los aisladores y deslizadores. El modelado de estos dispositivos se realiza por medio de elementos link donde se ingresan las propiedades lineales, tales como: rigidez efectiva, amortiguamiento horizontal y vertical.

Figura 26

Modelo estructural del sistema de aislamiento



a) Definición de elementos Link

Para el modelamiento de los aisladores en el programa ETABS, se utiliza los elementos tipo link de acuerdo al tipo de aislador, para los aisladores LRB y RB se utiliza el tipo “lead rubber bearing” y para los deslizadores planos se utiliza el tipo “friction isolator”. El procedimiento seguido es el siguiente: se ingresa al menú define, section properties, link,

Figura 27

Propiedades de los aisladores LRB

Link Property Data

General

Link Property Name: LRB P-Delta Parameters:

Link Type: Rubber Isolator Acceptance Criteria:

Link Property Notes: None specified

Total Mass and Weight

Mass: 0.1 tonf-s²/m Rotational Inertia 1: 0 tonf-m-s²

Weight: 1 tonf Rotational Inertia 2: 0 tonf-m-s²

Rotational Inertia 3: 0 tonf-m-s²

Factors for Line and Area Springs

Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1 m

Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1 m²

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for U1..."/>	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for R1..."/>
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for U2..."/>	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for R2..."/>
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for U3..."/>	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Modify/Show for R3..."/>

Stiffness Options

Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases:

Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping:

Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: LRB

Direction: U2

Type: Rubber Isolator

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 288.99 tonf/m

Effective Damping: 43.06 tonf-s/m

Shear Deformation Location

Distance from End-J: 0.25 m

Nonlinear Properties

Stiffness: 1983.55 tonf/m

Yield Strength: 22.18 tonf

Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

Figura 28

Propiedades de los aisladores RB

Link Property Data

General
 Link Property Name: RB
 Link Type: Rubber Isolator
 Link Property Notes: Modify/Show Notes...

Total Mass and Weight
 Mass: 0.08 tonf-s²/m
 Weight: 0.8 tonf

Factors for Line and Area Springs
 Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1 m
 Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1 m²

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Stiffness Options
 Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases: Effective Stiffness
 Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping: Initial Stiffness (K0)
 Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

Link/Support Directional Properties

Identification
 Property Name: RB
 Direction: U2
 Type: Rubber Isolator
 NonLinear: Yes

Linear Properties
 Effective Stiffness: 148.90 tonf/m
 Effective Damping: 0 tonf-s/m

Shear Deformation Location
 Distance from End-J: 0.25 m

Nonlinear Properties
 Stiffness: 1433.55 tonf/m
 Yield Strength: 1.36 tonf
 Post Yield Stiffness Ratio: 0.1

Figura 29

Propiedades de los deslizadores friccionales Slider

Link Property Data

General
 Link Property Name: Slider
 Link Type: Friction Isolator
 Link Property Notes: Modify/Show Notes...

Total Mass and Weight
 Mass: 0.05 tonf-s²/m
 Weight: 0.5 tonf

Factors for Line and Area Springs
 Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1 m
 Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1 m²

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Stiffness Options
 Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases: Effective Stiffness
 Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping: Initial Stiffness (K0)
 Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

Link/Support Directional Properties

Identification
 Property Name: Slider
 Direction: U2
 Type: Friction Isolator
 NonLinear: Yes

Linear Properties
 Effective Stiffness: 89.25 tonf/m
 Effective Damping: 50.09 tonf-s/m

Shear Deformation Location
 Distance from End-J: 0.25 m

Nonlinear Properties
 Stiffness: 50000 tonf/m
 Friction Coefficient, Slow: 0.043
 Friction Coefficient, Fast: 0.1886
 Rate Parameter: 39.37 sec/m
 Net Pendulum Radius: 1000000 m

b) Definición de masa

Se define la masa sísmica en el programa ETABS, con el siguiente procedimiento: menú define, mass source y luego se ingresan los siguientes datos. Se considera un 100% de participación de carga muerta y 25% de carga viva por ser una edificación del tipo C clasificada de acuerdo al uso por la norma E.030. Además, se considera la excentricidad accidental en cada dirección de un 5%.

Figura 30

Definición de masa para el análisis modal espectral

The screenshot shows the 'Mass Source Data' dialog box with the following settings:

- Mass Source Name:** Masa del sistema
- Mass Source:**
 - Element Self Mass
 - Additional Mass
 - Specified Load Patterns
 - Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction: 0.05
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction: 0.05
- Mass Multipliers for Load Patterns:**

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Live	0.25
- Mass Options:**
 - Include Lateral Mass
 - Include Vertical Mass
 - Lump Lateral Mass at Story Levels

c) Combinaciones de carga

Para el diseño del sistema de aislamiento es necesario obtener las cargas de servicio, los cargas máximas y mínimas, para lo cual se crea las combinaciones de diseño ingresando al menú define – load combinations y sea crean las combinaciones de acuerdo al artículo 12 de la NTE. E.031 (2019) considerando el sismo en ambas direcciones:

$$P_{ser}: 1.0CM + 0.25CV$$

$$P_{m\acute{a}x} X: 1.25(CM + CV) + 1.0(CSH_x + CSV)$$

$$P_{m\acute{a}x} Y: 1.25(CM + CV) + 1.0(CSH_y + CSV)$$

$$P_{m\acute{i}n} X: 0.90CM - 1.0(CSH_x + CSV)$$

$$P_{m\acute{i}n} Y: 0.90CM - 1.0(CSH_y + CSV)$$

Donde:

$$CSV = 0.5(1.5ZS)CM$$

Reemplazando los parámetros utilizados se tiene:

$$CSV = 0.225CM$$

d) Modos fundamentales de vibración

Luego del análisis, se obtienen los valores de los modos fundamentales de vibración para cada condición, donde se determina el periodo, masa participativa y además se puede identificar eventuales efectos de torsión tomando como referencia la masa participativa asociada a cada modo. Se verifica que la suma de los tres primeros modos de vibración, es superior al 90% de masa participativa. Además, se verifica que los periodos calculados son cercanos a los valores determinados en el análisis sísmico estático y los efectos de torsión son casi nulos en los modos fundamentales principales.

Tabla 59

Modos fundamentales de vibración para el límite inferior de variación (LIV)

Case	Mode	Periodo (s)	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
Modal	1	3.413	3.38%	81.78%	3.38%	81.78%	14.49%
Modal	2	3.358	96.06%	3.60%	99.44%	85.38%	0.05%
Modal	3	3.119	0.27%	14.28%	99.71%	99.66%	85.15%
Modal	4	0.683	0.02%	0.25%	99.72%	99.91%	0.09%
Modal	5	0.628	0.24%	0.03%	99.97%	99.94%	0.01%
Modal	6	0.584	0.02%	0.05%	99.99%	99.99%	0.19%
Modal	7	0.303	0.00%	0.00%	99.99%	99.99%	0.01%
Modal	8	0.273	0.01%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	9	0.252	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	10	0.185	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	11	0.16	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	12	0.151	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%

Nota: Se visualiza los modos fundamentales de vibración, periodos y porcentajes de masa participativa para cada dirección para el LIV.

Tabla 60

Modos fundamentales de vibración para el límite superior de variación (LSV)

Case	Mode	Periodo (s)	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
Modal	1	2.7	11.46%	73.28%	11.46%	73.28%	14.30%
Modal	2	2.645	86.20%	13.01%	97.66%	86.28%	0.02%
Modal	3	2.435	1.56%	12.82%	99.22%	99.10%	84.83%
Modal	4	0.663	0.04%	0.66%	99.26%	99.76%	0.26%
Modal	5	0.612	0.65%	0.08%	99.91%	99.84%	0.03%
Modal	6	0.568	0.06%	0.13%	99.97%	99.97%	0.52%
Modal	7	0.302	0.01%	0.01%	99.97%	99.98%	0.02%
Modal	8	0.272	0.02%	0.01%	99.99%	99.99%	0.00%
Modal	9	0.251	0.01%	0.01%	100.00%	100.00%	0.01%

Modal	10	0.185	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	11	0.159	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modal	12	0.151	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%

Nota: Se visualiza los modos fundamentales de vibración, periodos y porcentajes de masa participativa para cada dirección para el LSV.

e) Derivas de entrepiso

Según el artículo 23 de la NTE E.031, la deriva de entrepiso en una estructura aislada no debe exceder de 0.0035. Se muestra los resultados obtenidos para los límites inferior y superior de variación, donde se observa que el caso más crítico se da en el límite superior de variación, por lo que se considera como el parámetro de control.

Tabla 61

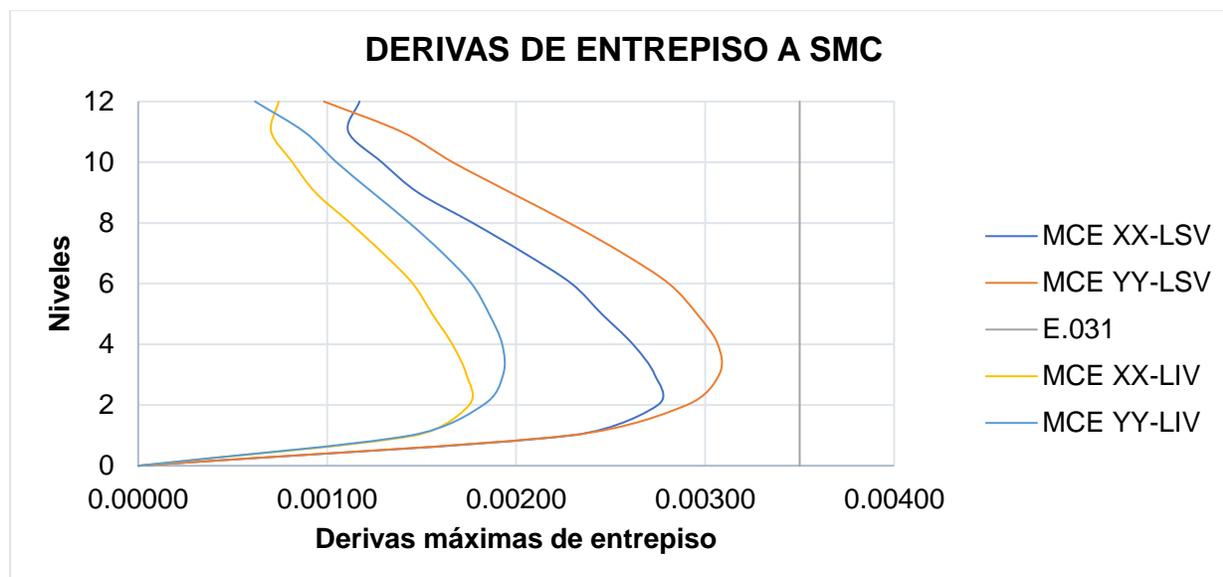
Derivas máximas de entrepiso

Story	PISO	MCE XX-LSV	MCE YY-LSV	MCE XX-LIV	MCE YY-LIV	E.031	Verif.
Techo de Duplex	12	0.00117	0.00098	0.00074	0.00062	0.0035	Ok!!!
Azotea	11	0.00111	0.00139	0.00070	0.00088	0.0035	Ok!!!
Piso 10	10	0.00129	0.00166	0.00082	0.00105	0.0035	Ok!!!
Piso 9	9	0.00148	0.00197	0.00094	0.00124	0.0035	Ok!!!
Piso 8	8	0.00177	0.00228	0.00112	0.00144	0.0035	Ok!!!
Piso 7	7	0.00204	0.00256	0.00130	0.00161	0.0035	Ok!!!
Piso 6	6	0.00229	0.00281	0.00145	0.00176	0.0035	Ok!!!
Piso 5	5	0.00245	0.00296	0.00156	0.00186	0.0035	Ok!!!
Piso 4	4	0.00262	0.00307	0.00166	0.00193	0.0035	Ok!!!
Piso 3	3	0.00273	0.00307	0.00174	0.00193	0.0035	Ok!!!
Piso 2	2	0.00275	0.00290	0.00175	0.00183	0.0035	Ok!!!
Piso 1	1	0.00229	0.00229	0.00146	0.00144	0.0035	Ok!!!
Nivel base	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0035	Ok!!!

Nota: Se visualiza los valores y se verifica el cumplimiento de las derivas de entrepiso.

Figura 31

Control de derivas de entrepiso para un sistema aislado



f) Aceleración de entrepiso

Las aceleraciones de entrepiso calculadas por el análisis dinámico modal espectral son referenciales por lo que deben ser verificados por el análisis dinámico tiempo historia.

Tabla 62

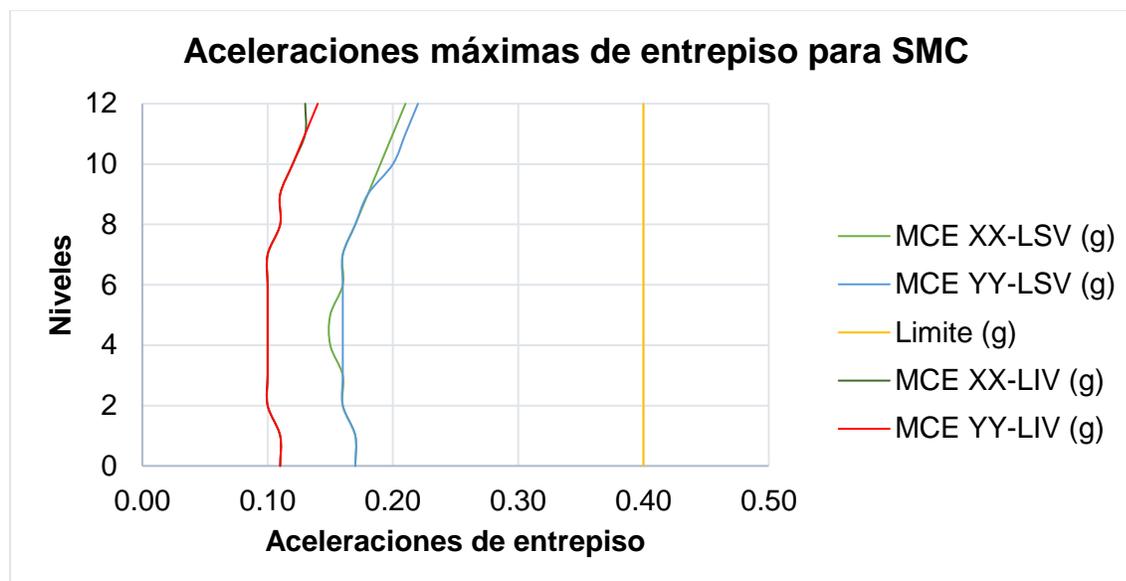
Aceleraciones máximas para sismo máximo considerado (SMC)

Story	PISO	MCE XX-LSV (g)	MCE YY-LSV (g)	MCE XX-LIV (g)	MCE YY-LIV (g)	Limite (g)
Techo de Duplex	12	0.21	0.22	0.13	0.14	0.40
Azotea	11	0.20	0.21	0.13	0.13	0.40
Piso 10	10	0.19	0.20	0.12	0.12	0.40
Piso 9	9	0.18	0.18	0.11	0.11	0.40
Piso 8	8	0.17	0.17	0.11	0.11	0.40
Piso 7	7	0.16	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 6	6	0.16	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 5	5	0.15	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 4	4	0.15	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 3	3	0.16	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 2	2	0.16	0.16	0.10	0.10	0.40
Piso 1	1	0.17	0.17	0.11	0.11	0.40
Nivel base	0	0.17	0.17	0.11	0.11	0.40

Nota: Se visualiza las aceleraciones de entrepiso y el límite de control.

Figura 32

Control de aceleraciones de entrepiso para un SMC



g) Fuerza de corte en la subestructura

Como se indica en el capítulo 21 de la NTE E.031, los elementos del sistema de aislamiento, la cimentación y todos los elementos por debajo del nivel de base deben ser diseñados y construidos para resistir una fuerza lateral mínima V_b . Se debe considerar los límites superiores, nominales e inferiores para su verificación. La V_b se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$V_b = K_{eff} * D_M$$

Del análisis estático desarrollado se obtienen las cortantes estáticas de la subestructura:

Tabla 63

Cortante estática de subestructura

Propiedad	Límite inferior	Propiedades Nominales	Límite superior
K_{eff} (tonf/m)	2,652.90	3,298.19	4,592.16
D_M (m)	0.24	0.25	0.22
V_b (tonf)	639.52	814.65	1011.59

Nota: Se visualiza los valores de cortantes estáticas para los límites de variación.

La cortante dinámica de la subestructura, se obtiene del modelo estructural realizado en el ETABS para $R=1$. Se debe verificar, que estas sean parecidas a la cortante estática de la subestructura obtenida anteriormente, lo cual indicará que se han definido correctamente los aisladores en el modelo matemático.

Tabla 64

Cortante dinámica de la subestructura

Caso de sismo (R=1)	Límite inferior	Propiedades Nominales	Límite superior
SMC _{XX}	639.38	795.26	990.15
SMC _{YY}	630.86	780.62	980.87

Nota: Se visualiza la cortante dinámica para los límites de variación.

La cortante estática y dinámica, se considera como los valores máximos de las tablas 40 y 41 para límites inferior, nominal y superior. Además, de acuerdo al acápite b) del artículo 26 se debe verificar que la cortante dinámica no debe ser menor que el 90% de la cortante estática:

Tabla 65

Verificación de relación entre cortante estática y dinámica

V_b	Estático	90%Estático	Dinámico	FC
V _{sub} XX	1011.59	910.43	990.15	Ok!
V _{sub} YY	1011.59	910.43	980.87	Ok!

Nota: Se verifica el cumplimiento de la relación entre cortante estática y cortante dinámica.

En el caso de que no se cumpliera la condición establecida por la NTE E.031, se debería escalar la cortante dinámica multiplicando por un factor de corrección (FC) para cumplir la condición. En este caso no fue necesario.

h) Cortante de diseño para la superestructura

De acuerdo a lo indicado en el artículo 21.2 de la NTE E.031, para determinar la cortante de diseño de la superestructura se consideran las propiedades de aislamiento para el límite inferior, nominal y superior de variación. Se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$V_s = \frac{V_{ST}}{R_a}$$

$$V_{st} = V_b \left(\frac{V_{ST}}{R_a} \right)^{(1-2.5\beta_M)}$$

Tabla 66

Fuerza cortante de la superestructura

Cálculo de la fuerza cortante de la superestructura (Vs)	
Peso sísmico de la estructura, P (tonf)	6375.77
Peso sísmico del nivel base (tonf)	739.56
Peso sísmico sin considerar nivel base, Ps (tonf)	5636.21
Amortiguamiento efectivo a DM (%) para LSV	18.02%
Fuerza cortante subestructura, Vb (tonf)	1011.59
Fuerza cortante no reducida, Vst (tonf)	945.31
Coeficiente de reducción convencional	7
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, Ra	2
Fuerza cortante para la superestructura, Vs (tonf)	472.65
Fuerza cortante para la superestructura, Vs (tonf)	472.65

Nota: Se visualiza los valores de fuerza cortante de la superestructura.

Según lo indicado en el artículo 21.3, se verifica los límites de Vs para los casos que aplica, en este caso se verifica por los acápites a) y c):

Tabla 67

Verificación de Vs considerando el acápite a) del artículo 21.3

Verificación por el acápite a) del artículo 21.3.	
Peso sísmico de la estructura, P (ton)	6375.77
Periodo de la estructura LSV (s)	2.470
SaM (g)	0.221
Vs-min (ton)	201.55

Nota: Se visualiza la verificación de la Vs.

Tabla 68

Verificación de Vs por el acápite c) del artículo 21.3.

Verificación por el acápite c) del artículo 21.3.	
i) Fuerza característica nominal, Qd (ton)	179.97
ii) 1.5*Fuerza característica nominal, Qd (ton)	269.96
iii) Fuerza característica LSV, Qd (ton)	275.73
Fuerza cortante mínima, Vs-min (ton)	275.73

Nota: Se visualiza los acápites considerados para la verificación de Vs.

Finalmente, se concluye que, las cortantes mínimas calculadas en la verificación son menores a la cortante calculada $V_s = 472.65$ tonf, por lo tanto, no se aplica ningún factor de corrección. Para el diseño de la superestructura se crea una combinación de carga con los siguientes factores de corrección:

Tabla 69

Factores de corrección para la cortante de diseño de la superestructura

Dirección	Vb (tonf)	Vs (tonf)	FC
X	990.15	472.65	0.477
Y	980.87	472.65	0.482

Nota: Se visualiza el cálculo de los factores de corrección de la cortante.

4.7.3.3 Análisis dinámico tiempo historia

a) Señales sísmicas utilizadas

Para un análisis tiempo - historia según lo establecido en el artículo 15 de la NTE E.031, para predecir el movimiento del suelo se debe utilizar como mínimo 7 pares de registros sísmicos cada uno con 2 componentes horizontales de aceleración.

Tabla 70

Registros sísmicos utilizados para el análisis tiempo - historia

ITEM	EARTHQUAKE	MAGNITUDE (Mw)	DURATION (seg)	dt (seg)	# DATOS	PGA (g)	
						EW	NS
1	Lima 1966	8.1	65.64	0.02	3283	0.18	0.27
2	Pisco 2007	7.0	218.06	0.01	21807	0.28	0.34

3	Lima 1974	6.6	97.96	0.02	4899	0.20	0.18
4	Moquegua 2001	6.9	198.91	0.01	19892	0.30	0.22
5	Huaraz 1970	6.6	45.08	0.02	2255	0.11	0.10
6	Mala 2021	5.8	42.95	0.01	4296	0.21	0.23
7	Lima 2022	5.6	83.22	0.01	8323	0.15	0.18

Nota: Se muestra la lista de los registros sísmicos utilizados para el análisis tiempo historia.

b) Corrección por línea base y filtrado de señales

Los registros sísmicos se obtienen de la página del instituto geofísico del Perú (IGP) y utilizando el programa Seismosignal, se realiza la corrección por línea base y el filtrado de frecuencias para eliminar frecuencias fuera de la banda.

Figura 33

Inserción de registros sísmicos al programa Seismosignal

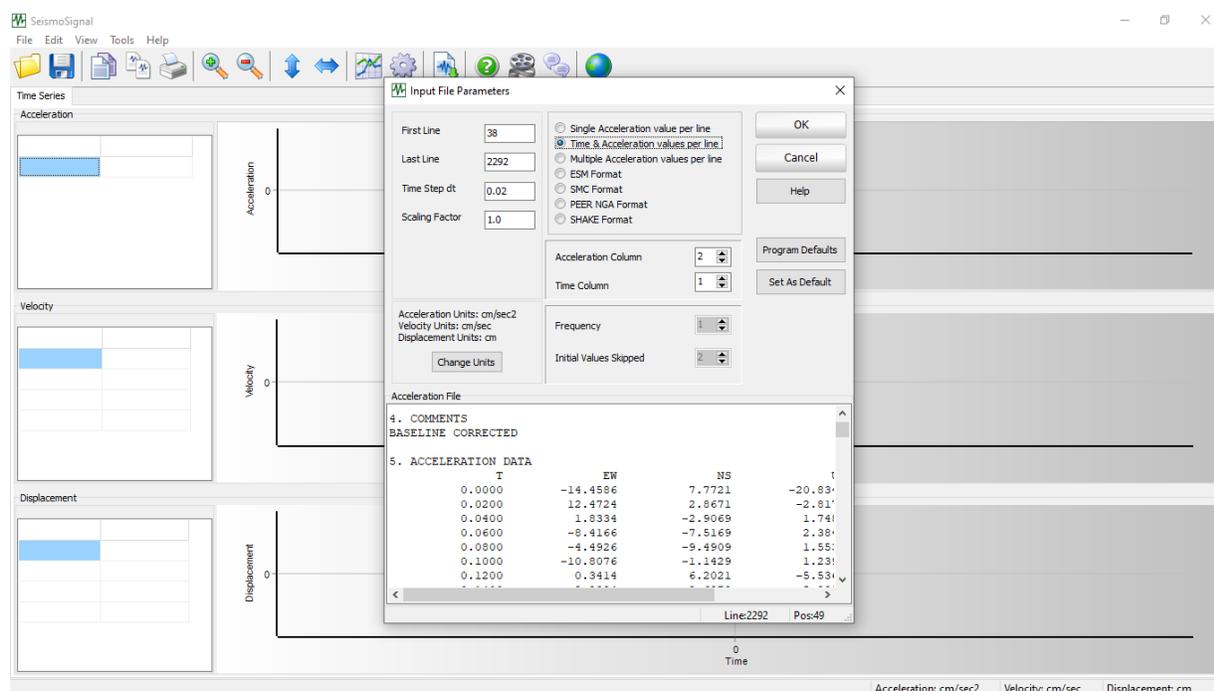


Figura 34

Registros sísmicos con interferencia de señales sin corrección por línea base ni filtrado

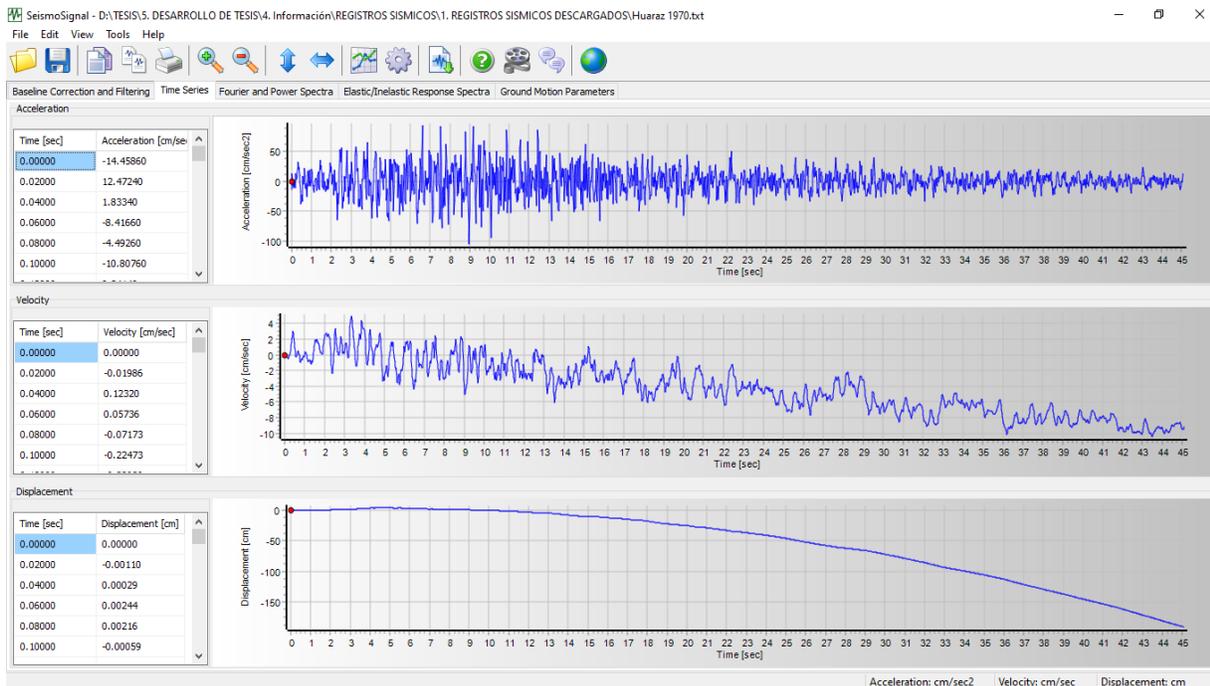


Figura 35

Corrección por línea base y filtrado de señales sísmicas en el programa SeismoSignal

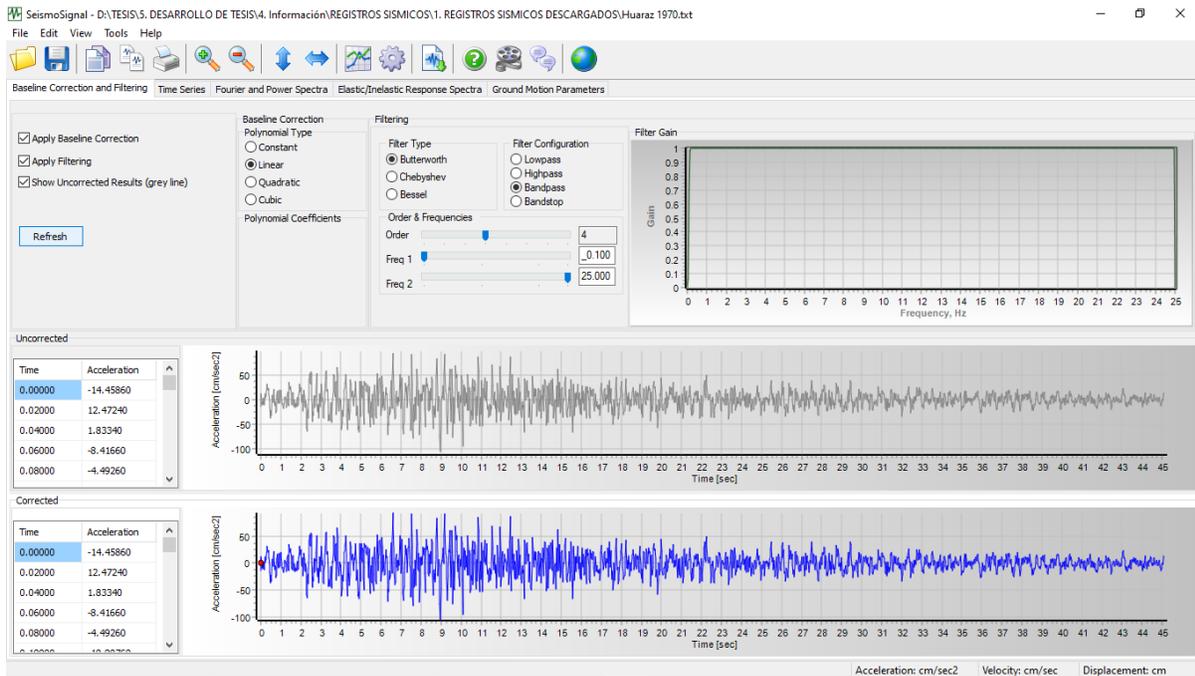
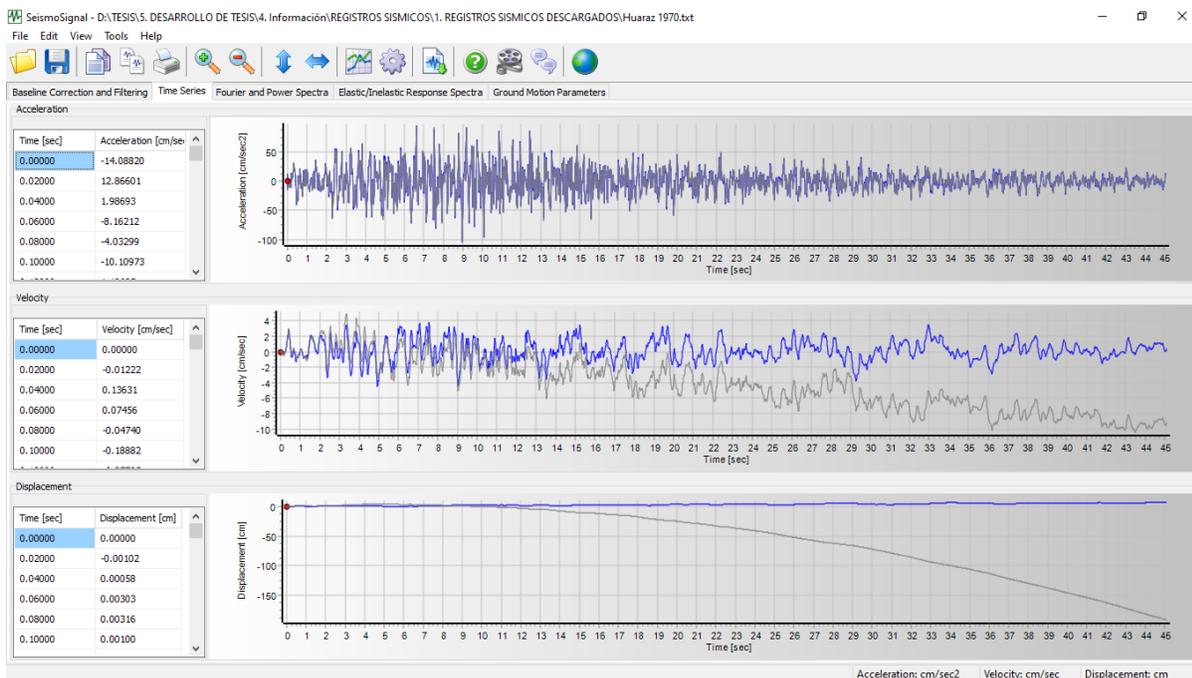


Figura 36

Registros sísmicos corregidos en el programa Seismosignal

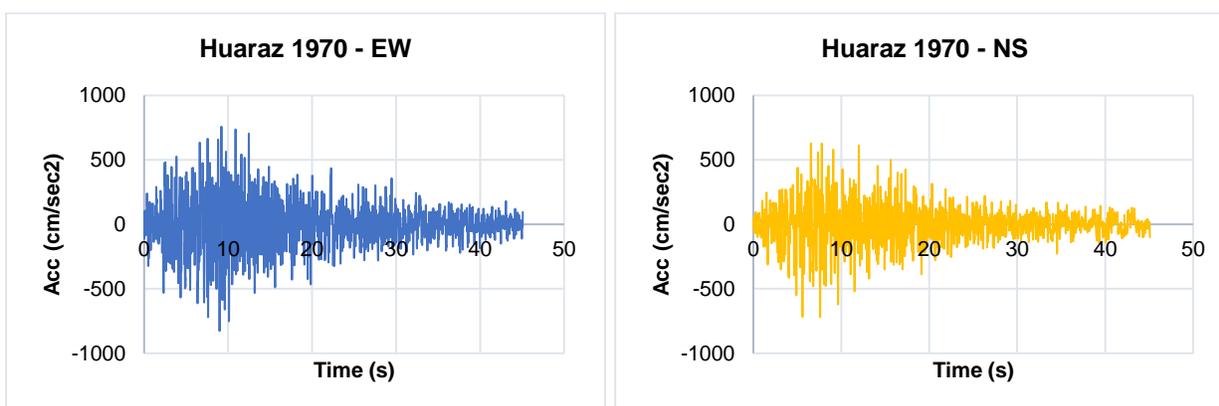


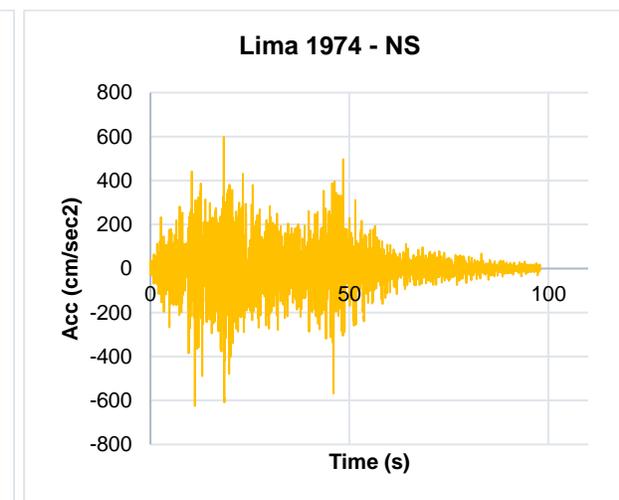
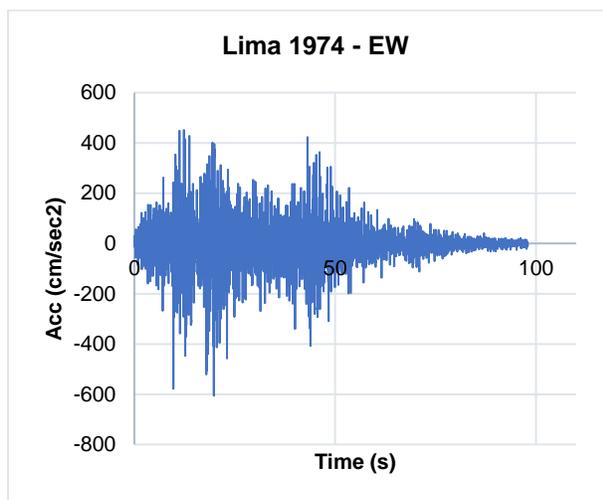
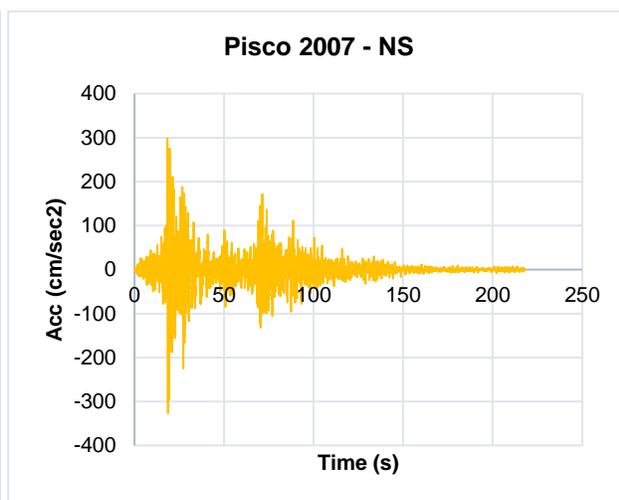
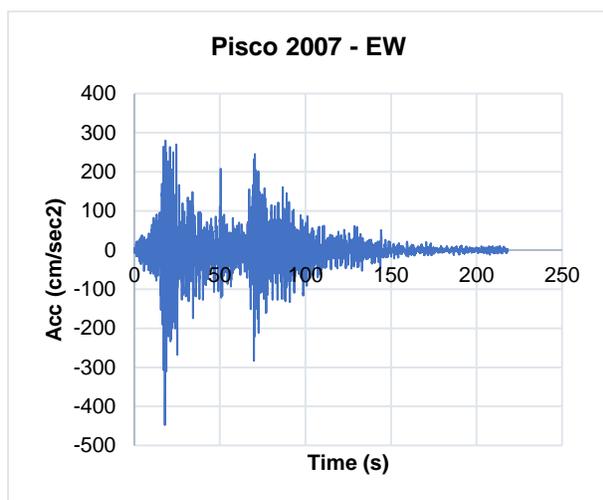
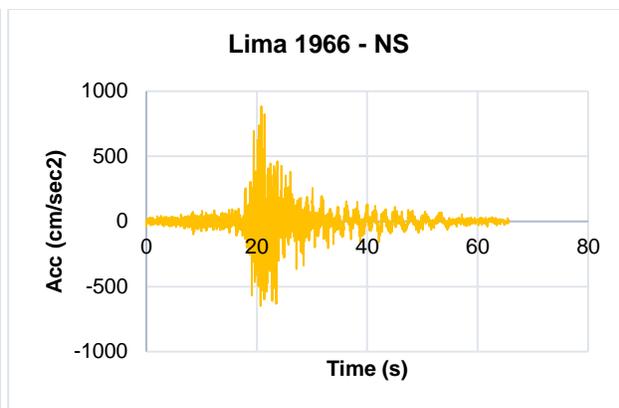
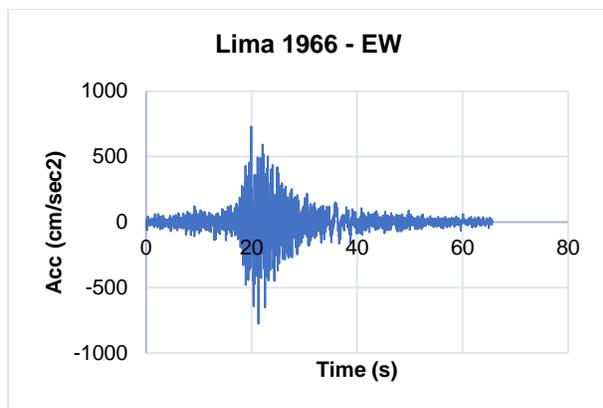
c) Escalamientos de señales

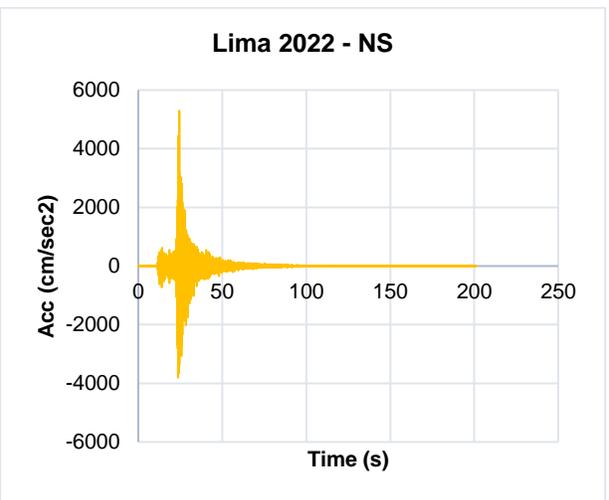
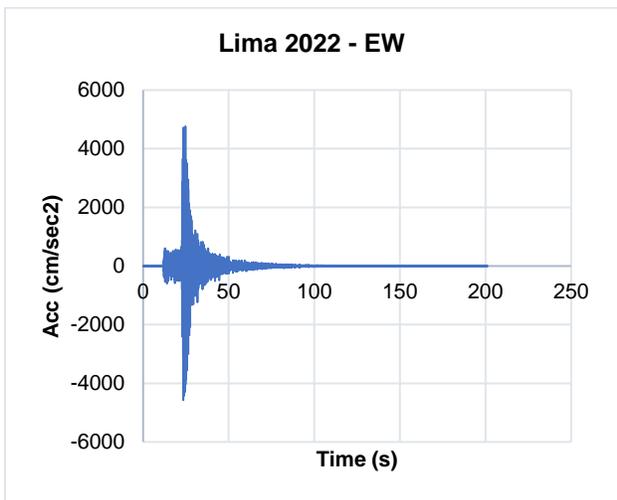
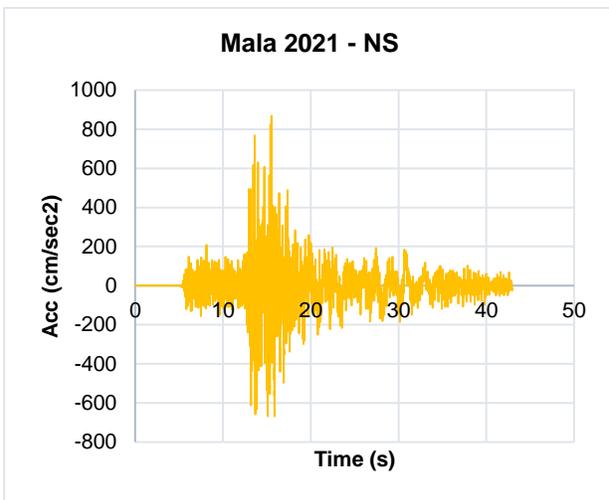
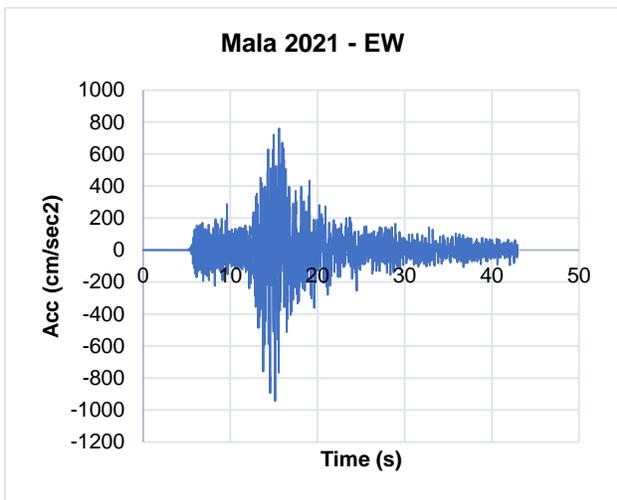
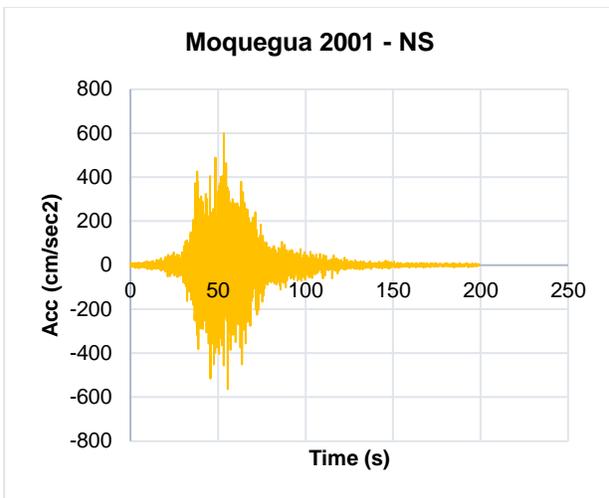
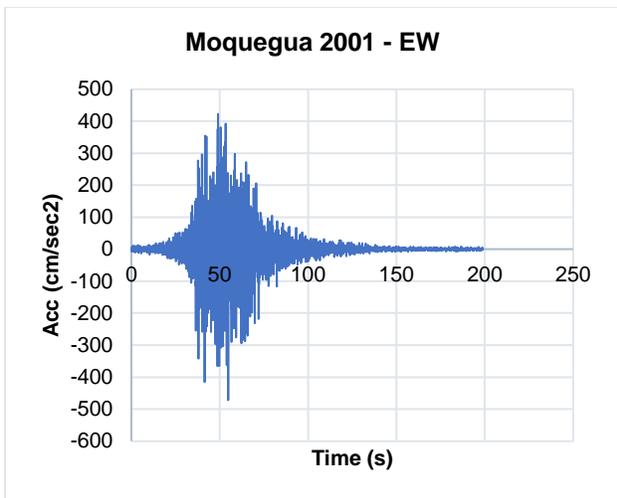
Los registros sísmicos corregidos y filtrados se escalan al espectro de la NTE E.031. Se utilizó el programa Seismomatch 2022. De acuerdo al acápite 15.7 de la norma E.031 cada componente horizontal fue escalado de modo que en el rango de periodos $0.2 T_M = 0.43$ seg (calculado para el LSV) y $1.25 T_M = 3.93$ seg (calculado para el LIV) no sea menor que el 90% del espectro de diseño de la NTE E.031.

Figura 37

Pares de registros sísmicos utilizados







Se ingresan los registros sísmicos corregidos al Seismomatch para el escalado.

Figura 38

Ingreso de registros sísmicos corregidos al software Seismomatch

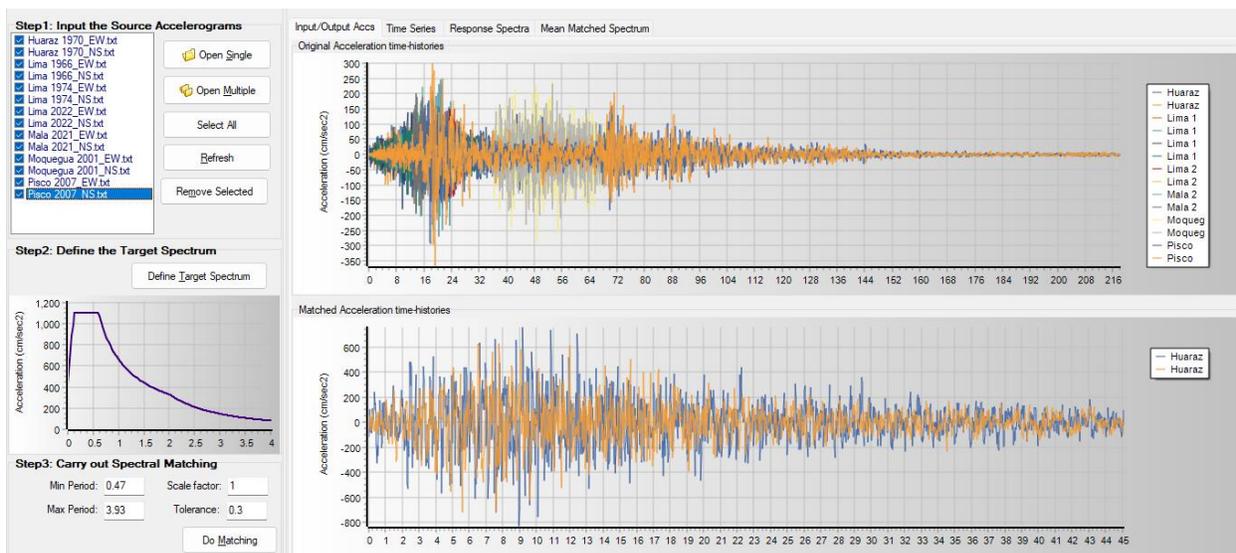


Figura 39

Escalado de registros sísmicos al espectro de la norma E.031

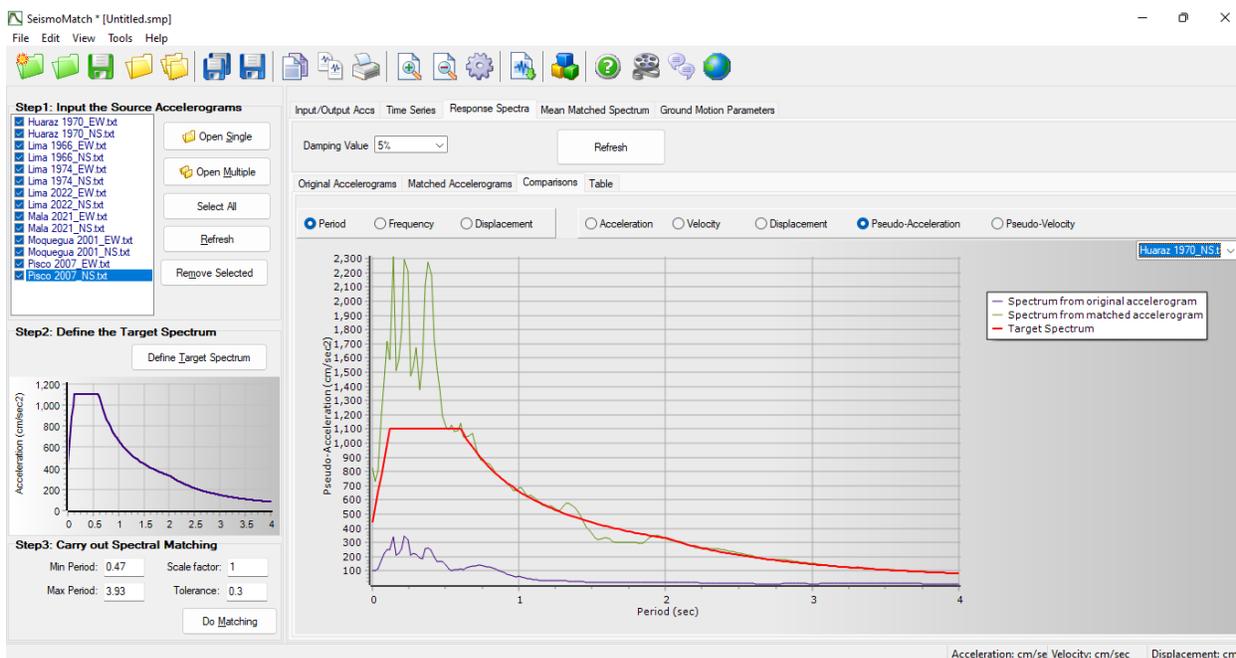
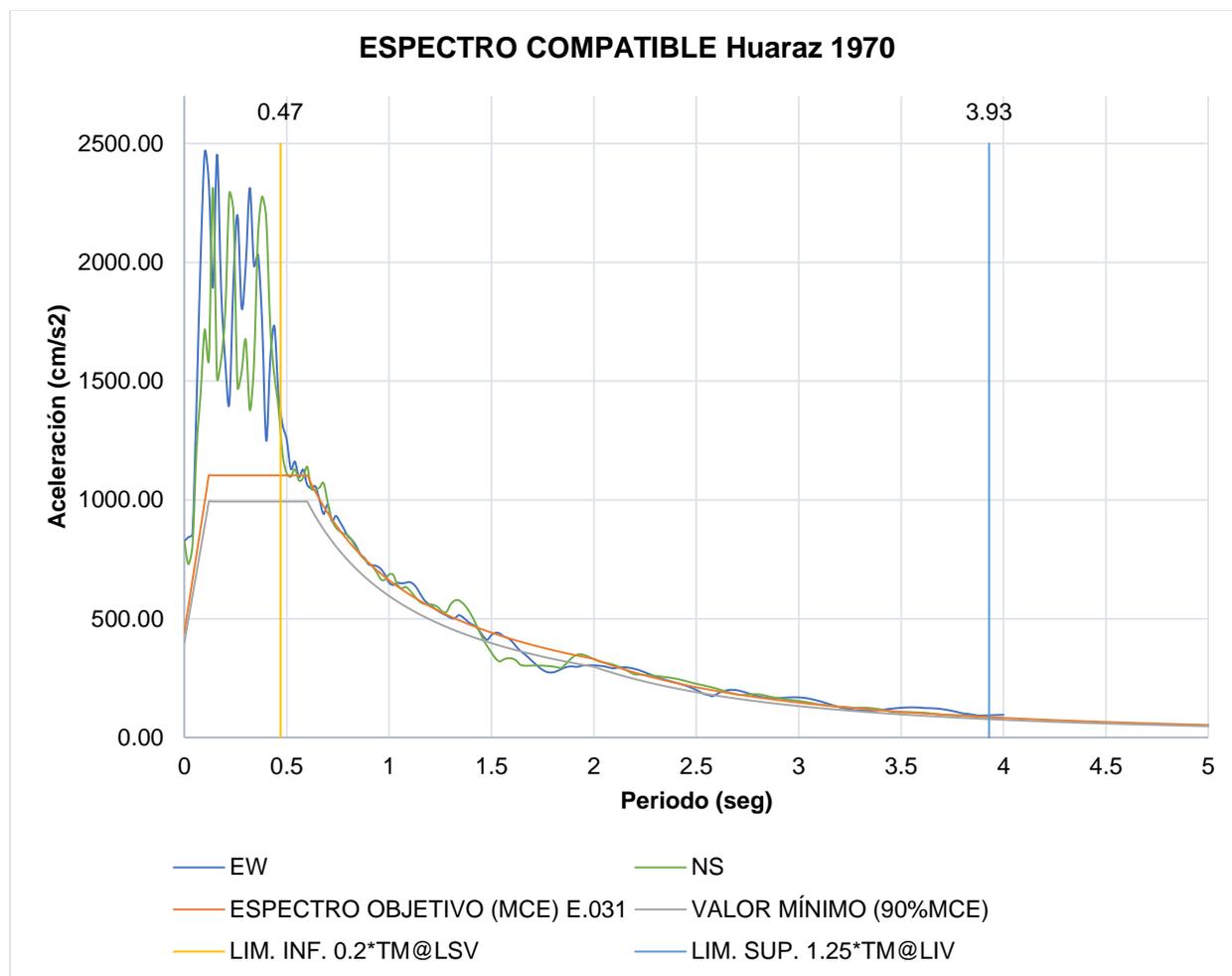


Figura 40

Compatibilización de espectros y escalado en los límites establecidos por la norma E.031

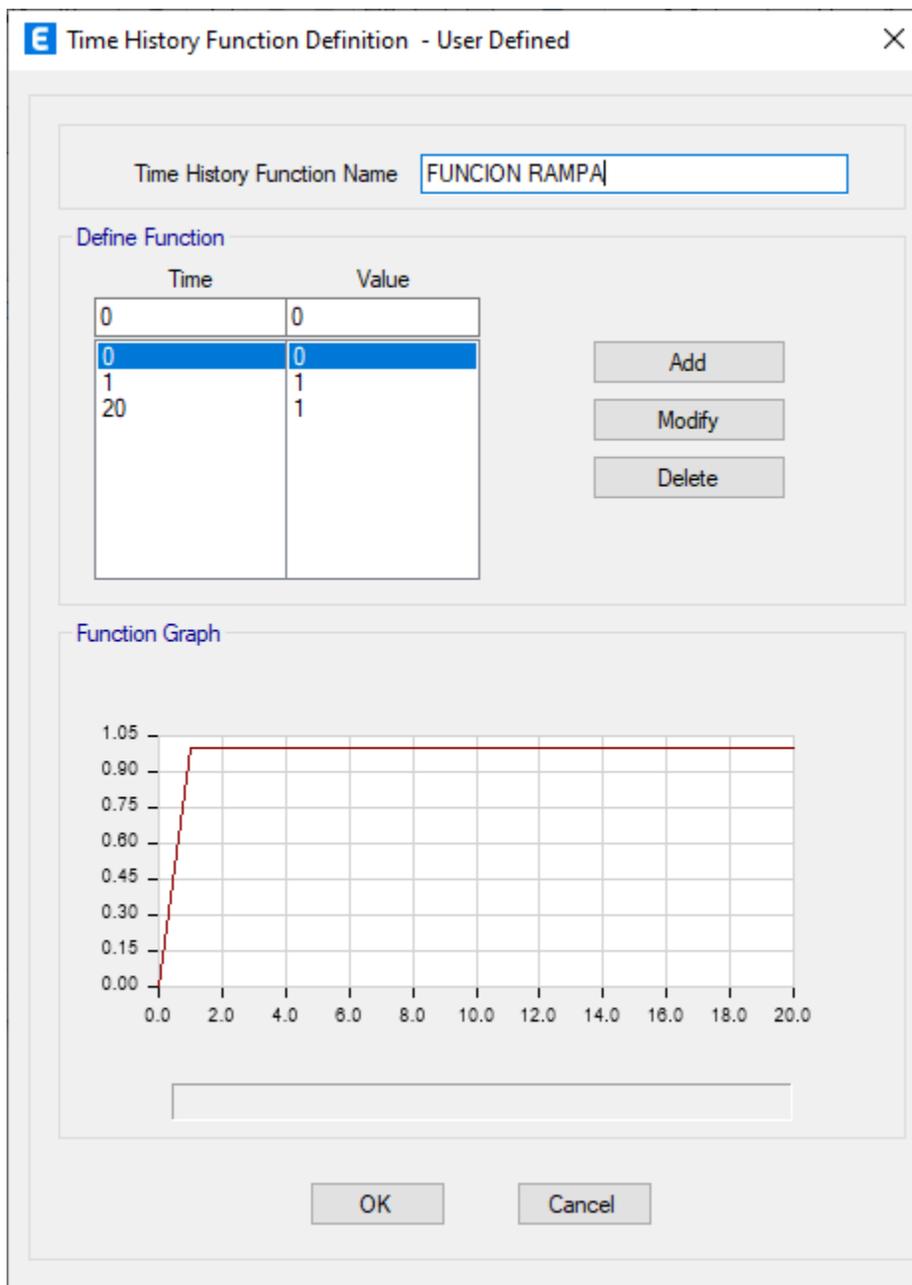


d) Definición de función rampa

El objetivo de incluir la función rampa, es simular que las cargas gravitatorias estén presentes en la estructura antes de la aplicación de las fuerzas sísmicas. Se define ingresando al menú define – Funtions – Time History.

Figura 41

Definición de la función rampa en el programa ETABS

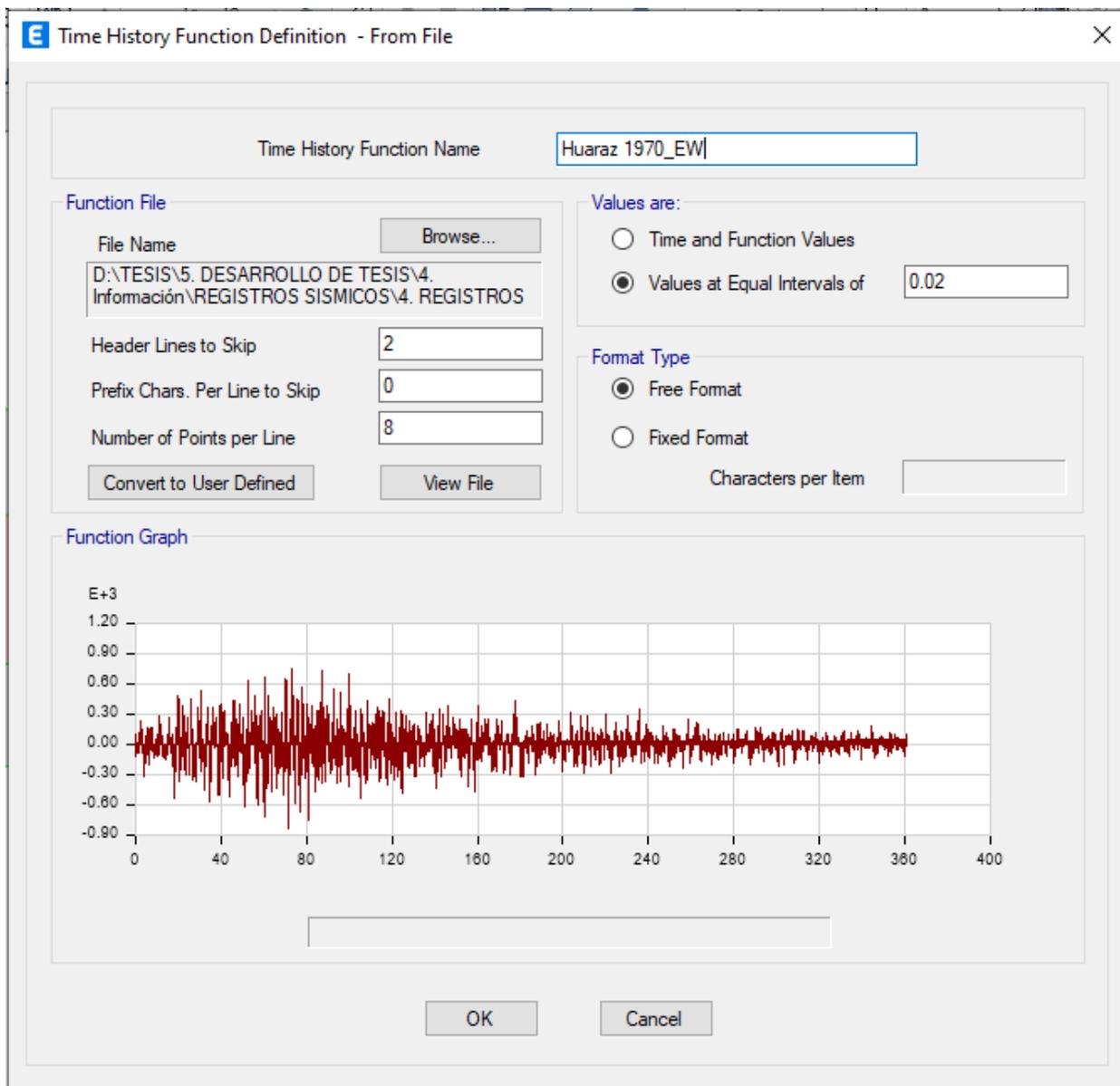


e) Definición de registros

Se ingresó los 7 pares de registros sísmicos escalados al programa ETABS, en el menú define – Funtions – Time History, se elige la opción from file, ya que se va ingresar a partir de un archivo de texto. Finalmente se selecciona la opción convert to user defined para hacer el registro propio del programa.

Figura 42

Definición de pares de registros sísmicos en el programa ETABS



f) Definición de función peso

Se define la función peso previo a la definición de casos de carga sísmicos, ingresando al menú define – Load case – Add new function. Y se carga la función rampa definida previamente en la dirección U3. El scale factor depende las unidades en las que se ingresaron los registros sísmicos, es decir si estos se encuentran en función de la gravedad este valor será 9.81 m/s². En este caso los registros están en cm/s² por ello se considera 0.01.

Figura 43

Definición de función peso sísmico en el programa ETABS

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Time History Nonlinear Modal (FNA) Notes...

Mass Source: Previous (Masa del sistema)

Analysis Model: Default

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U3	FUNCION RAMPA	0.01

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Number of Output Time Steps:

Output Time Step Size: sec

Modal Damping:

Nonlinear Parameters:

g) Definición de casos de carga

Se define los casos de carga sísmica con los sismos escalados, considerando una participación del 100% en cada dirección. Ingresando al menú define – Funtions – Time history. Se ingresan los 7 pares de registros sísmicos y los resultados se obtienen del promedio de los máximos valores de cada caso. En las condiciones iniciales se asigna el peso sísmico definido.

Figura 44

Definición de casos de carga para los registros sísmicos - caso A

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Time History / Nonlinear Modal (FNA) Notes...

Mass Source:

Analysis Model:

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Huaraz 1970_EW	0.01
Acceleration	U2	Huaraz 1970_NS	0.01

Add Delete

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Number of Output Time Steps:

Output Time Step Size: sec

Modal Damping: Modify/Show ...

Nonlinear Parameters: Modify/Show ...

OK Cancel

Figura 45

Definición de casos de carga para los registros sísmicos - caso B

E Load Case Data [Close]

General

Load Case Name: [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History | Nonlinear Modal (FNA) [Notes...]

Mass Source:

Analysis Model:

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Huaraz 1970_EW	0.01
Acceleration	U1	Huaraz 1970_NS	0.01

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case:

Number of Output Time Steps:

Output Time Step Size: sec

Modal Damping: [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

h) Definición de propiedades no lineales en los links

Para el análisis tiempo historia, se ingresan las propiedades no lineales de los elementos link activando las casillas Nonlinear en las direcciones U2 y U3. Las propiedades ingresadas son:

- ✓ Rigidez elástica K_e : Stiffness
- ✓ Rigidez de fluencia F_y : Yield strength
- ✓ La relación entre la rigidez pos-fluencia y la rigidez elástica $K_d/K_e = 0.1$: Post yield stiffness ratio.

Figura 46

Definición de propiedades no lineales de los links

The figure displays two software dialog boxes side-by-side. The left dialog, titled 'Link Property Data', is used for defining the general properties of a link. It includes sections for 'General' (Property Name: LRB, Type: Rubber Isolator), 'Total Mass and Weight' (Mass: 0.1 tonf-s²/m, Weight: 1 tonf), and 'Directional Properties'. In the 'Directional Properties' section, a table shows that for directions U2 and U3, the 'NonLinear' checkbox is checked, while for U1, R1, R2, and R3, it is not. The right dialog, titled 'Link/Support Directional Properties', provides detailed settings for the selected direction (U2). It includes 'Identification' (Property Name: LRB, Type: Rubber Isolator, NonLinear: Yes), 'Linear Properties' (Effective Stiffness: 283.99 tonf/m, Effective Damping: 43.06 tonf-s/m), 'Shear Deformation Location' (Distance from End-J: 0.25 m), and 'Nonlinear Properties' (Stiffness: 1983.55 tonf/m, Yield Strength: 22.18 tonf, Post Yield Stiffness Ratio: 0.1).

i) Verificación de cargas en aisladores y deslizadores

Una vez ingresado todos los datos, se analiza la estructura y se verifica las cargas máximas y mínimas en los dispositivos. Se extraen las combinaciones de carga máxima y mínima teniendo en cuenta los valores promedio de los casos sísmicos tiempo historia definidos.

Tabla 71

Verificación de cargas máximas y mínimas en los aisladores

Link	Type	CM (ton)	CV (ton)	CS - (ton)	CS + (ton)	Pserv (ton)	Pmáx (ton)	Pmín (ton)
K1	Slider	88.33	11.62	203.36	0	91.23	348.17	59.62
K2	Slider	118.02	19.52	181.74	164.64	122.90	380.22	-84.98
K21	Slider	72.26	8.02	185.55	0	74.27	302.16	48.78
K23	Slider	95.60	13.98	190.6	0	99.10	349.09	64.53
K3	Slider	118.74	18.89	179.27	0	123.46	378.03	80.15
K4	Slider	91.85	11.95	207.6	0	94.84	358.01	62.00
K5	Slider	119.59	18.15	148.14	141.77	124.13	347.22	-61.05
K12	RB	183.34	30.86	158.03	170.03	191.05	467.03	-46.28
K13	RB	161.23	33.52	167.48	158.05	169.61	447.19	-49.22
K16	RB	186.05	27.66	173.06	180.78	192.97	482.06	-55.20
K17	RB	225.76	51.90	20	19.06	238.74	417.88	133.33
K20	RB	188.02	28.70	204.65	212.16	195.20	517.86	-85.25
K22	RB	137.03	22.84	122.8	0	142.74	353.47	92.50
K24	RB	146.39	25.70	117.42	0	152.81	365.47	98.81
K25	RB	223.14	46.69	92.17	95.55	234.81	479.67	55.07
K26	RB	276.59	53.31	212.44	209.72	289.92	687.05	-23.02
K27	RB	213.86	39.78	133.9	134.63	223.80	499.07	9.73
K28	RB	135.69	22.14	187.2	187.64	141.22	415.02	-96.05
K6	RB	251.25	48.63	36.82	35.52	263.41	468.20	134.07
K7	RB	244.29	46.89	36.61	35.84	256.01	455.55	129.06
K8	RB	138.15	20.89	156.57	172.87	143.37	386.45	-79.62
K9	RB	173.84	30.77	168.67	158.75	181.53	463.55	-41.41
K10	LRB	359.36	74.60	57.23	61.28	378.01	680.54	181.29
K11	LRB	365.08	75.45	60.82	66.69	383.94	693.63	179.74
K14	LRB	599.29	118.44	281.68	268.42	628.90	1313.68	136.10
K15	LRB	400.09	74.63	273.37	286.9	418.75	956.78	-16.84
K18	LRB	415.91	92.69	127.29	127.56	439.08	856.62	153.18
K19	LRB	362.15	71.27	17.52	15.56	379.97	640.78	228.89

Nota: Se visualiza las cargas máximas y mínimas que soportan los aisladores.

j) Derivas de entrepiso

Luego de verificar el diseño del aislamiento que deben cumplir con los factores de seguridad, condiciones de pandeo crítico y esfuerzo admisible con las cargas obtenidas en el análisis tiempo historia. Se verifica las derivas de entrepiso en las direcciones X e Y considerando el caso más crítico que es el límite superior de variación (LSV). De acuerdo al ítem b) del acápite 26.4 de la NTE E.031, la máxima deriva de entrepiso de la superestructura calculado por el análisis dinámico tiempo historia, y, considerando las propiedades no lineales de la interfaz, no debe exceder 0.005. De los resultados obtenidos se concluye que, el diseño cumple con lo establecido por la norma E.031 en cuanto a distorsión de entrepiso.

Tabla 72*Derivas de entrepiso en la dirección X*

X-X	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM.	Máx.
	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	DXX	Adm.
12	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0011	0.0012	0.0015	0.0012	0.0012	0.0009	0.0016	0.0012	0.0050
11	0.0011	0.0012	0.0011	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0010	0.0012	0.0014	0.0012	0.0012	0.0009	0.0015	0.0012	0.0050
10	0.0013	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016	0.0014	0.0014	0.0012	0.0018	0.0014	0.0050
9	0.0015	0.0019	0.0018	0.0018	0.0019	0.0017	0.0015	0.0014	0.0015	0.0019	0.0016	0.0018	0.0015	0.0020	0.0017	0.0050
8	0.0015	0.0022	0.0021	0.0020	0.0022	0.0019	0.0016	0.0017	0.0017	0.0021	0.0018	0.0020	0.0017	0.0022	0.0019	0.0050
7	0.0017	0.0026	0.0023	0.0023	0.0025	0.0021	0.0018	0.0019	0.0019	0.0023	0.0019	0.0023	0.0019	0.0024	0.0021	0.0050
6	0.0019	0.0029	0.0024	0.0025	0.0026	0.0023	0.0019	0.0021	0.0020	0.0026	0.0020	0.0024	0.0021	0.0026	0.0023	0.0050
5	0.0019	0.0030	0.0024	0.0025	0.0027	0.0024	0.0019	0.0021	0.0021	0.0027	0.0022	0.0025	0.0021	0.0027	0.0024	0.0050
4	0.0020	0.0031	0.0023	0.0026	0.0027	0.0024	0.0020	0.0022	0.0022	0.0028	0.0023	0.0025	0.0022	0.0027	0.0024	0.0050
3	0.0021	0.0030	0.0022	0.0025	0.0026	0.0023	0.0021	0.0022	0.0024	0.0029	0.0024	0.0024	0.0023	0.0026	0.0024	0.0050
2	0.0021	0.0028	0.0021	0.0024	0.0025	0.0023	0.0021	0.0022	0.0024	0.0028	0.0024	0.0023	0.0023	0.0025	0.0024	0.0050
1	0.0018	0.0022	0.0018	0.0020	0.0020	0.0019	0.0017	0.0018	0.0020	0.0023	0.0019	0.0018	0.0019	0.0020	0.0019	0.0050
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050

Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso en la dirección X para cada caso sísmico.

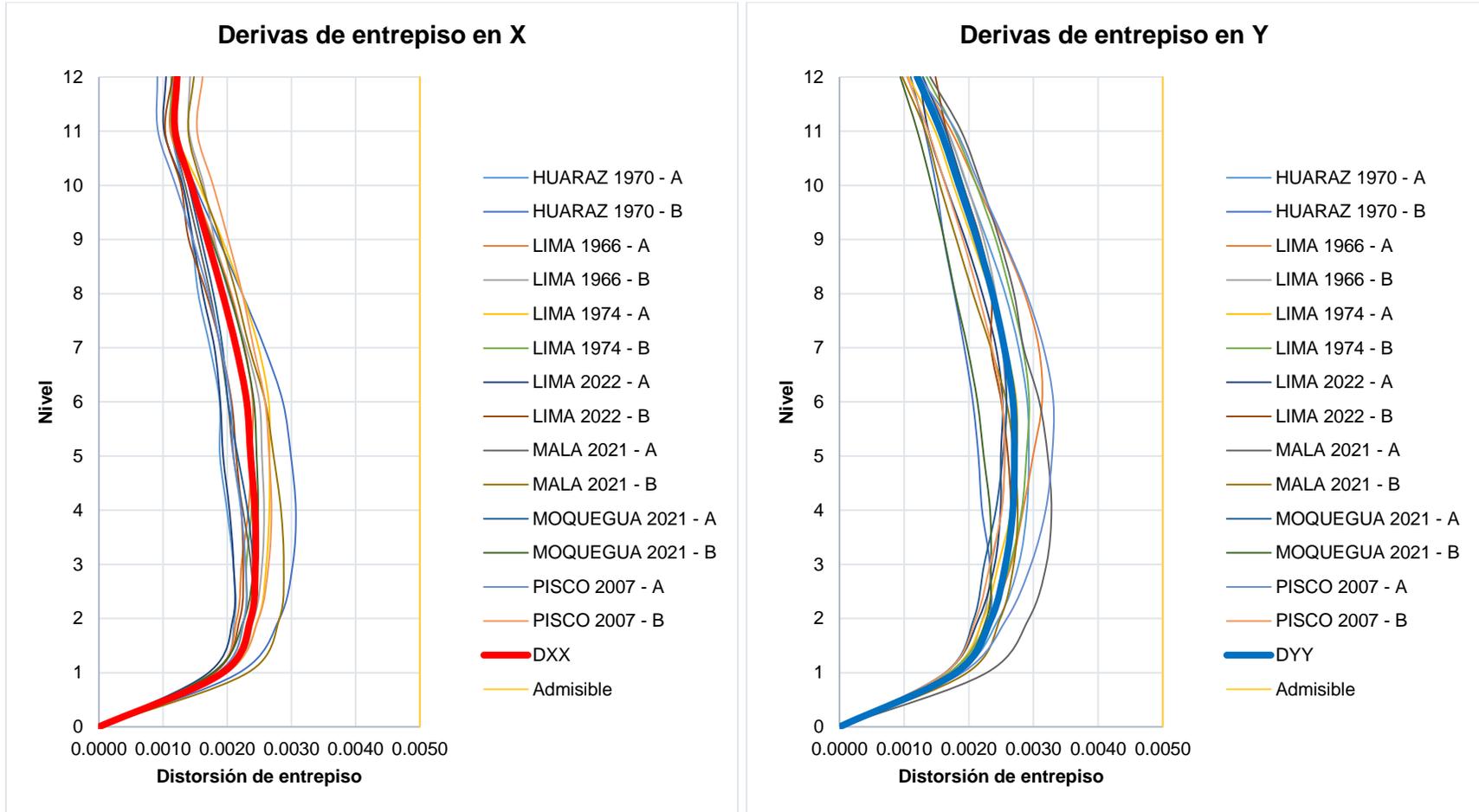
Tabla 73*Derivas de entrepiso en la dirección Y*

Y-Y	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM.	Máx.
PISO	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	DYY	Adm.
12	0.0012	0.0011	0.0012	0.0013	0.0011	0.0013	0.0012	0.0015	0.0014	0.0010	0.0013	0.0009	0.0012	0.0010	0.0012	0.0050
11	0.0017	0.0013	0.0017	0.0017	0.0015	0.0018	0.0014	0.0017	0.0019	0.0013	0.0016	0.0012	0.0018	0.0014	0.0016	0.0050
10	0.0020	0.0015	0.0021	0.0020	0.0018	0.0021	0.0016	0.0019	0.0022	0.0016	0.0019	0.0014	0.0022	0.0016	0.0018	0.0050
9	0.0023	0.0016	0.0025	0.0022	0.0021	0.0024	0.0019	0.0022	0.0025	0.0018	0.0022	0.0016	0.0025	0.0019	0.0021	0.0050
8	0.0026	0.0018	0.0029	0.0024	0.0023	0.0026	0.0022	0.0024	0.0027	0.0021	0.0024	0.0018	0.0029	0.0021	0.0024	0.0050
7	0.0028	0.0019	0.0031	0.0025	0.0026	0.0028	0.0024	0.0023	0.0028	0.0023	0.0025	0.0020	0.0032	0.0024	0.0025	0.0050
6	0.0029	0.0021	0.0031	0.0026	0.0027	0.0029	0.0025	0.0025	0.0031	0.0026	0.0026	0.0021	0.0033	0.0025	0.0027	0.0050
5	0.0029	0.0021	0.0030	0.0026	0.0027	0.0029	0.0025	0.0026	0.0032	0.0027	0.0025	0.0022	0.0033	0.0026	0.0027	0.0050
4	0.0029	0.0022	0.0028	0.0025	0.0027	0.0028	0.0025	0.0026	0.0033	0.0028	0.0024	0.0023	0.0032	0.0025	0.0027	0.0050
3	0.0028	0.0023	0.0027	0.0024	0.0025	0.0026	0.0024	0.0026	0.0032	0.0027	0.0022	0.0023	0.0030	0.0023	0.0026	0.0050
2	0.0025	0.0023	0.0023	0.0022	0.0022	0.0023	0.0022	0.0024	0.0029	0.0025	0.0021	0.0023	0.0026	0.0021	0.0023	0.0050
1	0.0018	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0018	0.0023	0.0020	0.0016	0.0018	0.0019	0.0016	0.0018	0.0050
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050

Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso en la dirección Y para cada caso sísmico.

Figura 47

Verificación de derivas de entrepiso para el sistema aislado



k) Aceleraciones de entrepiso

Si bien la norma E.031 no establece los límites de control para las aceleraciones de entrepiso, es un parámetro a controlar ya que, de esta depende el daño en el contenido y los elementos no estructurales. Se toma como referencia para el control lo establecido en el manual Hazus que establece 0.3g para un daño leve, por criterio se opta por un valor límite de 0.4g, ya que se está analizando para un sismo máximo considerado (SMC).

Tabla 74

Aceleración de entrepiso en la dirección X

ACC X-X	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM.	Máx.
	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	DXX	Adm.
PISO																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.40
1	0.31	0.25	0.32	0.26	0.24	0.22	0.42	0.33	0.24	0.24	0.21	0.23	0.20	0.22	0.26	0.40
2	0.24	0.22	0.33	0.24	0.23	0.20	0.41	0.29	0.26	0.22	0.20	0.21	0.18	0.21	0.25	0.40
3	0.21	0.21	0.31	0.24	0.27	0.18	0.36	0.32	0.22	0.21	0.19	0.21	0.19	0.20	0.24	0.40
4	0.23	0.22	0.30	0.24	0.27	0.18	0.35	0.35	0.20	0.21	0.17	0.20	0.19	0.18	0.24	0.40
5	0.24	0.22	0.28	0.24	0.26	0.16	0.31	0.30	0.19	0.19	0.24	0.18	0.18	0.15	0.22	0.40
6	0.27	0.21	0.28	0.24	0.26	0.16	0.29	0.22	0.19	0.18	0.27	0.19	0.17	0.17	0.22	0.40
7	0.25	0.21	0.26	0.25	0.24	0.18	0.31	0.33	0.21	0.19	0.24	0.19	0.17	0.19	0.23	0.40
8	0.23	0.23	0.26	0.22	0.24	0.19	0.33	0.38	0.22	0.20	0.19	0.22	0.18	0.22	0.24	0.40
9	0.20	0.25	0.29	0.24	0.24	0.20	0.38	0.33	0.22	0.22	0.20	0.24	0.19	0.26	0.25	0.40
10	0.23	0.26	0.30	0.28	0.27	0.25	0.29	0.29	0.24	0.28	0.25	0.26	0.23	0.29	0.27	0.40
11	0.31	0.30	0.33	0.35	0.33	0.29	0.35	0.45	0.32	0.34	0.34	0.32	0.28	0.32	0.33	0.40
12	0.47	0.37	0.44	0.44	0.53	0.34	0.85	0.80	0.43	0.34	0.41	0.43	0.33	0.35	0.47	0.40

Nota: Se visualiza las aceleraciones de entrepiso en la dirección X para cada caso sísmico.

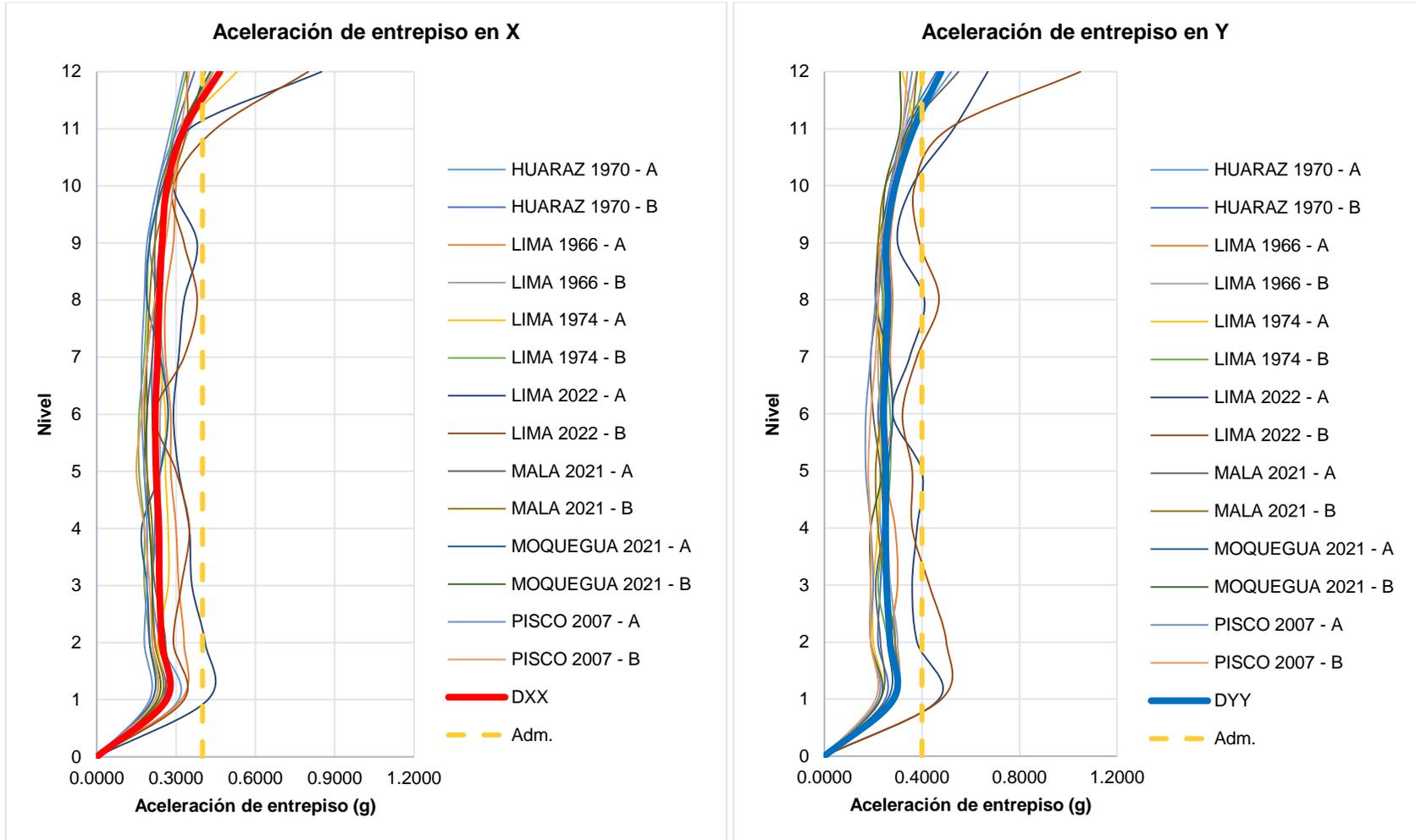
Tabla 75*Aceleración de entrepiso en la dirección Y*

ACC Y-Y	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM .	Máx. Adm	
	PISO	CASO A	CASO B	CAS O A	CAS O B	CASO A	CASO B	CASO A	CASO B	DYY	.						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.40
1	0.27	0.25	0.28	0.28	0.23	0.28	0.47	0.48	0.23	0.28	0.26	0.23	0.22	0.21	0.28	0.28	0.40
2	0.29	0.22	0.27	0.30	0.20	0.26	0.38	0.50	0.23	0.29	0.26	0.19	0.19	0.19	0.27	0.27	0.40
3	0.27	0.23	0.30	0.27	0.20	0.22	0.36	0.43	0.21	0.25	0.25	0.19	0.20	0.19	0.26	0.26	0.40
4	0.23	0.24	0.29	0.26	0.22	0.25	0.38	0.36	0.24	0.22	0.25	0.19	0.19	0.19	0.25	0.25	0.40
5	0.23	0.24	0.25	0.26	0.23	0.27	0.40	0.36	0.23	0.21	0.26	0.24	0.17	0.18	0.25	0.25	0.40
6	0.25	0.22	0.28	0.23	0.23	0.27	0.28	0.32	0.20	0.23	0.28	0.25	0.17	0.19	0.24	0.24	0.40
7	0.26	0.24	0.27	0.22	0.24	0.25	0.35	0.38	0.19	0.23	0.26	0.24	0.19	0.21	0.25	0.25	0.40
8	0.24	0.24	0.28	0.24	0.22	0.24	0.41	0.47	0.22	0.21	0.21	0.25	0.21	0.22	0.26	0.26	0.40
9	0.24	0.24	0.27	0.24	0.25	0.22	0.30	0.39	0.24	0.22	0.23	0.24	0.24	0.23	0.25	0.25	0.40
10	0.30	0.27	0.30	0.27	0.30	0.29	0.36	0.37	0.28	0.25	0.27	0.25	0.27	0.28	0.29	0.29	0.40
11	0.36	0.33	0.36	0.33	0.36	0.36	0.53	0.51	0.35	0.35	0.34	0.31	0.32	0.32	0.37	0.37	0.40
12	0.52	0.46	0.47	0.38	0.32	0.41	0.67	1.05	0.55	0.38	0.48	0.31	0.36	0.34	0.48	0.48	0.40

Nota: Se visualiza las aceleraciones de entrepiso en la dirección Y para cada caso sísmico.

Figura 48

Verificación de aceleraciones de entrepiso en el sistema aislado

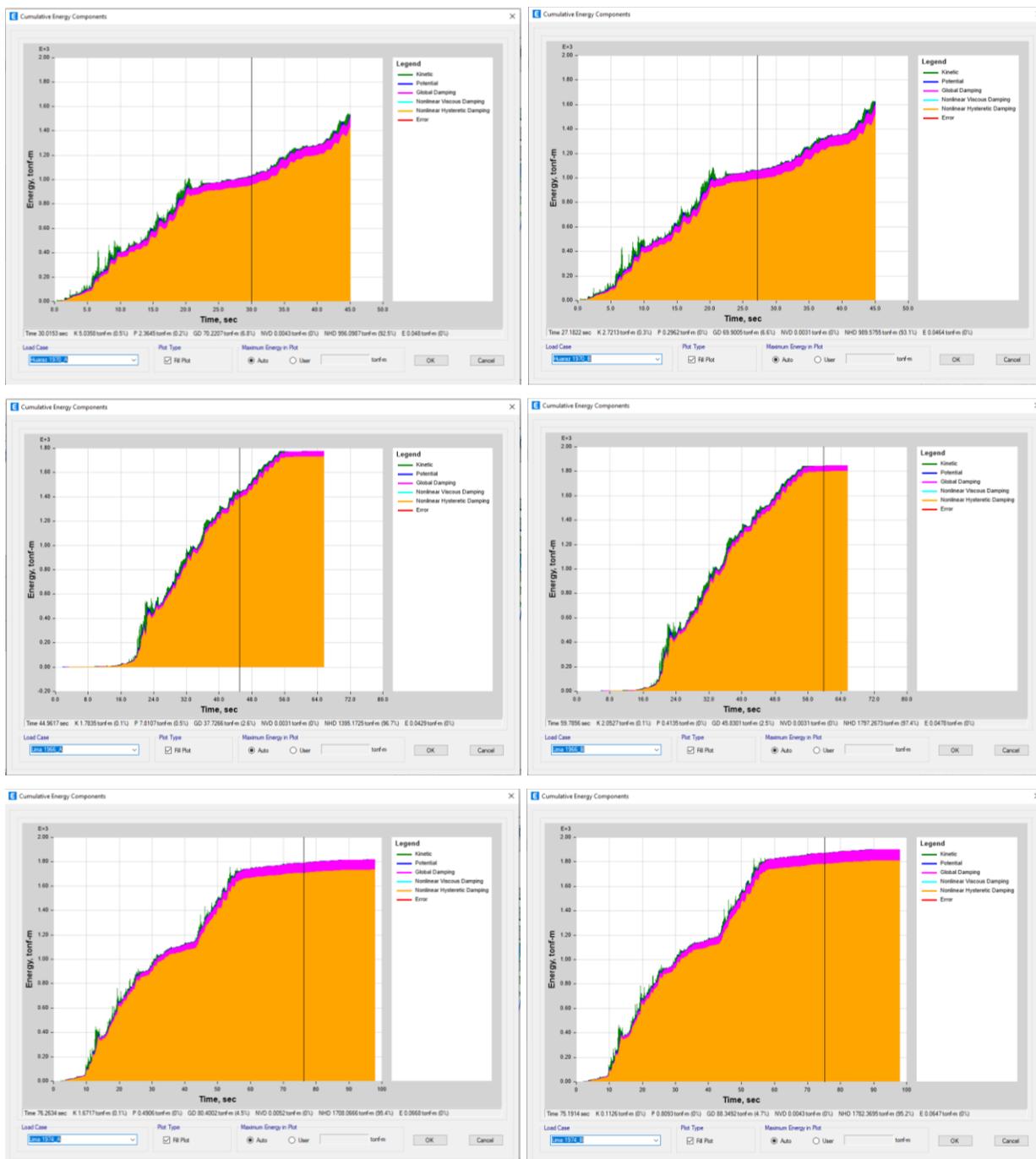


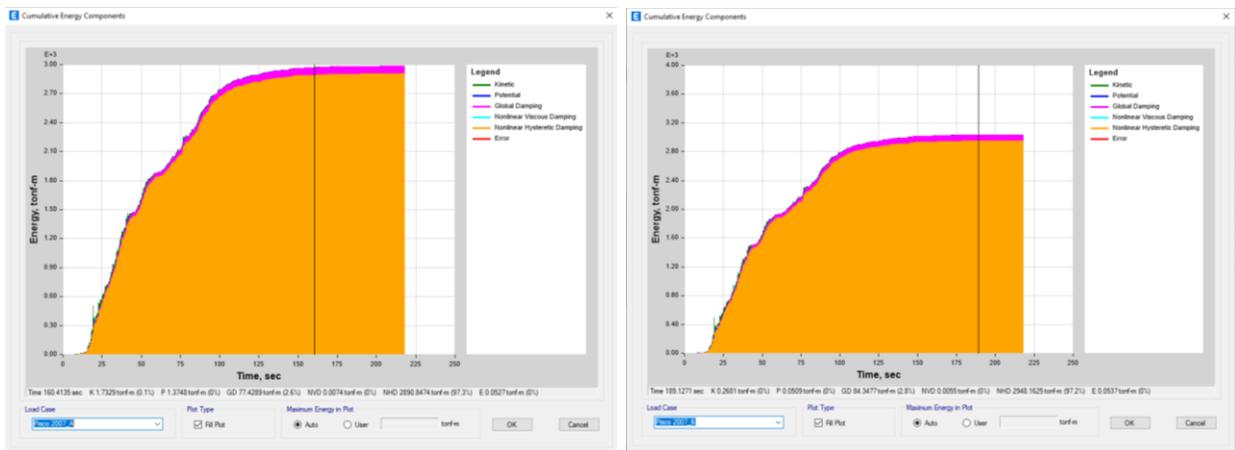
I) Energía disipada

Durante un sismo, el sistema de aislamiento disipa parte de la energía en cada ciclo de histéresis, lo cual se determina como la suma de las energías disipadas por cada dispositivo. En este caso se obtiene los siguientes resultados:

Figura 49

Diagrama de energía sísmica disipada por los aisladores para cada caso



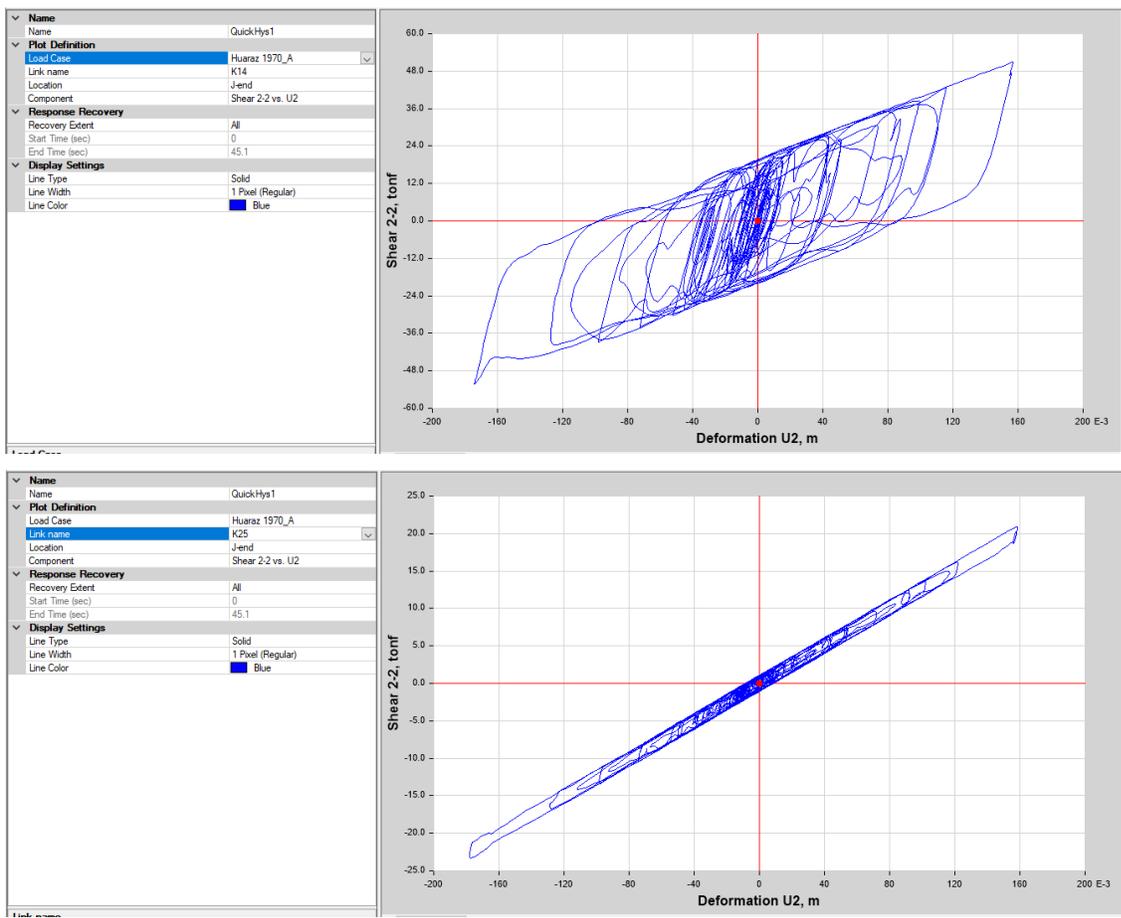


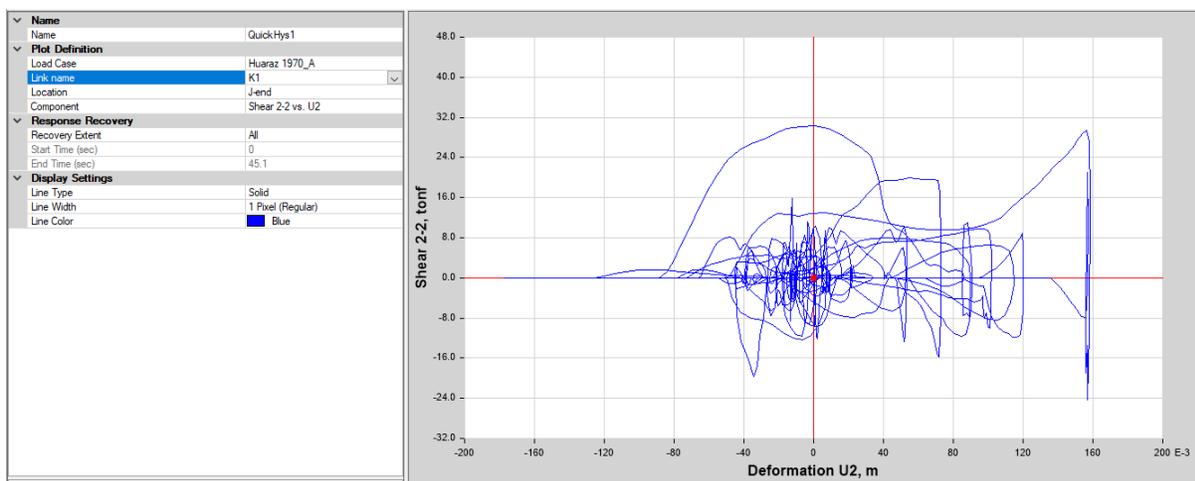
m) Curvas histeréticas

El área de la curva de histéresis, representa la energía disipada por ciclo de los dispositivos, los parámetros que influyen son: la fuerza característica (Qd) y el desplazamiento horizontal del aislador (D). Para este caso se tiene los siguientes:

Figura 50

Curvas de histéresis para cada tipo de aislador LRB, RB y Slider



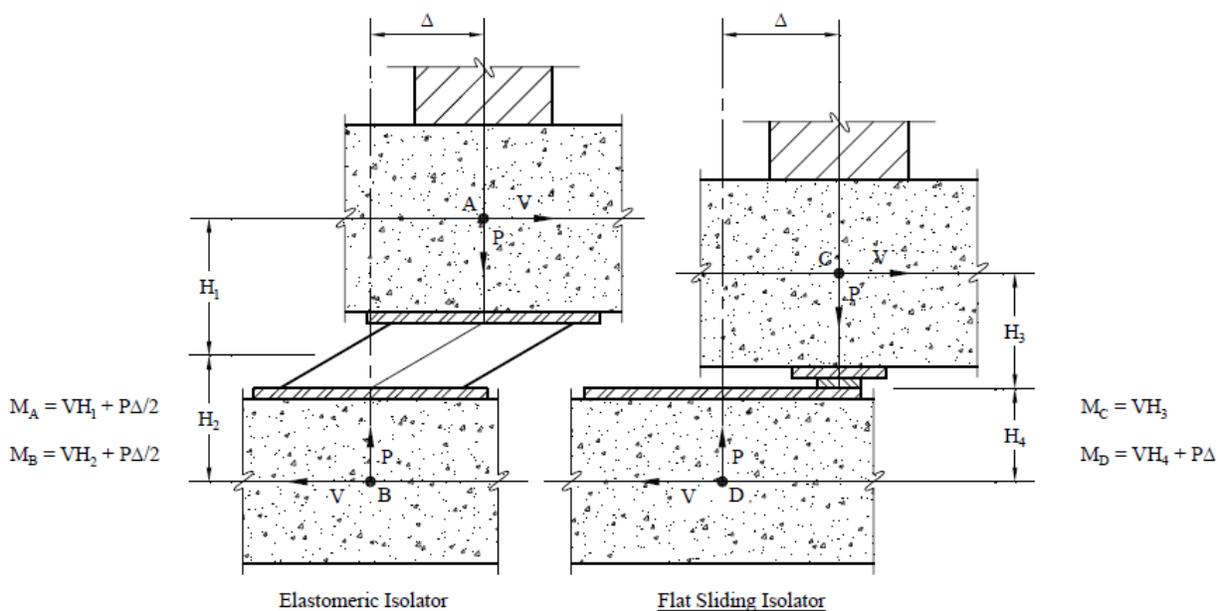


n) Momento de segundo orden: Efecto P-Delta

Se muestra los efectos P-Delta en todos los dispositivos del sistema de aislamiento:

Figura 51

Determinación de momentos de segundo orden: efecto P-Delta



Nota: Extraído del capítulo 15.6 del FEMA P-1051

Tabla 76

Momentos P-Delta en los aisladores y deslizadores

LINK	TIPO	DM_UB (m)	Keff UB (ton/m)	V_UB (ton)	Pmax_MCE_UB (ton)	H_aislador (m)	H_capitel (m)	H_pedestal (m)	H1 (m)	H2 (m)	MA (ton.m)	MB (ton.m)	H3 (m)	H4 (m)	MC (ton.m)	MD (ton.m)
K10	LRB	0.247	284.05	70.04	712.67	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	143.90	143.90				
K11	LRB	0.247	284.05	70.04	723.55	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	145.23	145.23				
K14	LRB	0.246	284.05	69.78	1378.48	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	225.15	225.15				
K15	LRB	0.245	284.05	69.72	1012.72	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	180.05	180.05				
K18	LRB	0.244	284.05	69.38	871.93	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	161.98	161.98				
K19	LRB	0.244	284.05	69.33	643.87	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	134.03	134.03				
K12	RB	0.246	130.50	32.15	472.22	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	83.89	83.89				
K13	RB	0.246	130.50	32.07	444.49	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	80.27	80.27				
K16	RB	0.245	130.50	32.01	489.11	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	85.59	85.59				
K17	RB	0.245	130.50	31.92	404.03	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	74.94	74.94				
K20	RB	0.244	130.50	31.78	550.20	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	92.42	92.42				
K22	RB	0.243	130.50	31.74	341.42	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	66.92	66.92				
K24	RB	0.245	130.50	31.94	382.62	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	72.37	72.37				
K25	RB	0.242	130.50	31.56	482.45	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	83.58	83.58				
K26	RB	0.241	130.50	31.48	674.49	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	106.52	106.52				
K27	RB	0.241	130.50	31.44	480.61	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	83.04	83.04				
K28	RB	0.243	130.50	31.71	439.52	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	78.77	78.77				
K6	RB	0.242	130.50	31.53	452.22	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	79.86	79.86				
K7	RB	0.240	130.50	31.32	439.71	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	77.81	77.81				
K8	RB	0.240	130.50	31.34	401.14	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	73.24	73.24				
K9	RB	0.240	130.50	31.34	451.49	0.50	1.10	1.10	0.80	0.80	79.28	79.28				
K1	Slider	0.247	74.23	18.30	326.10	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	95.04	14.64
K2	Slider	0.244	74.23	18.12	395.27	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	110.99	14.50
K21	Slider	0.246	74.23	18.23	283.91	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	84.33	14.59
K23	Slider	0.246	74.23	18.27	342.50	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	98.93	14.62
K3	Slider	0.243	74.23	18.03	375.15	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	105.55	14.42
K4	Slider	0.242	74.23	17.99	317.29	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	91.31	14.39
K5	Slider	0.242	74.23	17.99	344.73	0.50	1.10	1.10					0.80	0.80	97.93	14.39

Nota: Se visualiza los valores de los momentos P-Delta para cada tipo de aislador.

4.8 Sistema Amortiguado

La tercera alternativa plateada, consiste en incorporar amortiguadores del tipo VWD en la estructura convencional modelada. Los criterios seguidos, se basan en lo establecido en el manual de amortiguadores de fluido viscoso de la compañía Taylor devices inc. y el manual Viscous Wall Dampers guidelines for modeling de la compañía Dinamic Isolation Systems. A la estructura convencional se le analiza para un sismo máximo considerado (SMC), resultando los siguientes valores de deriva, donde se visualiza que del piso 2 al piso 9 no cumplen con la deriva límite.

Tabla 77

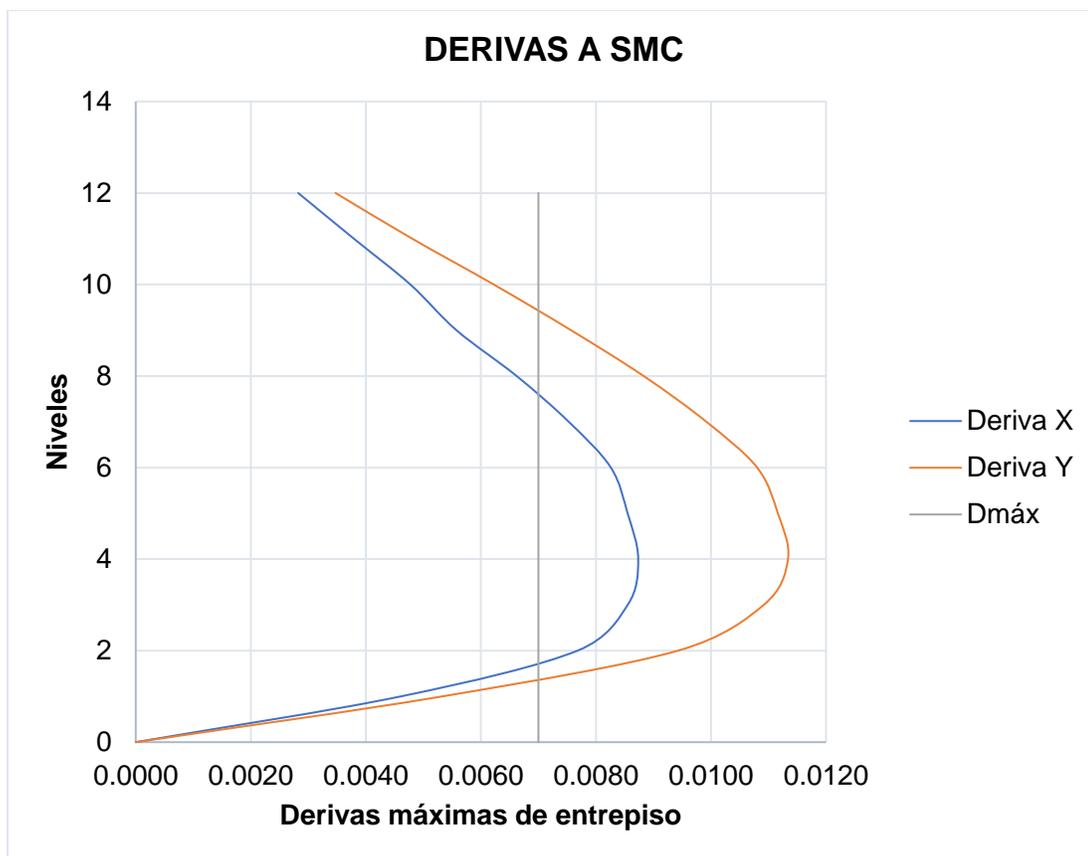
Derivas máximas de entrepiso de la estructura convencional para un SMC

Piso	Nivel	Deriva X	Deriva Y	Dmáx	Verificación
Techo de Duplex	12	0.0028	0.0035	0.0070	Ok!!!
Azotea	11	0.0038	0.0048	0.0070	Ok!!!
Piso 10	10	0.0048	0.0062	0.0070	Ok!!!
Piso 9	9	0.0056	0.0076	0.0070	No cumple
Piso 8	8	0.0066	0.0088	0.0070	No cumple
Piso 7	7	0.0075	0.0099	0.0070	No cumple
Piso 6	6	0.0083	0.0108	0.0070	No cumple
Piso 5	5	0.0086	0.0112	0.0070	No cumple
Piso 4	4	0.0087	0.0113	0.0070	No cumple
Piso 3	3	0.0086	0.0109	0.0070	No cumple
Piso 2	2	0.0077	0.0094	0.0070	No cumple
Piso 1	1	0.0046	0.0053	0.0070	Ok!!!
Nivel base	0	0.0000	0.0000	0.0070	Ok!!!

Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso en la dirección X sin considerar los amortiguadores.

Figura 52

Derivas de entrepiso para un SMC sin considerar los amortiguadores VWD



Nota: El gráfico muestra los resultados de la estructura analizada para un SMC sin la inserción de los amortiguadores. Es decir, es la condición inicial de la estructura.

Luego, se realiza un análisis tiempo historia a la misma estructura convencional y se determina lo siguiente:

Tabla 78

Distorsión de entrepiso sin considerar amortiguadores VWD en la dirección X

X-X	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM. DXX	Máx. Adm.
	HUARAZ 1970 - A	HUARAZ 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MALA 2021 - A	MALA 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B		
12	0.0082	0.0052	0.0070	0.0071	0.0072	0.0072	0.0129	0.0137	0.0081	0.0073	0.0073	0.0072	0.0068	0.0086	0.0081	0.0070
11	0.0088	0.0071	0.0077	0.0077	0.0082	0.0080	0.0074	0.0092	0.0090	0.0077	0.0084	0.0078	0.0079	0.0100	0.0082	0.0070
10	0.0104	0.0096	0.0096	0.0097	0.0105	0.0098	0.0084	0.0094	0.0109	0.0096	0.0100	0.0091	0.0091	0.0120	0.0099	0.0070
9	0.0118	0.0116	0.0114	0.0115	0.0125	0.0116	0.0101	0.0109	0.0122	0.0118	0.0109	0.0105	0.0105	0.0138	0.0115	0.0070
8	0.0133	0.0128	0.0136	0.0133	0.0141	0.0132	0.0121	0.0124	0.0128	0.0140	0.0118	0.0125	0.0116	0.0155	0.0131	0.0070
7	0.0147	0.0134	0.0157	0.0149	0.0151	0.0144	0.0140	0.0143	0.0132	0.0156	0.0122	0.0144	0.0123	0.0170	0.0144	0.0070
6	0.0162	0.0137	0.0173	0.0160	0.0155	0.0149	0.0154	0.0155	0.0143	0.0156	0.0129	0.0157	0.0132	0.0185	0.0153	0.0070
5	0.0169	0.0140	0.0178	0.0161	0.0148	0.0145	0.0162	0.0154	0.0147	0.0140	0.0125	0.0160	0.0134	0.0190	0.0154	0.0070
4	0.0175	0.0139	0.0180	0.0160	0.0139	0.0143	0.0165	0.0153	0.0147	0.0121	0.0118	0.0157	0.0139	0.0192	0.0152	0.0070
3	0.0171	0.0131	0.0174	0.0159	0.0131	0.0144	0.0160	0.0147	0.0141	0.0105	0.0110	0.0152	0.0139	0.0185	0.0146	0.0070
2	0.0150	0.0112	0.0153	0.0147	0.0114	0.0127	0.0138	0.0124	0.0123	0.0097	0.0098	0.0135	0.0123	0.0161	0.0129	0.0070
1	0.0084	0.0062	0.0087	0.0091	0.0064	0.0072	0.0078	0.0070	0.0069	0.0058	0.0060	0.0077	0.0070	0.0091	0.0074	0.0070
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070

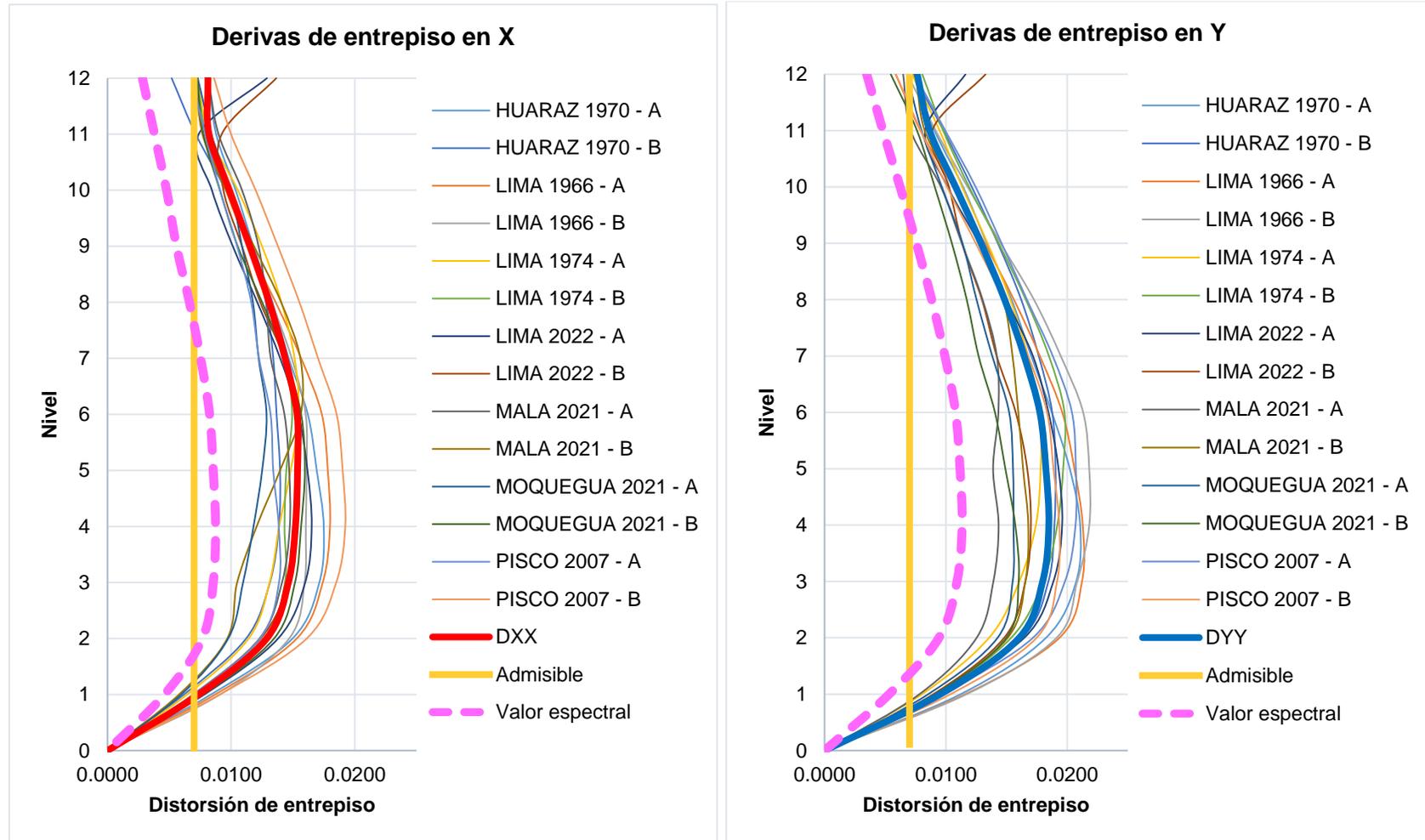
Nota: Se visualiza las derivas de entrepiso en la dirección X sin considerar los amortiguadores VWD.

Y-Y	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		PROM.	Máx.	
	PISO	HUARAZ 1970 - A	HUARAZ 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MALA 2021 - A	MALA 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B	DYY	Adm.
12		0.0073	0.0073	0.0059	0.0068	0.0072	0.0081	0.0116	0.0133	0.0065	0.0075	0.0068	0.0055	0.0074	0.0059	0.0076	0.0070
11		0.0091	0.0098	0.0079	0.0092	0.0095	0.0098	0.0083	0.0089	0.0071	0.0083	0.0080	0.0076	0.0100	0.0079	0.0087	0.0070
10		0.0114	0.0121	0.0106	0.0118	0.0113	0.0119	0.0101	0.0103	0.0096	0.0107	0.0097	0.0091	0.0125	0.0101	0.0108	0.0070
9		0.0134	0.0143	0.0132	0.0145	0.0134	0.0144	0.0127	0.0113	0.0113	0.0131	0.0114	0.0105	0.0146	0.0125	0.0129	0.0070
8		0.0154	0.0162	0.0156	0.0173	0.0153	0.0166	0.0150	0.0130	0.0130	0.0148	0.0125	0.0117	0.0167	0.0148	0.0148	0.0070
7		0.0170	0.0177	0.0177	0.0195	0.0168	0.0185	0.0172	0.0142	0.0142	0.0155	0.0138	0.0127	0.0188	0.0168	0.0165	0.0070
6		0.0187	0.0188	0.0196	0.0213	0.0178	0.0198	0.0185	0.0158	0.0143	0.0160	0.0152	0.0140	0.0204	0.0183	0.0177	0.0070
5		0.0202	0.0190	0.0206	0.0218	0.0178	0.0197	0.0193	0.0167	0.0139	0.0164	0.0155	0.0149	0.0207	0.0189	0.0182	0.0070
4		0.0211	0.0189	0.0213	0.0218	0.0174	0.0192	0.0196	0.0170	0.0143	0.0168	0.0156	0.0157	0.0207	0.0194	0.0185	0.0070
3		0.0207	0.0184	0.0212	0.0208	0.0161	0.0180	0.0189	0.0166	0.0139	0.0165	0.0155	0.0160	0.0198	0.0192	0.0180	0.0070
2		0.0183	0.0163	0.0194	0.0191	0.0136	0.0154	0.0165	0.0148	0.0125	0.0151	0.0143	0.0150	0.0172	0.0175	0.0161	0.0070
1		0.0112	0.0092	0.0116	0.0117	0.0080	0.0092	0.0092	0.0090	0.0078	0.0091	0.0085	0.0091	0.0097	0.0104	0.0096	0.0070
0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070

Nota: Se visualiza las derivas de entepiso en la dirección Y sin considerar los amortiguadores VWD.

Tabla 79

Distorsión de entrepiso extraídos del análisis tiempo historia sin considerar amortiguadores VWD



4.8.1 Predimensionamiento de amortiguadores VWD

4.8.1.1 Cálculo de objetivos de diseño en la dirección X

- a) Factor de reducción de respuesta: Es la relación entre la distorsión máxima actual que se extrae del modelo para un análisis modal espectral para SMC, en la dirección X es 0.0154 y la distorsión máxima objetivo que se toma como referencia lo establecido en la norma E.030, donde para estructuras de concreto armado resulta ser 0.007.

$$B = \frac{D_{m\acute{a}x}}{D_{objetivo}} \rightarrow B = \frac{0.0154}{0.007} = 2.196$$

- b) Amortiguamiento efectivo (β_{eff}): Se considera un amortiguamiento inherente $\beta_0=3\%$ por recomendación del ASCE/SEI 7-22 en el capítulo 18. Utilizando las siguientes formulas se obtiene:

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}$$

$$\beta_{eff} = e^{\left(\frac{2.31}{0.41} - \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_0)}{0.41 B}\right)}$$

$$\beta_{eff} = 35.46\%$$

- c) Amortiguamiento requerido: Resulta de la diferencia entre el amortiguamiento efectivo y el amortiguamiento inherente.

$$B_H = \beta_{eff} - \beta_0$$

$$B_H = 32.46\%$$

Recomendable considerar un amortiguamiento de diseño entre 20%-35%. Se consideró un amortiguamiento de diseño de 35%.

4.8.1.2 Cálculo del coeficiente de amortiguamiento (C)

a) Determinación del exponente de velocidad (α)

Figura 53

Propiedades de los amortiguadores VWD de acuerdo a sus dimensiones

Metric Units			Single Vane		Double Vane		α (dimensionless)
DIS VWD	Width (m)	Height (m)	K [kN/m]	C [kN-(sec/m)^{α}]	K [kN/m]	C [kN-(sec/m)^{α}]	
1.8 x 2.1	1.8	2.1	23500	800	47000	1600	0.5
2.1 x 2.1	2.1	2.1	28500	1025	57000	2050	0.5
2.4 x 2.1	2.4	2.1	32000	1225	64000	2450	0.5
1.8 x 2.4	1.8	2.4	27500	975	55000	1950	0.5
2.1 x 2.4	2.1	2.4	32000	1225	64000	2450	0.5
2.4 x 2.4	2.4	2.4	35500	1475	71000	2950	0.5

NOTA: Extraído del manual Viscous Wall Dampers guidelines for modeling del DIS.

De acuerdo a lo establecido en el manual del DIS, el exponente de velocidad " α " toma el valor de 0.50.

b) Amplitud del desplazamiento del modo fundamental

Se considera al desplazamiento máximo del último nivel para el análisis dinámico modal espectral.

$$A = 0.3609 \text{ m}$$

c) Frecuencia angular

Resulta ser la inversa del periodo, el periodo considerado es donde se tiene la mayor masa participativa en la dirección X.

$$T = 1.33 \text{ seg}$$

$$\omega = 4.72 \text{ rad/s}$$

d) Propiedades utilizadas para determinar el coeficiente de amortiguamiento

Tabla 80*Masa de cada nivel (mi)*

PISO	PESO (ton)	MASA (ton-s²/m)
12	234.41	24
11	440.39	45
10	620.10	63
9	620.10	63
8	620.10	63
7	620.10	63
6	620.10	63
5	620.10	63
4	620.10	63
3	620.10	63
2	620.10	63
1	464.04	47

Nota: Se visualiza la masa y peso de cada piso.**Tabla 81***Desplazamiento del nivel "i" con sismo máximo considerado (SMC)*

NIVEL	ϕ_i (m)
12	0.3585
11	0.4218
10	0.4027
9	0.3778
8	0.3475
7	0.3118
6	0.2705
5	0.2243
4	0.1758
3	0.1253
2	0.0749
1	0.0288

Nota: Se visualiza el desplazamiento de cada nivel.

Tabla 82*Parámetro Lambda (λ)*

Exponente α	Parámetro λ
0.25	3.70
0.30	3.66
0.50	3.50
0.75	3.30
1.00	3.10
1.25	3.00

Nota: Se visualiza los valores del parámetro lambda.

Tabla 83*Desplazamiento relativo entre extremos del amortiguador VWD*

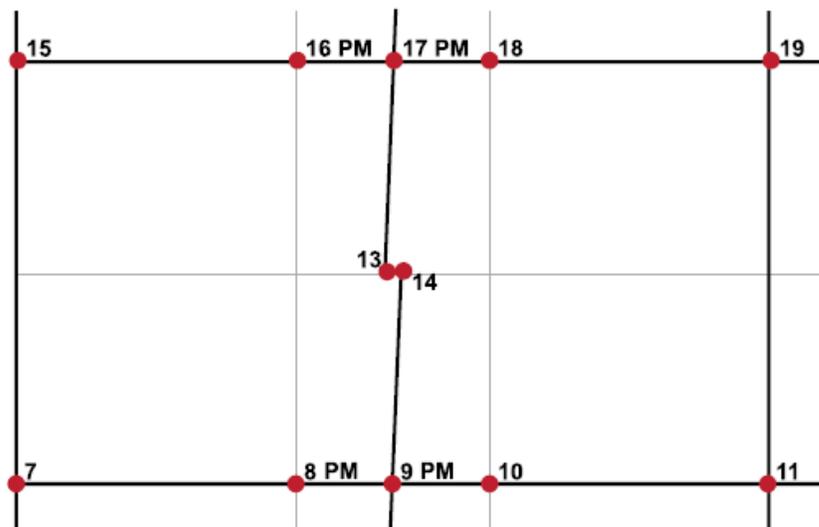
NIVEL	φ_i (m)	φ_{i+1} (m)	φ_{rj} (m)
12	0.359		
11	0.422	0.359	-0.063
10	0.403	0.422	0.019
9	0.378	0.403	0.025
8	0.348	0.378	0.030
7	0.312	0.348	0.036
6	0.270	0.312	0.041
5	0.224	0.270	0.046
4	0.176	0.224	0.048
3	0.125	0.176	0.051
2	0.075	0.125	0.050
1	0.029	0.075	0.046
0	0.000	0.029	0.029

Nota: Se visualiza los valores calculados para el desplazamiento relativo.

e) Angulo de inclinación del amortiguador VWD

Figura 54

Esquema del modelamiento de los amortiguadores VWD en el programa ETABS



De acuerdo al manual del DIS, en el modelamiento la disposición del link que representa al amortiguador VWD es horizontal por lo cual se considera un ángulo de inclinación $\Theta_j = 0^\circ$.

f) Coeficiente de amortiguamiento C

Tabla 84

Cálculo del coeficiente de amortiguamiento C

PISO	m_i	φ_i (m)	φ_i^2	$m_i \varphi_i^2$	φ_{rj}	$\cos(\Theta_j)$	$(\cos(\Theta_j))^{(1+\alpha)} \varphi_{rj}^{(1+\alpha)}$
12	24	0.359	0.129	3.071	0.063	1.000	0.016
11	45	0.422	0.178	7.986	0.019	1.000	0.003
10	63	0.403	0.162	10.249	0.025	1.000	0.004
9	63	0.378	0.143	9.023	0.030	1.000	0.005
8	63	0.348	0.121	7.635	0.036	1.000	0.007
7	63	0.312	0.097	6.145	0.041	1.000	0.008
6	63	0.270	0.073	4.624	0.046	1.000	0.010
5	63	0.224	0.050	3.180	0.048	1.000	0.011
4	63	0.176	0.031	1.953	0.051	1.000	0.011
3	63	0.125	0.016	0.992	0.050	1.000	0.011
2	63	0.075	0.006	0.354	0.046	1.000	0.010
1	47	0.029	0.001	0.039	0.029	1.000	0.005
			Suma	55.25			0.101

Nota: Se visualiza los datos que influyen en el cálculo del coeficiente de amortiguamiento.

$$\sum C_j = \frac{\beta_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \left(\sum_i m_i \phi_i^2 \right)}{\lambda \left(\sum \phi_{ij}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j \right)}$$

Tabla 85

Coeficiente de amortiguamiento calculado

$\sum C_j$ (Ton.s/m)	Cantidad	C_j (Ton.s/m)
2116	6	352.73

Nota: Se considera la cantidad suficiente para obtener valores de amortiguamiento establecidos en los catálogos de los fabricantes.

Tabla 86

Coeficiente de amortiguamiento asumido para la dirección X

C (Ton.s/m)	α
360.00	0.50

De forma análoga se procede para el predimensionamiento en la dirección “Y” y se obtiene lo siguiente:

Tabla 87

Coeficiente C de los dispositivos

$\sum C_j$ (Ton.s/m)	Cantidad	C_j (Ton.s/m)
4578	12	381.53

Tabla 88

Coeficiente de amortiguamiento asumido para la dirección Y

C (Ton.s/m)	α
380.00	0.50

Del predimensionamiento se tiene 6 dispositivos en la dirección X y 12 en la dirección Y. La disposición de los dispositivos, se recomienda que se ubiquen en el perímetro y de forma simétrica respecto al centro de masa. Del catálogo del DIS se elige un dispositivo para el análisis que tenga similares propiedades a las calculadas, las propiedades finales resultaran de un proceso iterativo.

Figura 55

Tipo de Amortiguador VWD utilizado en el proceso iterativo

Metric Units			Single Vane		Double Vane		α (dimensionless)
DIS VWD	Width (m)	Height (m)	K [kN/m]	C [kN-(sec/m) ²]	K [kN/m]	C [kN-(sec/m) ²]	
1.8 x 2.1	1.8	2.1	23500	800	47000	1600	0.5
2.1 x 2.1	2.1	2.1	28500	1025	57000	2050	0.5
2.4 x 2.1	2.4	2.1	32000	1225	64000	2450	0.5
1.8 x 2.4	1.8	2.4	27500	975	55000	1950	0.5
2.1 x 2.4	2.1	2.4	32000	1225	64000	2450	0.5
2.4 x 2.4	2.4	2.4	35500	1475	71000	2950	0.5

NOTA: El diseño final contempla el uso de DIS VWD 2.4x2.4 en sus 2 presentaciones single vane y double vane.

4.8.2 Análisis sísmico

El modelo estructural a utilizar para el análisis y diseño con esta alternativa, es la misma que el modelo convencional y una vez determinada las propiedades de los dispositivos en el predimensionamiento se procede a definir en el programa ETABS. Se ingresa al menú define – section properties – link. Se selecciona el tipo damper – exponential, luego se activa el ingreso de propiedades no lineales en la dirección U1. Finalmente se ingresan las propiedades obtenidas:

Figura 56

Ingreso de propiedades de los amortiguadores VWD-1 al programa ETABS

The image shows two dialog boxes from the ETABS software. The left dialog, 'Link Property Data', is for defining the damper type and mass properties. The right dialog, 'Link/Support Directional Properties', is for defining the damper's behavior in different directions.

Link Property Data (Left Dialog):

- Link Property Name: VWD-1
- Link Type: Damper - Exponential
- Link Property Notes: Linear
- Total Mass and Weight:
 - Mass: 0 ton-m²
 - Weight: 0 ton-m²
- Rotational Inertia 1, 2, 3: 0 ton-m²
- Directional Properties: U1 is checked for NonLinear.
- Stiffness Options: Effective Stiffness and Initial Stiffness (K0) are selected.

Link/Support Directional Properties (Right Dialog):

- Property Name: VWD-1
- Direction: U1
- Type: Damper - Exponential
- NonLinear: Yes
- Linear Properties:
 - Effective Stiffness: 0 kN/m
 - Effective Damping: 0 kN-s/m
- Nonlinear Properties:
 - Stiffness: 35500 kN/m
 - Damping: 1475 kN*(s/m)^{0.5}
 - Damping Exponent: 0.5

Figura 57

Ingreso de propiedades de los amortiguadores VWD-2 al programa ETABS

The image shows two dialog boxes from the ETABS software, similar to Figure 56 but for damper VWD-2.

Link Property Data (Left Dialog):

- Link Property Name: VWD-2
- Link Type: Damper - Exponential
- Link Property Notes: Linear
- Total Mass and Weight:
 - Mass: 0 ton-m²
 - Weight: 0 ton-m²
- Rotational Inertia 1, 2, 3: 0 ton-m²
- Directional Properties: U1 is checked for NonLinear.
- Stiffness Options: Effective Stiffness and Initial Stiffness (K0) are selected.

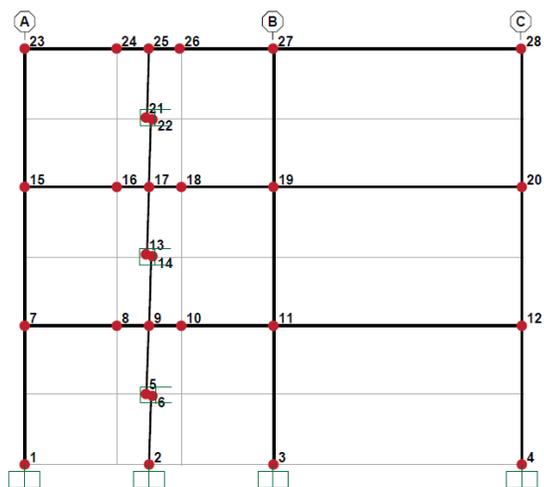
Link/Support Directional Properties (Right Dialog):

- Property Name: VWD-2
- Direction: U1
- Type: Damper - Exponential
- NonLinear: Yes
- Linear Properties:
 - Effective Stiffness: 0 kN/m
 - Effective Damping: 0 kN-s/m
- Nonlinear Properties:
 - Stiffness: 71000 kN/m
 - Damping: 2950 kN*(s/m)^{0.5}
 - Damping Exponent: 0.5

El modelamiento de los amortiguadores VWD se realizan según lo establecido en el manual Viscous Wall Damper guidelines for modeling. Luego se tiene la estructura modelada.

Figura 58

Modelamiento de los amortiguadores VWD en el programa ETABS



NOTA: Extraído del Manual Viscous Wall Dampers guidelines for modeling del DIS

Figura 59

Modelado de los amortiguadores en la estructura analizada

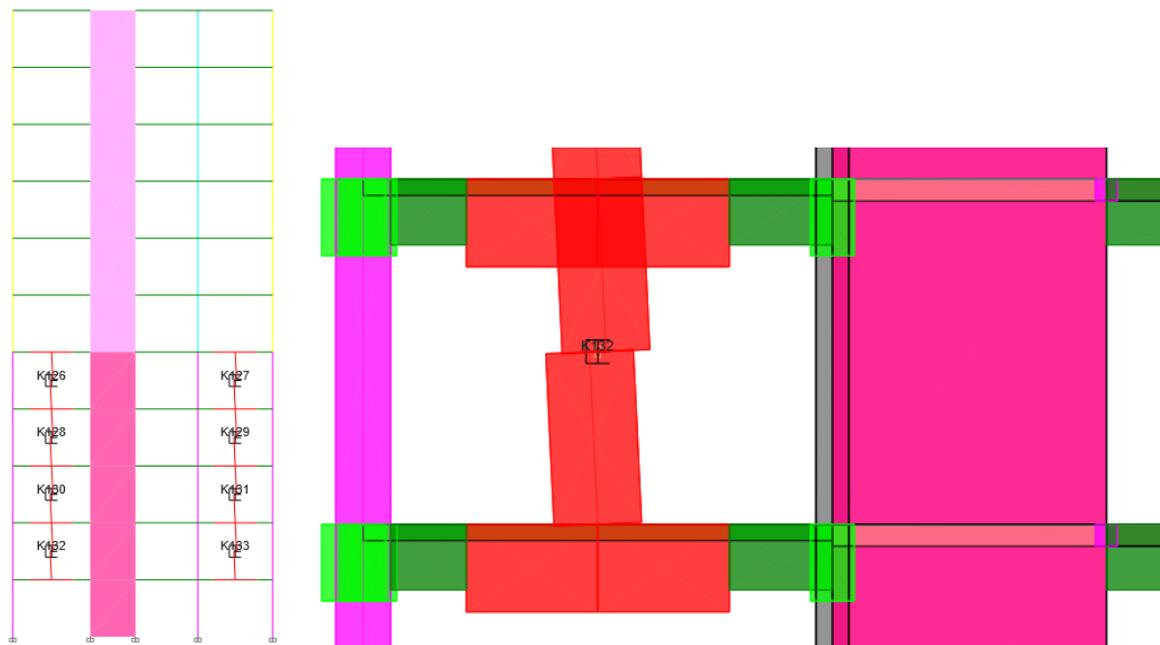
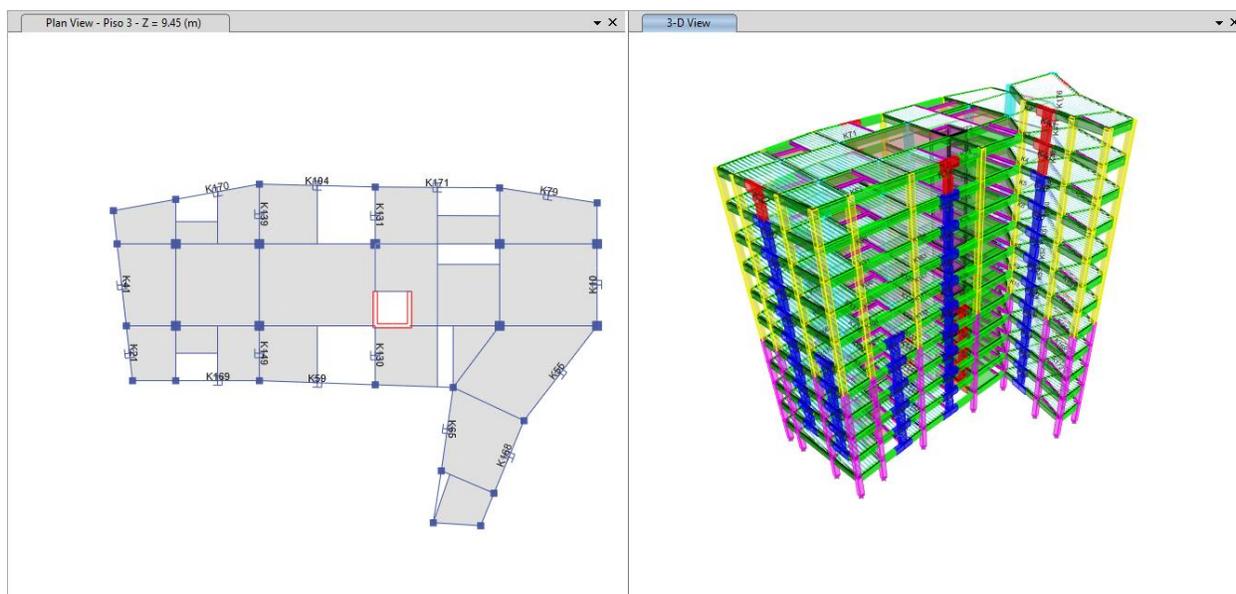


Figura 60

Vista en planta y 3D de la estructura incorporado los amortiguadores VWD



Adicionalmente, para se realizan los modelos para el límite inferior de variación (LIV) y límite superior de variación (LSV) para evaluar las condiciones críticas según lo establecido en el capítulo 18 de ASCE 7-22, para lo cual el manual del DIS establece los factores de modificación lambda.

Figura 61

Propiedades Lambda de los amortiguadores

Source of Variation	λ_{max}	λ_{min}
1. Testing, including first cycle effects, λ_{test}	1.55	1.00
Aging, λ_a	1.05	0.95
Ambient Temperature (assumed 68° to 74°F, actual may vary) λ_{temp}	1.055	0.898
2. Aging and Environment, $\lambda_{ae}(\lambda_a \cdot \lambda_{temp})$, including 75% reduction)	1.08	0.89
3. Specification, all VWDs, λ_{spec} (used for analysis properties)	1.10	0.90
Specification, individual VWDs, λ_{spec} (used for design connections)	1.15	0.85
Total Variation for Analysis (1 x 2 x 3)	1.84	0.80

NOTA: Extraído del Manual Viscous Wall Dampers guidelines for modeling del DIS.

Aplicando estos factores se tiene las siguientes propiedades:

Tabla 89*Propiedades del amortiguador VWD-1*

VWD-1	Límite inferior de variación	Propiedades Nominales	Límite superior de variación
K (KN/m)	28400	35500	65320
C (KN.s/m)	1180	1475	2714
α	0.50	0.50	0.50

Nota: Se visualiza las propiedades del amortiguador VWD-1 para los límites de variación.

Tabla 90*Propiedades del amortiguador VWD-2*

VWD-2	Límite inferior de variación	Propiedades Nominales	Límite superior de variación
K (KN/m)	56800	71000	130640
C (KN.s/m)	2360	2950	5428
α	0.50	0.50	0.50

Nota: Se visualiza las propiedades del amortiguador VWD-2 para los límites de variación.

a) Derivas de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD

Se muestran las derivas de entrepiso resultantes del análisis dinámico tiempo historia, para cada caso sísmico incorporando amortiguadores VWD al modelo estructural. Para el control de la deriva limite se considera lo establecido en la norma E.030 de diseño sismorresistente, donde para estructuras de concreto armado se establece un límite de 0.007. Además, el comparativo final se realiza con el resultado promedio de todos los casos sísmicos tiempo historia.

Tabla 91*Distorsión de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD en la dirección X*

X-X	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		CON AMOR TIG.	Máx. Adm.
	HUARA Z 1970 - A	HUARA Z 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MAL A 2021 - A	MAL A 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B		
PIS 0																
12	0.0037	0.0036	0.0040	0.0039	0.0036	0.0037	0.0118	0.0125	0.0048	0.0048	0.0036	0.0035	0.0037	0.0030	0.0050	0.0070
11	0.0040	0.0039	0.0043	0.0031	0.0044	0.0033	0.0051	0.0056	0.0049	0.0044	0.0042	0.0034	0.0046	0.0037	0.0042	0.0070
10	0.0052	0.0048	0.0054	0.0039	0.0056	0.0042	0.0060	0.0067	0.0062	0.0055	0.0053	0.0042	0.0059	0.0046	0.0052	0.0070
9	0.0061	0.0053	0.0059	0.0046	0.0062	0.0049	0.0062	0.0057	0.0069	0.0063	0.0060	0.0050	0.0067	0.0053	0.0058	0.0070
8	0.0068	0.0055	0.0066	0.0052	0.0065	0.0057	0.0067	0.0065	0.0074	0.0071	0.0067	0.0057	0.0071	0.0060	0.0064	0.0070
7	0.0067	0.0056	0.0072	0.0055	0.0064	0.0063	0.0065	0.0070	0.0072	0.0077	0.0070	0.0060	0.0066	0.0062	0.0066	0.0070
6	0.0066	0.0059	0.0074	0.0054	0.0064	0.0065	0.0066	0.0071	0.0066	0.0081	0.0071	0.0062	0.0066	0.0061	0.0066	0.0070
5	0.0063	0.0061	0.0075	0.0052	0.0066	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0083	0.0071	0.0062	0.0067	0.0059	0.0066	0.0070
4	0.0063	0.0063	0.0077	0.0052	0.0067	0.0063	0.0065	0.0067	0.0074	0.0083	0.0071	0.0064	0.0068	0.0060	0.0067	0.0070
3	0.0061	0.0061	0.0074	0.0048	0.0064	0.0056	0.0060	0.0062	0.0073	0.0079	0.0066	0.0063	0.0065	0.0059	0.0064	0.0070
2	0.0054	0.0057	0.0069	0.0044	0.0057	0.0052	0.0048	0.0056	0.0067	0.0071	0.0061	0.0061	0.0059	0.0056	0.0058	0.0070
1	0.0033	0.0040	0.0044	0.0030	0.0036	0.0035	0.0034	0.0038	0.0042	0.0042	0.0040	0.0040	0.0037	0.0036	0.0038	0.0070
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070

Nota: Se visualiza las distorsiones de entrepiso en la dirección X incluyendo los amortiguadores

Tabla 92

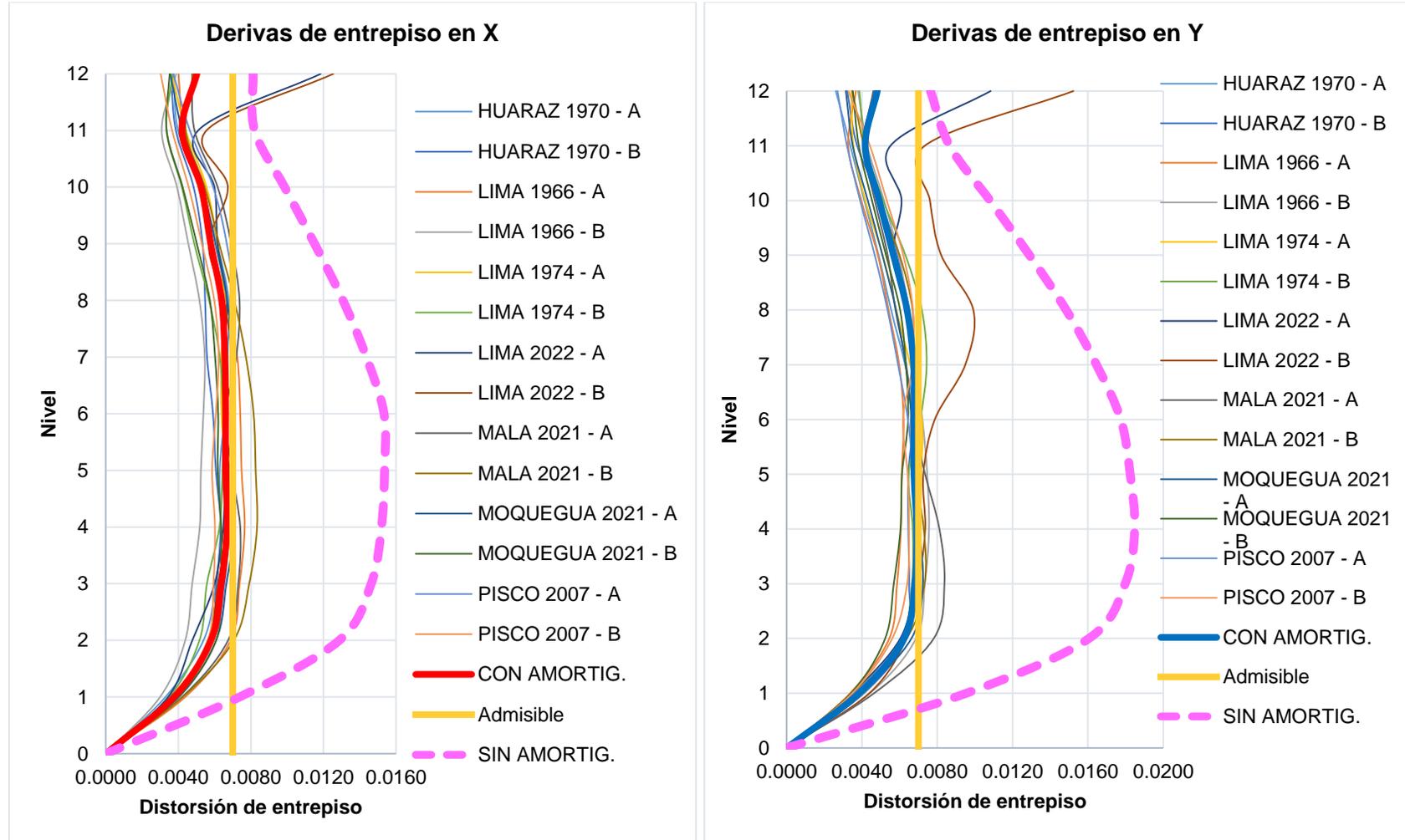
Distorsión de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD en la dirección Y

Y-Y	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		CON AMOR TIG.	Máx. Adm.
PISO	HUAR AZ 1970 - A	HUAR AZ 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MALA 2021 - A	MALA 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B		
12	0.0026	0.0032	0.0037	0.0038	0.0034	0.0039	0.0108	0.0152	0.0046	0.0035	0.0031	0.0035	0.0027	0.0033	0.0048	0.0070
11	0.0034	0.0037	0.0033	0.0043	0.0035	0.0042	0.0055	0.0073	0.0041	0.0041	0.0035	0.0038	0.0032	0.0044	0.0042	0.0070
10	0.0041	0.0050	0.0040	0.0052	0.0042	0.0051	0.0061	0.0076	0.0047	0.0049	0.0043	0.0045	0.0039	0.0053	0.0049	0.0070
9	0.0049	0.0059	0.0048	0.0059	0.0051	0.0063	0.0056	0.0082	0.0054	0.0060	0.0051	0.0053	0.0047	0.0062	0.0057	0.0070
8	0.0056	0.0064	0.0054	0.0065	0.0058	0.0072	0.0064	0.0099	0.0058	0.0067	0.0058	0.0060	0.0054	0.0067	0.0064	0.0070
7	0.0063	0.0067	0.0060	0.0068	0.0066	0.0074	0.0068	0.0095	0.0063	0.0067	0.0063	0.0063	0.0059	0.0067	0.0067	0.0070
6	0.0069	0.0067	0.0062	0.0072	0.0072	0.0071	0.0066	0.0079	0.0067	0.0066	0.0066	0.0065	0.0064	0.0062	0.0068	0.0070
5	0.0068	0.0065	0.0061	0.0075	0.0071	0.0065	0.0067	0.0073	0.0074	0.0068	0.0068	0.0061	0.0067	0.0064	0.0068	0.0070
4	0.0069	0.0065	0.0061	0.0076	0.0071	0.0067	0.0069	0.0074	0.0081	0.0073	0.0070	0.0060	0.0068	0.0065	0.0069	0.0070
3	0.0068	0.0065	0.0059	0.0073	0.0068	0.0067	0.0067	0.0070	0.0084	0.0073	0.0072	0.0057	0.0067	0.0064	0.0068	0.0070
2	0.0062	0.0064	0.0055	0.0069	0.0062	0.0061	0.0060	0.0063	0.0078	0.0064	0.0066	0.0052	0.0061	0.0056	0.0062	0.0070
1	0.0038	0.0041	0.0034	0.0044	0.0037	0.0041	0.0035	0.0044	0.0046	0.0035	0.0039	0.0034	0.0036	0.0035	0.0039	0.0070
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070

Nota: Se visualiza las distorsiones de entrepiso en la dirección Y incluyendo los amortiguadores.

Figura 62

Derivas de entrepiso para el sistema Amortiguado para un análisis dinámico tiempo historia



b) Aceleración de entrepiso incluyendo amortiguadores VWD

Tabla 93

Aceleración de entrepiso en la dirección X con Amortiguadores VWD

X-X	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		CON AMOR TIG.	Máx. Adm.
PIS 0	HUARA Z 1970 - A	HUARA Z 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MAL A 2021 - A	MAL A 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.40
1	0.47	0.54	0.70	0.56	0.52	0.47	3.35	5.11	0.77	1.12	0.51	0.54	0.36	0.38	1.10	0.40
2	0.56	0.66	0.87	0.66	0.66	0.66	4.21	5.12	0.88	1.09	0.76	0.64	0.60	0.49	1.28	0.40
3	0.59	0.72	0.78	0.66	0.66	0.79	3.87	4.77	0.87	1.07	0.78	0.66	0.67	0.53	1.24	0.40
4	0.77	0.83	0.71	0.63	0.67	0.80	3.58	5.03	0.84	1.14	0.74	0.76	0.69	0.52	1.27	0.40
5	0.80	0.82	0.72	0.64	0.63	0.81	3.41	4.32	0.66	1.25	0.67	0.76	0.69	0.55	1.20	0.40
6	0.80	0.77	0.76	0.66	0.75	0.59	3.61	4.54	0.71	1.23	0.73	0.77	0.64	0.54	1.22	0.40
7	0.69	0.68	0.74	0.67	0.73	0.54	3.21	4.52	0.70	1.27	0.74	0.71	0.50	0.55	1.16	0.40
8	0.62	0.69	0.68	0.65	0.68	0.53	3.38	4.38	0.82	1.20	0.70	0.57	0.50	0.45	1.13	0.40
9	0.72	0.71	0.71	0.68	0.61	0.60	3.73	4.54	0.82	1.24	0.73	0.62	0.58	0.51	1.20	0.40
10	0.77	0.81	0.82	0.81	0.71	0.83	3.81	4.23	0.94	1.13	0.76	0.71	0.67	0.59	1.26	0.40
11	1.02	1.25	1.05	0.97	0.96	1.29	5.14	5.01	1.28	1.68	1.13	1.00	0.94	0.82	1.68	0.40
12	1.66	1.67	2.34	2.29	1.67	1.63	14.20	12.88	3.19	2.89	1.66	1.32	1.14	1.08	3.54	0.40

Nota: Se visualiza las aceleraciones de entrepiso en la dirección X incluyendo los amortiguadores.

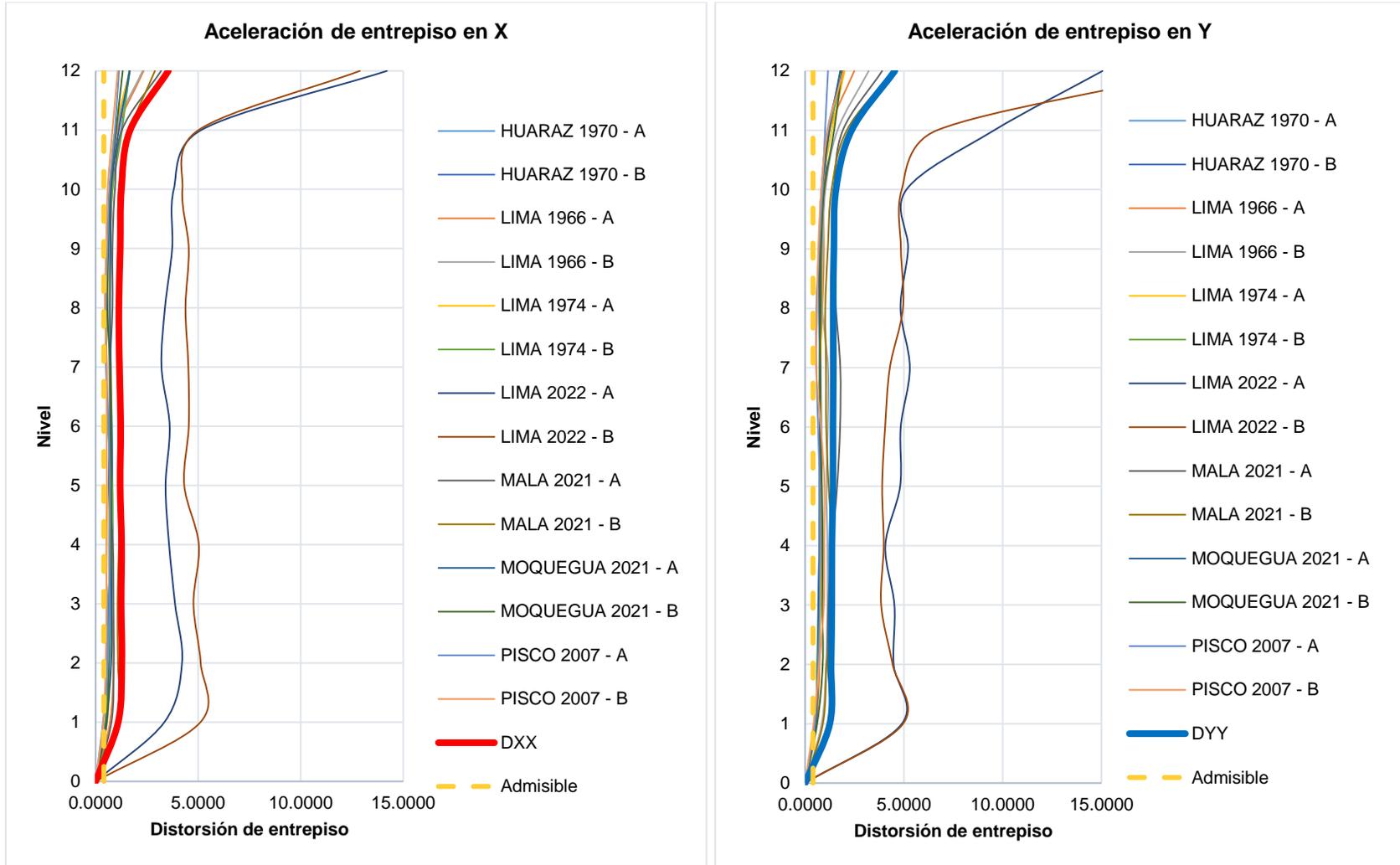
Tabla 94*Aceleración de entrepiso en la dirección Y con amortiguadores VWD*

Y-Y	HUARAZ 1970		LIMA 1966		LIMA 1974		LIMA 2022		MALA 2021		MOQUEGUA 2021		PISCO 2007		CON AMOR TIG.	Máx. Adm.
	HUARA Z 1970 - A	HUARA Z 1970 - B	LIMA 1966 - A	LIMA 1966 - B	LIMA 1974 - A	LIMA 1974 - B	LIMA 2022 - A	LIMA 2022 - B	MAL A 2021 - A	MAL A 2021 - B	MOQ. 2021 - A	MOQ. 2021 - B	PISCO 2007 - A	PISCO 2007 - B		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.40
1	0.51	0.49	0.56	0.84	0.52	0.54	4.90	4.96	1.23	0.90	0.53	0.61	0.49	0.43	1.25	0.40
2	0.63	0.63	0.73	1.06	0.69	0.60	4.48	4.43	1.15	1.09	0.65	0.89	0.66	0.71	1.31	0.40
3	0.66	0.76	0.72	1.13	0.79	0.68	4.52	3.85	1.18	1.39	0.68	0.87	0.74	0.95	1.35	0.40
4	0.72	0.83	0.72	1.13	0.77	0.74	4.06	3.98	1.37	1.37	0.72	0.89	0.74	0.97	1.36	0.40
5	0.73	0.82	0.76	1.08	0.78	0.73	4.81	3.90	1.62	1.19	0.74	0.85	0.73	0.98	1.41	0.40
6	0.76	0.82	0.74	1.15	0.79	0.76	4.84	4.05	1.77	1.07	0.75	0.78	0.66	0.80	1.41	0.40
7	0.75	0.79	0.75	1.16	0.77	0.75	5.30	4.29	1.78	1.06	0.76	0.73	0.57	0.56	1.43	0.40
8	0.69	0.77	0.88	0.88	0.83	0.75	4.83	4.95	1.56	1.02	0.73	0.80	0.57	0.61	1.42	0.40
9	0.71	0.77	0.95	0.91	0.83	0.71	5.21	4.85	1.39	1.15	0.73	0.82	0.70	0.67	1.46	0.40
10	0.82	0.98	0.93	1.03	0.86	0.88	5.13	4.89	1.47	1.34	0.87	0.97	0.88	0.82	1.56	0.40
11	1.13	1.24	1.23	1.64	1.36	1.24	9.57	6.68	1.91	2.11	1.22	1.47	1.01	1.15	2.35	0.40
12	1.90	1.96	2.49	3.22	2.00	1.93	15.06	19.89	3.90	4.47	1.78	1.86	1.16	1.94	4.54	0.40

Nota: Se visualiza las aceleraciones de entrepiso en la dirección Y incluyendo los amortiguadores.

Figura 63

Verificación de aceleración de entrepiso utilizando amortiguadores VWD



c) Fuerzas en los Amortiguadores VWD

Tabla 95

Fuerzas en los dispositivos VWD

Story	Unique Name	Output Case	P_@LSV (tonf)	Tipo	Dirección	Stroke (±m) @LIV	V (m/s)
Techo Duplex	K176	Promedio FNA	50.06	VWD_1	Y	0.01352	0.52
Techo Duplex	K43	Promedio FNA	54.80	VWD_1	Y	0.01361	0.52
Piso 5	K147	Promedio FNA	64.46	VWD_1	Y	0.01672	0.52
Azotea	K2	Promedio FNA	61.39	VWD_1	Y	0.01543	0.53
Piso 4	K148	Promedio FNA	65.22	VWD_1	Y	0.01790	0.53
Piso 5	K137	Promedio FNA	68.87	VWD_1	Y	0.01812	0.53
Azotea	K44	Promedio FNA	66.91	VWD_1	Y	0.01604	0.54
Piso 5	K127	Promedio FNA	72.81	VWD_1	Y	0.01993	0.55
Piso 2	K133	Promedio FNA	76.58	VWD_1	Y	0.01882	0.55
Piso 4	K129	Promedio FNA	72.30	VWD_1	Y	0.02063	0.56
Piso 3	K131	Promedio FNA	74.04	VWD_1	Y	0.02054	0.56
Azotea	K22	Promedio FNA	77.72	VWD_1	Y	0.01681	0.56
Azotea	K14	Promedio FNA	80.06	VWD_1	X	0.01882	0.56
Piso 5	K126	Promedio FNA	79.27	VWD_1	Y	0.02222	0.57
Piso 4	K128	Promedio FNA	79.60	VWD_1	Y	0.02346	0.58
Piso 2	K132	Promedio FNA	85.84	VWD_1	Y	0.02159	0.58
Piso 5	K155	Promedio FNA	81.47	VWD_1	Y	0.02429	0.58
Piso 3	K168	Promedio FNA	84.40	VWD_1	Y	0.02382	0.59
Azotea	K71	Promedio FNA	88.38	VWD_1	X	0.01918	0.59
Piso 3	K130	Promedio FNA	82.48	VWD_1	Y	0.02368	0.59
Piso 2	K33	Promedio FNA	87.52	VWD_1	X	0.02485	0.60
Piso 10	K72	Promedio FNA	90.14	VWD_1	X	0.02050	0.60
Piso 4	K32	Promedio FNA	88.95	VWD_1	X	0.02962	0.61
Piso 9	K73	Promedio FNA	94.93	VWD_1	X	0.02306	0.61
Piso 6	K31	Promedio FNA	92.60	VWD_1	X	0.03013	0.62
Piso 5	K19	Promedio FNA	132.82	VWD_2	Y	0.01712	0.52
Piso 4	K20	Promedio FNA	130.41	VWD_2	Y	0.01805	0.53
Azotea	K47	Promedio FNA	121.04	VWD_2	Y	0.01626	0.53
Piso 3	K21	Promedio FNA	130.60	VWD_2	Y	0.01845	0.54
Piso 3	K149	Promedio FNA	133.55	VWD_2	Y	0.01838	0.54
Piso 6	K18	Promedio FNA	145.19	VWD_2	Y	0.01728	0.54
Piso 2	K150	Promedio FNA	144.40	VWD_2	Y	0.01760	0.54
Piso 4	K138	Promedio FNA	137.45	VWD_2	Y	0.01924	0.54
Piso 3	K139	Promedio FNA	139.81	VWD_2	Y	0.01957	0.55
Piso 2	K140	Promedio FNA	149.63	VWD_2	Y	0.01854	0.55
Piso 2	K173	Promedio FNA	159.06	VWD_2	X	0.01956	0.55
Piso 10	K3	Promedio FNA	130.22	VWD_2	Y	0.01837	0.56
Piso 10	K48	Promedio FNA	132.71	VWD_2	Y	0.01914	0.56
Piso 2	K13	Promedio FNA	166.88	VWD_2	X	0.02110	0.57
Piso 10	K45	Promedio FNA	148.75	VWD_2	Y	0.01906	0.57

Piso 3	K169	Promedio FNA	164.65	VWD_2	X	0.02284	0.57
Piso 2	K172	Promedio FNA	165.53	VWD_2	Y	0.02085	0.57
Piso 9	K4	Promedio FNA	145.50	VWD_2	Y	0.02067	0.57
Piso 2	K66	Promedio FNA	170.96	VWD_2	Y	0.02175	0.58
Piso 5	K12	Promedio FNA	163.29	VWD_2	X	0.02451	0.58
Piso 6	K151	Promedio FNA	160.97	VWD_2	Y	0.02354	0.58
Piso 9	K49	Promedio FNA	149.14	VWD_2	Y	0.02180	0.58
Piso 4	K164	Promedio FNA	164.22	VWD_2	Y	0.02449	0.58
Piso 2	K174	Promedio FNA	171.21	VWD_2	X	0.02337	0.58
Piso 4	K165	Promedio FNA	164.92	VWD_2	X	0.02448	0.59
Piso 3	K59	Promedio FNA	174.67	VWD_2	X	0.02500	0.59
Piso 6	K1	Promedio FNA	168.74	VWD_2	X	0.02417	0.59
Piso 9	K56	Promedio FNA	164.76	VWD_2	Y	0.02161	0.59
Piso 3	K170	Promedio FNA	164.27	VWD_2	X	0.02535	0.59
Piso 3	K65	Promedio FNA	171.89	VWD_3	Y	0.02513	0.59
Piso 3	K41	Promedio FNA	166.49	VWD_3	Y	0.02568	0.59
Piso 4	K166	Promedio FNA	167.47	VWD_3	X	0.02667	0.59
Piso 5	K15	Promedio FNA	159.82	VWD_3	X	0.02688	0.59
Piso 8	K5	Promedio FNA	161.10	VWD_3	Y	0.02301	0.59
Piso 2	K80	Promedio FNA	172.32	VWD_3	X	0.02446	0.59
Piso 10	K24	Promedio FNA	181.92	VWD_3	X	0.02241	0.60
Piso 2	K175	Promedio FNA	176.29	VWD_3	X	0.02481	0.60
Piso 8	K50	Promedio FNA	168.09	VWD_3	Y	0.02405	0.60
Piso 5	K53	Promedio FNA	174.62	VWD_3	Y	0.02663	0.60
Piso 5	K77	Promedio FNA	165.47	VWD_3	X	0.02808	0.60
Piso 10	K26	Promedio FNA	172.30	VWD_3	Y	0.01978	0.60
Piso 3	K79	Promedio FNA	169.31	VWD_3	X	0.02670	0.60
Piso 4	K64	Promedio FNA	171.83	VWD_3	Y	0.02609	0.60
Piso 6	K52	Promedio FNA	175.31	VWD_3	Y	0.02627	0.60
Piso 4	K40	Promedio FNA	175.96	VWD_3	Y	0.02673	0.60
Piso 4	K54	Promedio FNA	175.67	VWD_3	Y	0.02622	0.60
Piso 7	K6	Promedio FNA	173.47	VWD_3	Y	0.02506	0.60
Piso 5	K39	Promedio FNA	178.10	VWD_3	X	0.02751	0.60
Piso 7	K51	Promedio FNA	176.00	VWD_3	Y	0.02560	0.60
Piso 5	K63	Promedio FNA	177.05	VWD_3	Y	0.02609	0.60
Piso 4	K46	Promedio FNA	177.63	VWD_3	X	0.02715	0.60
Piso 4	K78	Promedio FNA	172.45	VWD_3	X	0.02823	0.60
Piso 3	K171	Promedio FNA	172.81	VWD_3	X	0.02749	0.60
Piso 6	K11	Promedio FNA	168.72	VWD_3	X	0.02742	0.60
Piso 3	K104	Promedio FNA	172.80	VWD_3	X	0.02769	0.60
Piso 6	K7	Promedio FNA	172.61	VWD_3	Y	0.02610	0.60
Piso 3	K55	Promedio FNA	178.56	VWD_3	Y	0.02523	0.60
Piso 9	K25	Promedio FNA	193.00	VWD_3	X	0.02435	0.60
Piso 6	K76	Promedio FNA	172.91	VWD_3	X	0.02767	0.61
Piso 3	K10	Promedio FNA	179.80	VWD_3	Y	0.02681	0.61
Piso 5	K8	Promedio FNA	175.36	VWD_3	Y	0.02737	0.61
Piso 8	K57	Promedio FNA	179.38	VWD_3	Y	0.02398	0.61
Piso 4	K9	Promedio FNA	173.69	VWD_3	Y	0.02770	0.61
Piso 5	K35	Promedio FNA	186.88	VWD_3	Y	0.02709	0.61
Piso 4	K167	Promedio FNA	177.57	VWD_3	X	0.02931	0.61
Piso 6	K62	Promedio FNA	183.47	VWD_3	Y	0.02600	0.61

Piso 5	K163	Promedio FNA	173.45	VWD_3	X	0.02959	0.61
Piso 5	K95	Promedio FNA	174.93	VWD_3	X	0.02997	0.61
Piso 6	K38	Promedio FNA	185.57	VWD_3	X	0.02744	0.61
Piso 7	K58	Promedio FNA	188.32	VWD_3	Y	0.02546	0.61
Piso 6	K154	Promedio FNA	182.54	VWD_3	X	0.02983	0.62
Piso 7	K75	Promedio FNA	194.18	VWD_3	X	0.02698	0.62
Piso 8	K36	Promedio FNA	205.24	VWD_3	X	0.02618	0.62
Piso 9	K27	Promedio FNA	191.94	VWD_3	Y	0.02323	0.62
Piso 7	K37	Promedio FNA	202.73	VWD_3	X	0.02710	0.62
Piso 8	K74	Promedio FNA	202.44	VWD_3	X	0.02579	0.63
Piso 6	K30	Promedio FNA	204.82	VWD_3	Y	0.02801	0.63
Piso 9	K83	Promedio FNA	207.35	VWD_3	X	0.02666	0.64
Piso 7	K93	Promedio FNA	208.84	VWD_3	X	0.02988	0.64
Piso 7	K29	Promedio FNA	220.32	VWD_3	Y	0.02808	0.64
Piso 8	K28	Promedio FNA	210.56	VWD_3	Y	0.02641	0.65

Nota: Se visualiza las fuerzas actuantes en cada uno de los amortiguadores.

Tabla 96

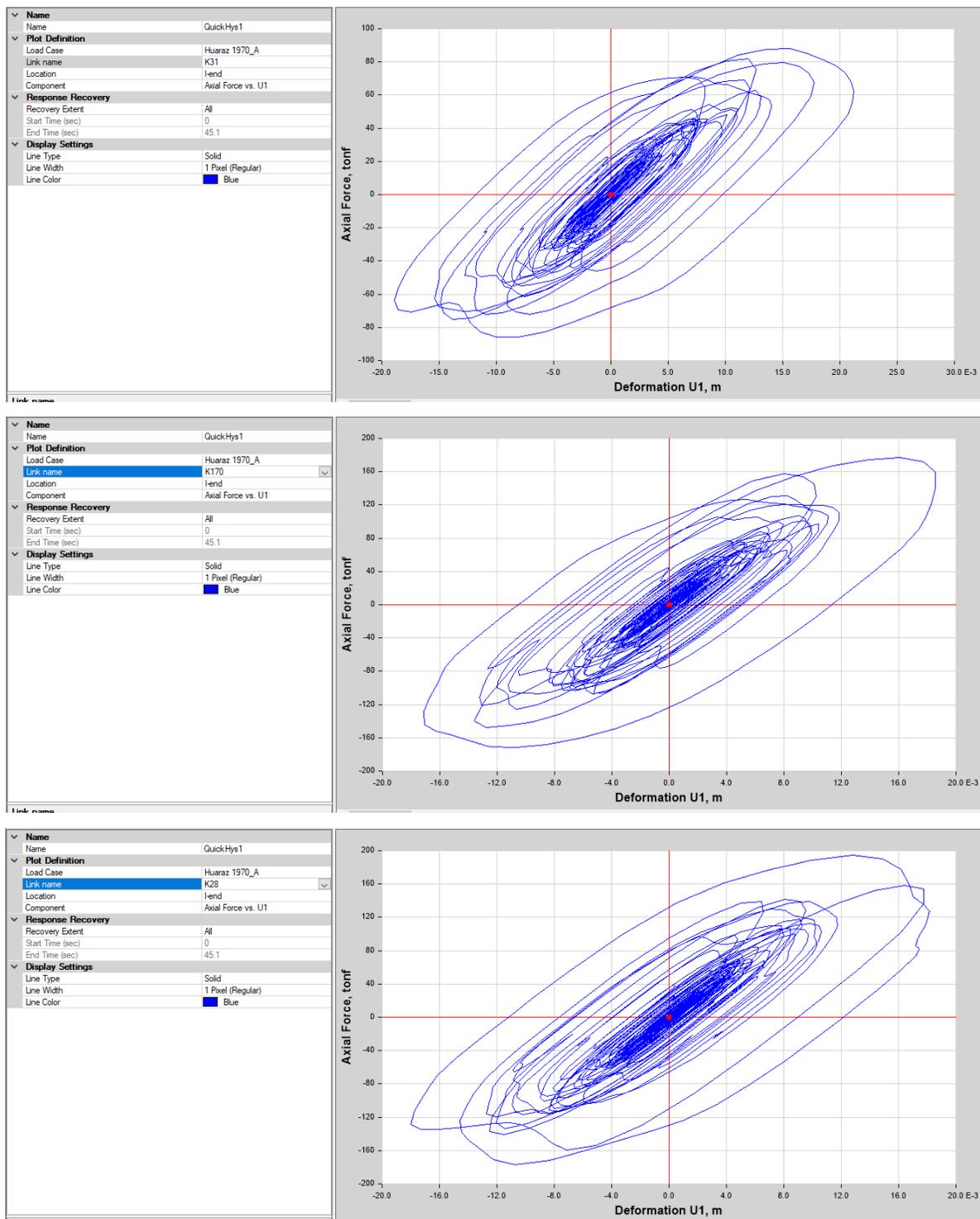
Especificaciones técnicas definitivas de los amortiguadores VWD

STANDARDIZED VISCOUS WALL DAMPER SPECIFICATION TABLE					UNITS	COMMENTARY
Viscous Wall Damper Design Specification		VWD 1	VWD 2	VWD 3		Type designation – discrete types for different damper model sizes and damper constants
Viscous Damper Behavior	Velocity Exponent, α	0.5	0.5	0.5		Damper performance characteristics. Best practice is to use the same α for the entire project and cluster design for at least 8 or more dampers per type
	Nominal Damping Constant, C	150	301	301	ton-(sec/m) $^\alpha$	
	Property Modification Factor, I	+84%; -20%	+84%; -20%	+84%; -20%		Upper and Lower bound property modification factor
Demands from Analyses	MCE Nominal Axial Load, F_N	60	105	130	ton	Nominal viscous damper demand from analysis ignoring I modification
	MCE Nominal Velocity, V	0.62	0.59	0.65	m/sec	$V_{MCE} = (F_N/C) ^ (1/\alpha)$
	MCE Lower Bound (LIV) Analysis Disp., d_{MCE}	± 30.13	± 25.35	± 29.97	\pm mm	Maximum BSE-2X Damper displacement considering I_{min}
Amplified Demands from ASCE 7-22	ASCE 7-22 Amplifier	130%	130%	130%		Amplifier based on system redundancy (100% or 130% per ASCE 7-16 §18.2.4.6)
	Max Design Load, F_{MAX}	298	582	611	ton	$F_{max} = 1.2 * I_{max} * C * (V_{MCE} * Amplifier)^\alpha$ (per ASCE 7-22 §18.2.4.6)
	Minimum Factor of Safety, FS	4.97	5.54	4.70		$FS = F_{max}/F_N$
	Max Design Displacement, d_{MAX}	± 39.17	± 32.96	± 38.96	mm	
Viscous Damper Design Type Information	Pin-Base Plate Length (mm)					Pin-to-Pin length for damper system (either standard or with extender)
	Min. Extender Stiffness				ton/m	Consult with Taylor Devices
	Exposure	Exterior	Exterior	Exterior		
	Damper End Conditions	Plate Base	Plate Base	Plate Base		Note damper end condition
	Configuration	Vertical	Vertical	Vertical		
	Extender Type					Note type of extender used: HSS, integral or telescoping. See Taylor Extender Guide
	Notes:					
Quantity	25	29	52			

d) Curvas histeréticas

Figura 64

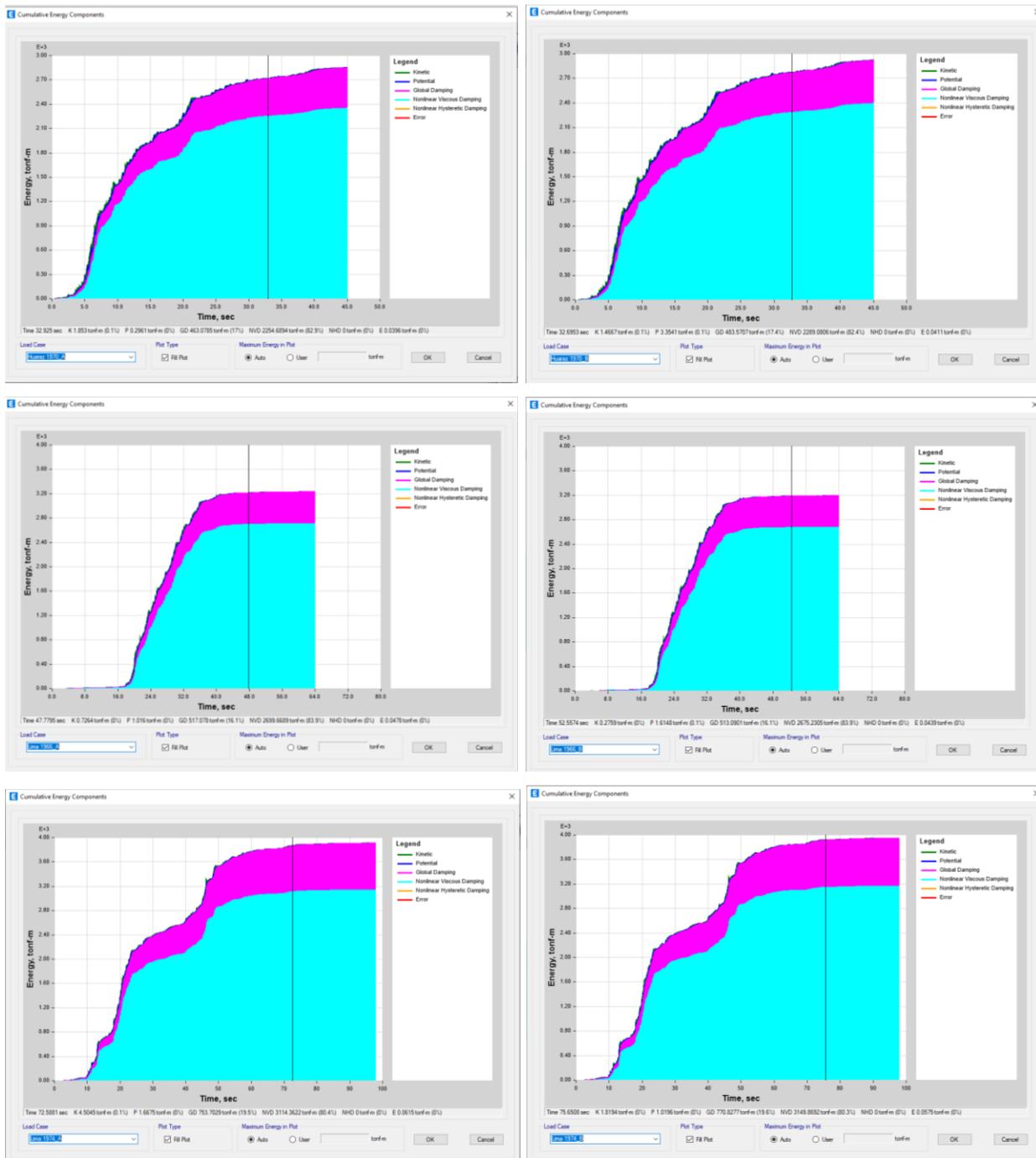
Curvas de histéresis de los amortiguadores VWD

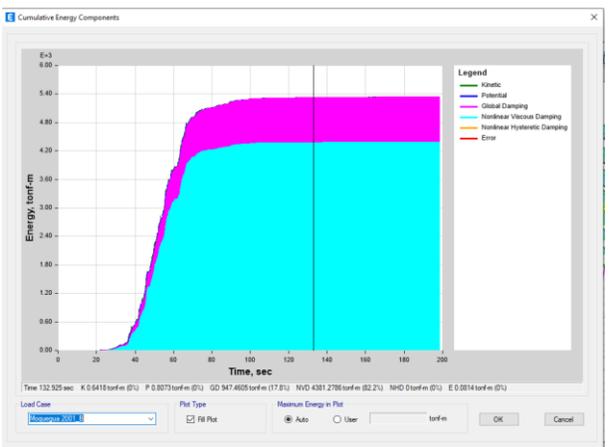
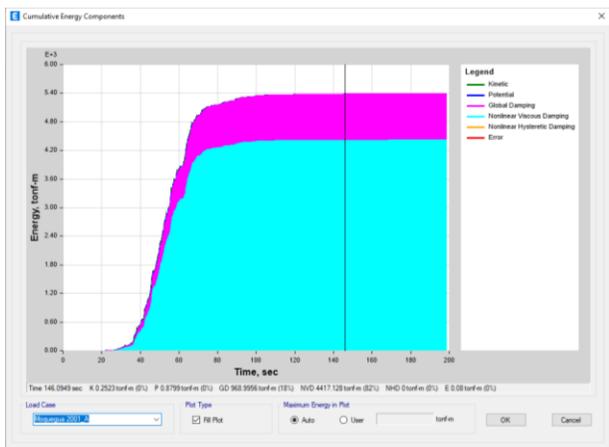
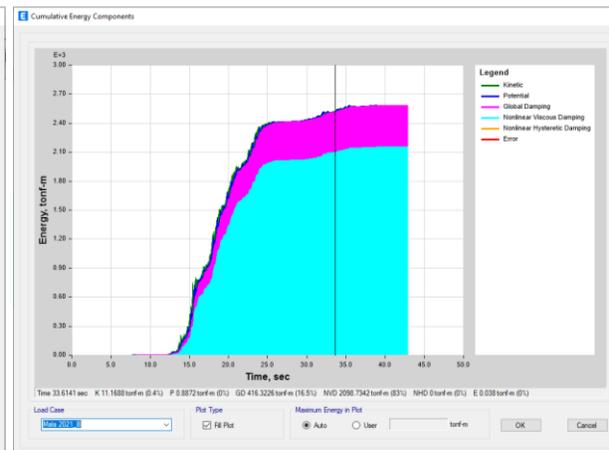
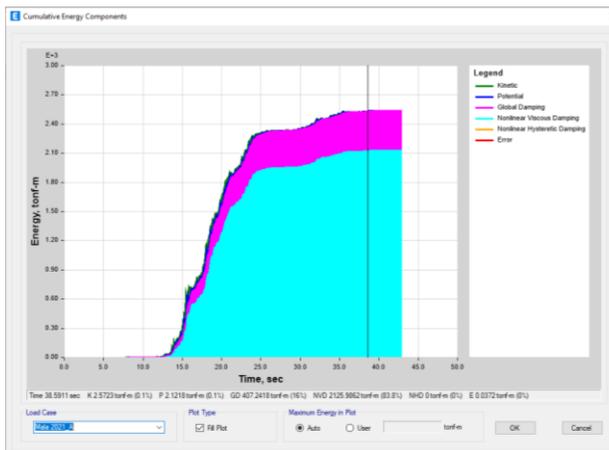
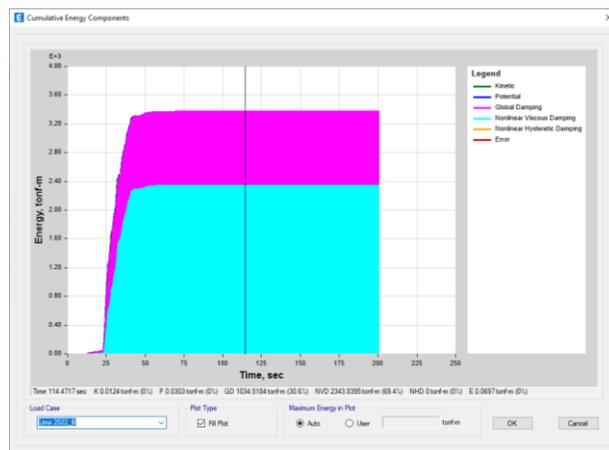
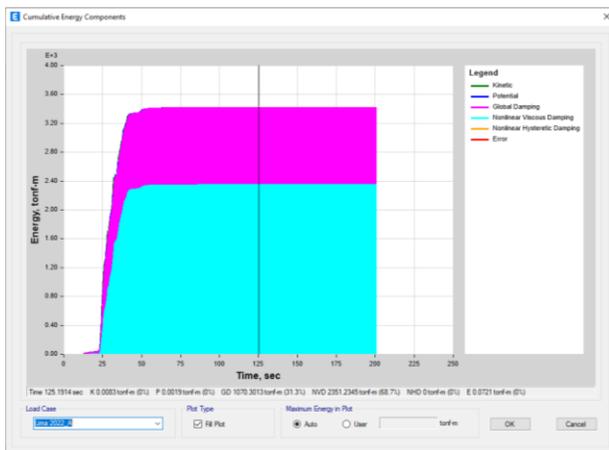


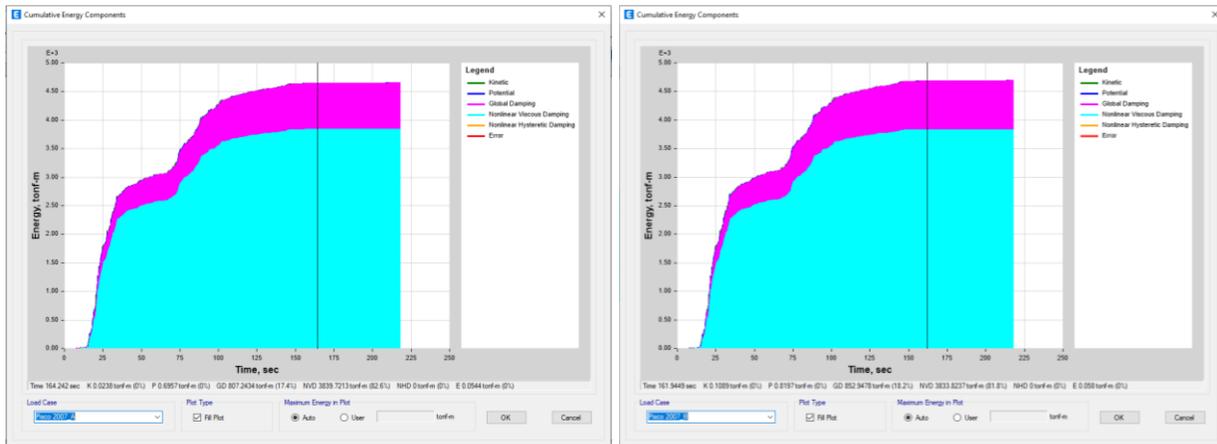
e) Energía disipada

Figura 65

Diagramas de energía sísmica disipada por los amortiguadores VWD para cada caso







4.9 Diseño de elementos estructurales

4.9.1 Diseño de Vigas

Luego del análisis se determinó las siguientes secciones: vigas principales 40x70 cm y vigas secundarias 40x60 cm.

4.9.1.1 Diseño por flexión

Se determina los límites de área de acero utilizando las siguientes ecuaciones de acuerdo al acápite 10.5 y 10.3.4 de la NTE E.060 concreto armado (2009):

$$A_{S_mín} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

$$A_{S_máx} = 0.75 * A_{Sb}$$

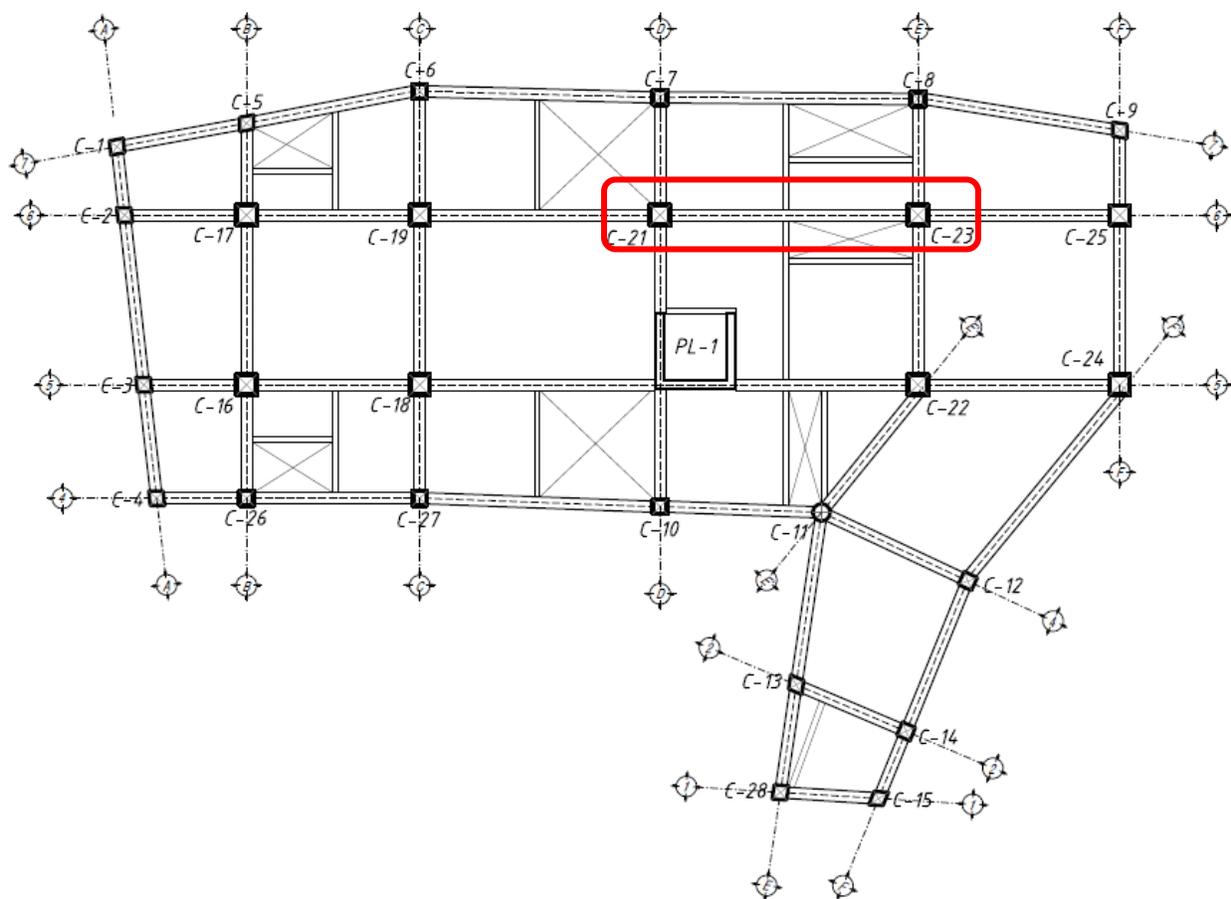
$$A_{S_máx} = 40.80 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_mín} = 6.18 \text{ cm}^2$$

La viga principal más esforzada se encuentra en el eje 6 entre los ejes D-E en el piso 4, lo cual se tomó como ejemplo de diseño:

Figura 66

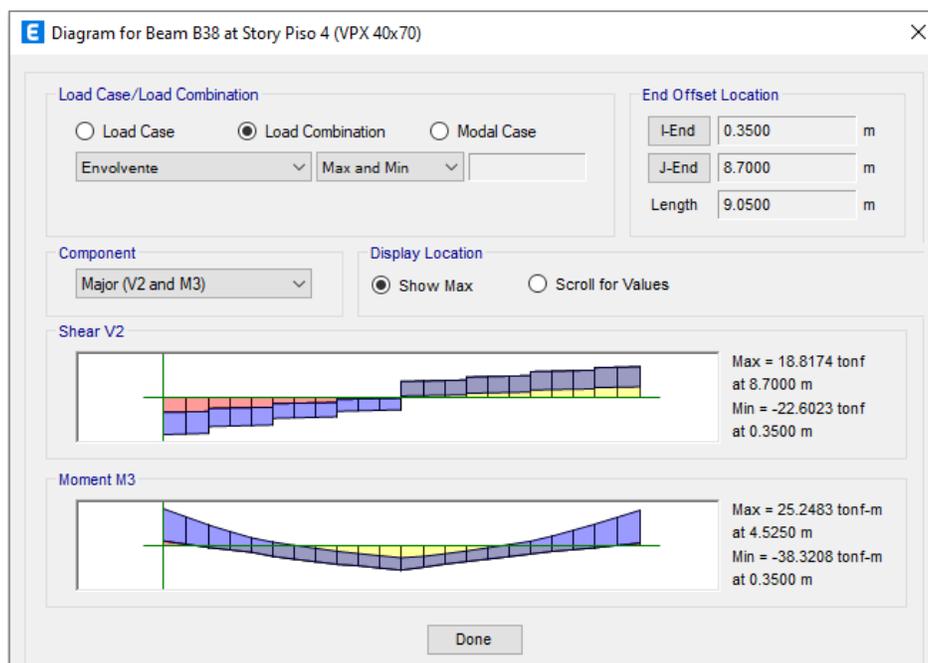
Ubicación en planta de la viga a diseñar



Esfuerzos obtenidos (M33) del análisis:

Figura 67

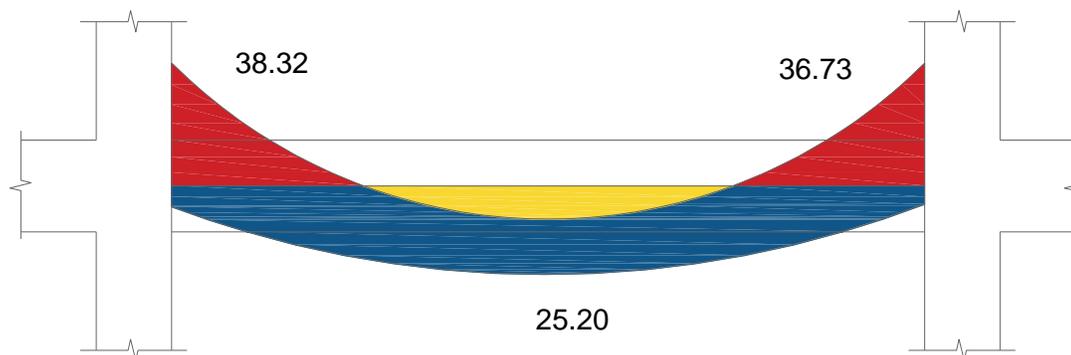
Diagramas de momento flector y cortante de la viga a diseñar para la envolvente



Para el diseño de vigas se utiliza la combinación ENVOLVENTE que toma los valores máximos de cada combinación.

Figura 68

Visualización de valores de esfuerzos en el diagrama de momento flector



Utilizando las fórmulas del bloque equivalente de compresión de Whitney, se obtiene el área de acero para cumplir con el diseño por resistencia.

Figura 69

Bloque equivalente de compresiones o rectángulo de Whitney

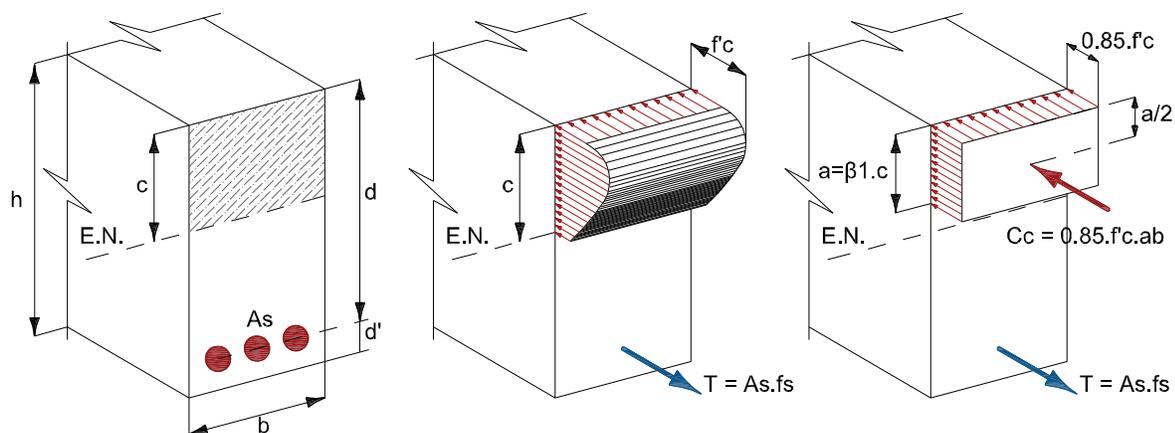


Figura 70

Diagrama de esfuerzos en la sección de la viga

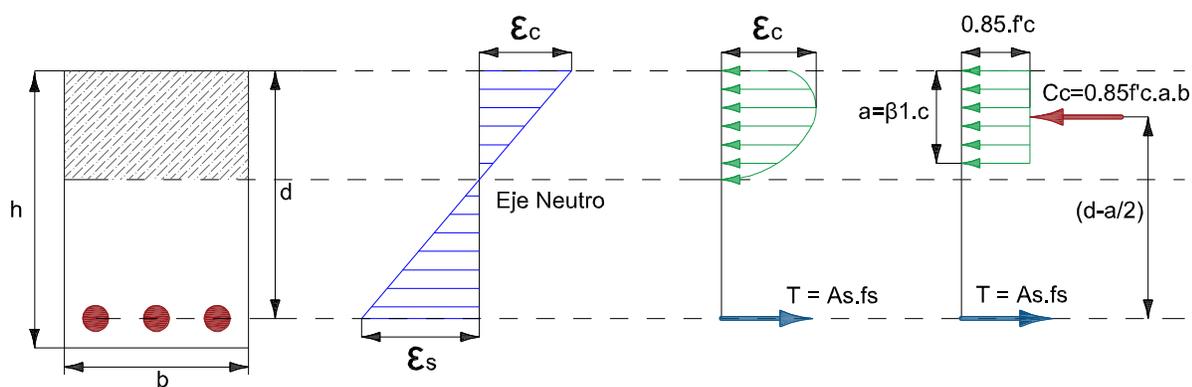
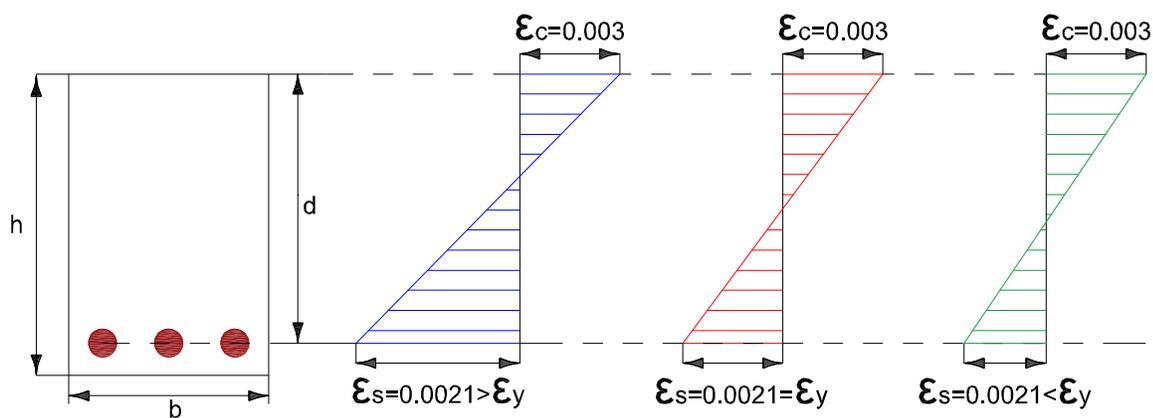


Figura 71

Distribución de deformaciones para los diversos tipos de falla



$$C_c = T \quad a = \beta_1 * c$$

$$\beta_1 = \left\{ \begin{array}{ll} 0.85 & , \text{ para } f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \\ 1.05 - 0.714 \times \frac{f'c}{1000} & , \text{ para } 280 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 560 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.65 & , \text{ para } f'c \geq 560 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right\}$$

$$\frac{\varepsilon_c}{c} = \frac{\varepsilon_s}{d - c} \quad A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$A_s(+) = 15.12 \text{ cm}^2$$

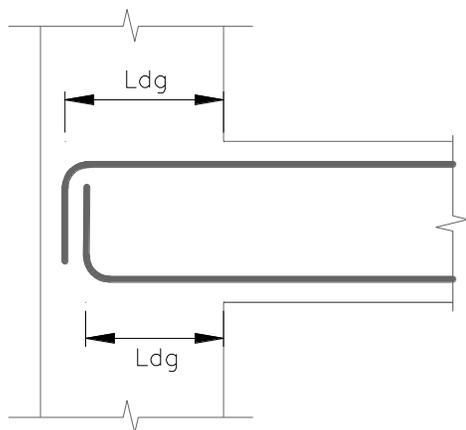
$$A_s(-) = 21.45 \text{ cm}^2$$

Para cubrir la demanda de área de acero, se opta por utilizar 4 varillas de 1" y en la parte inferior 3 varillas de 1", análogamente se determina el refuerzo para las demás vigas.

4.9.1.2 Anclaje y corte de acero

Figura 72

Tipo de gancho 90° a utilizar para el empotramiento en las columnas perimetrales



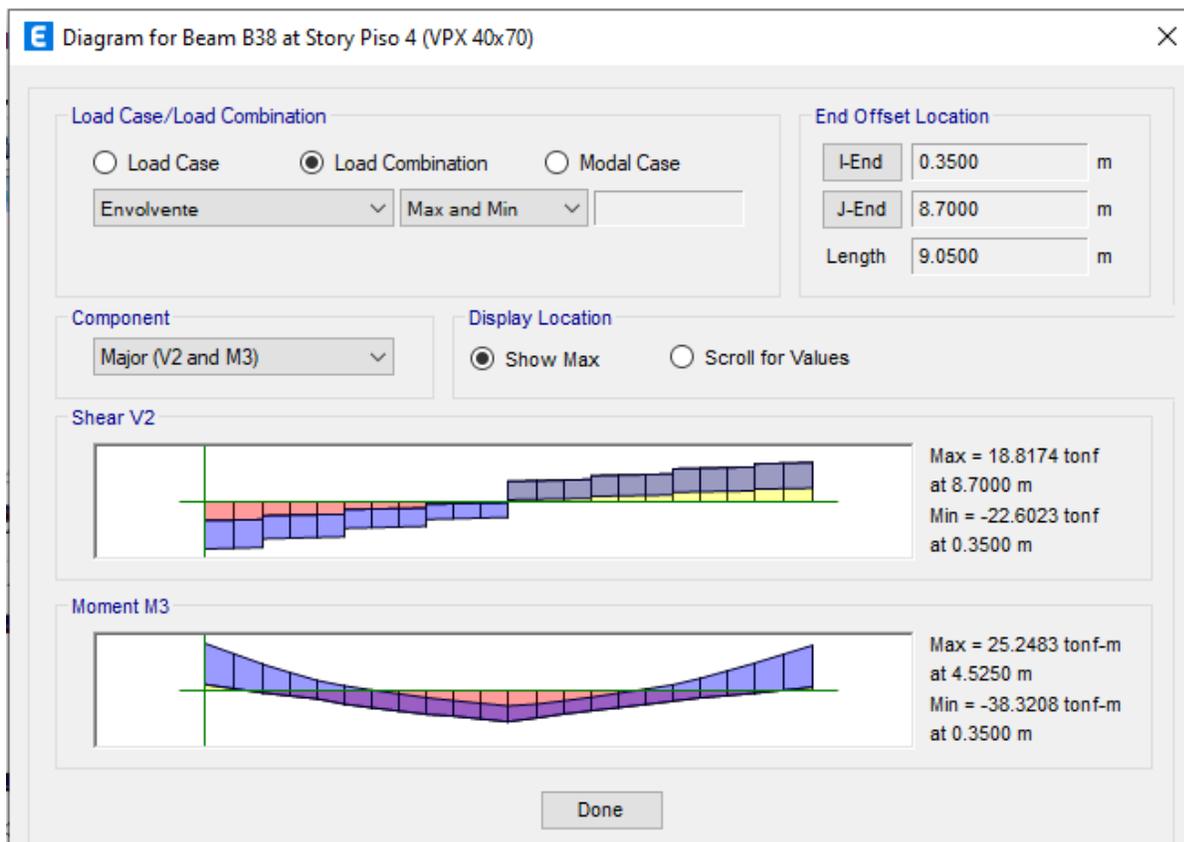
Se utiliza anclaje con ganchos estándar a 90° en los extremos de la viga, para varillas de 1" la $L_{dg} = 56\text{cm}$ (utilizado en vigas primarias) y para varillas de $\frac{3}{4}$ " la $L_{dg} = 42\text{ cm}$ (utilizado en vigas secundarias).

4.9.1.3 Diseño por cortante

Se extrae la fuerza cortante última para la viga seleccionada del diagrama de cortantes, para la combinación envolvente $V_u = 22.60\text{ tonf.}$ De acuerdo a la NTE E.060 concreto armado (2009) el factor de reducción por cortante $\phi_c = 0.85$.

Figura 73

Diagrama de esfuerzo cortante de la viga a diseñar



Se determinó el aporte a corte de la sección de concreto, la cortante nominal y la cortante del acero. Considerado un diámetro de estribo $\varnothing 3/8''$, tenemos:

V40x70:

$$V_c := 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d = 19.662 \text{ tonnef}$$

$$\phi_c \cdot V_c = 16.713 \text{ tonnef}$$

$$V_{s_máx} := 2.1 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b \cdot d = 77.906 \text{ tonnef}$$

$$V_n := V_c + V_{s_máx} = 97.568 \text{ tonnef}$$

$$\phi_c \cdot V_n = 82.932 \text{ tonnef}$$

Se verifica que se cumple la condición de diseño: $\phi V_n \geq V_u$

Se determina el cortante nominal requerido y la cortante que toma el acero:

$$V_{nr} := \frac{V_{ud}}{\phi_c} = 26.588 \text{ tonnef}$$

$$V_s := V_{nr} - V_c = 6.926 \text{ tonnef}$$

Considerando un estribo de 3/8", se tiene la siguiente separación:

$$Ae := \pi \cdot \frac{1}{4} \cdot \phi_e^2 = 0.713 \text{ cm}^2$$

$$s := \frac{2 \cdot Ae \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 55.306 \text{ cm}$$

Debido a que se tienen cortantes de valores bajos, no se toma en cuenta esta separación sino lo dispuesto en el capítulo 21 de la norma E.060 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico", donde se tiene la siguiente distribución de estribos:

Figura 74

Distribución de estribos en una viga sísmica, según capítulo 21 de la norma E.060

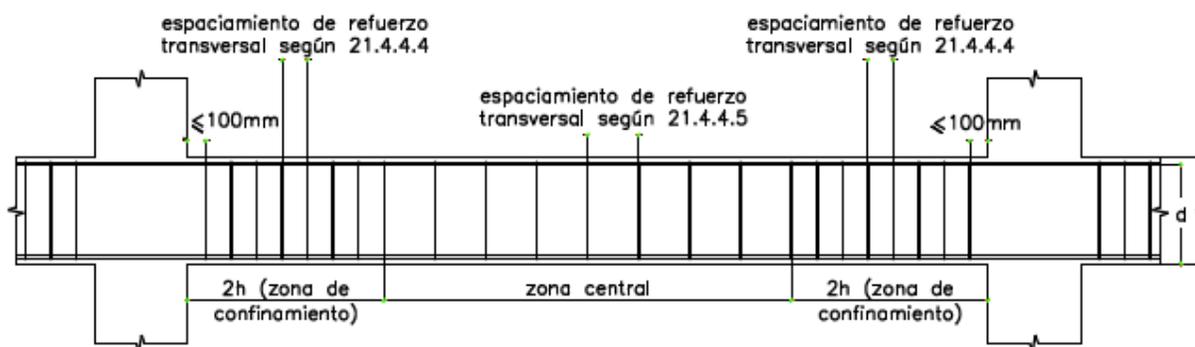


Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

De acuerdo al acápite 25.5.3.2. de la norma E.060, se tiene:

- ✓ Longitud de la zona de confinamiento (2h): $L_c = 140 \text{ cm}$
- ✓ Primer estribo a: 5 cm
- ✓ Espaciamiento de estribos en zona de confinamiento: 15 cm
- ✓ Espaciamiento de estribos en zona central: 30 cm

Est. $\phi 3/8"$: $1@0.05, 9@0.15, Rto@0.30c/e$

4.9.2 Diseño de Columnas

Las secciones de las columnas elegidas luego del análisis, son columnas rectangulares de 70x70 y 50x50, columna circular R=30cm. Para el ejemplo de diseño se toma en cuenta una sección de 70x70.

4.9.2.1 Diseño por flexo compresión

Se determina el área de acero máximo (6%Ab) y mínimo (1%Ab) de acuerdo al acápite 10.16.8.6, de la NTE E.060 concreto armado (2009), además se consideró una cuantía menor al 4% por lo que no se incluye en los planos los detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

$$A_{smín} = 49.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 294.00 \text{ cm}^2$$

Se extrae los momentos y axiales en la columna más esforzada, en este caso resultó ser la C19 en el piso 1, a partir de la cual se realiza las combinaciones de diseño y se probó diferentes distribuciones de acero en la sección, hasta obtener los diagramas de interacción en las direcciones 2-2 y 3-3 que cumplan con el diseño por resistencia, los que se muestran a continuación:

Tabla 97

Fuerzas en la columna de diseño (C-19)

Piso	Columna	Caso Carga	P (tonf)	V2 (tonf)	V3 (tonf)	T (tonf-m)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
Piso 1	C19	Dead	-355.21	-1.59	1.16	0.00	1.05	-1.51
Piso 1	C19	Live	-75.84	-0.51	0.50	0.00	0.45	-0.46
Piso 1	C19	SDX	19.36	10.93	6.85	0.81	15.84	25.98
Piso 1	C19	SDY	24.63	6.93	11.01	1.05	26.35	16.40

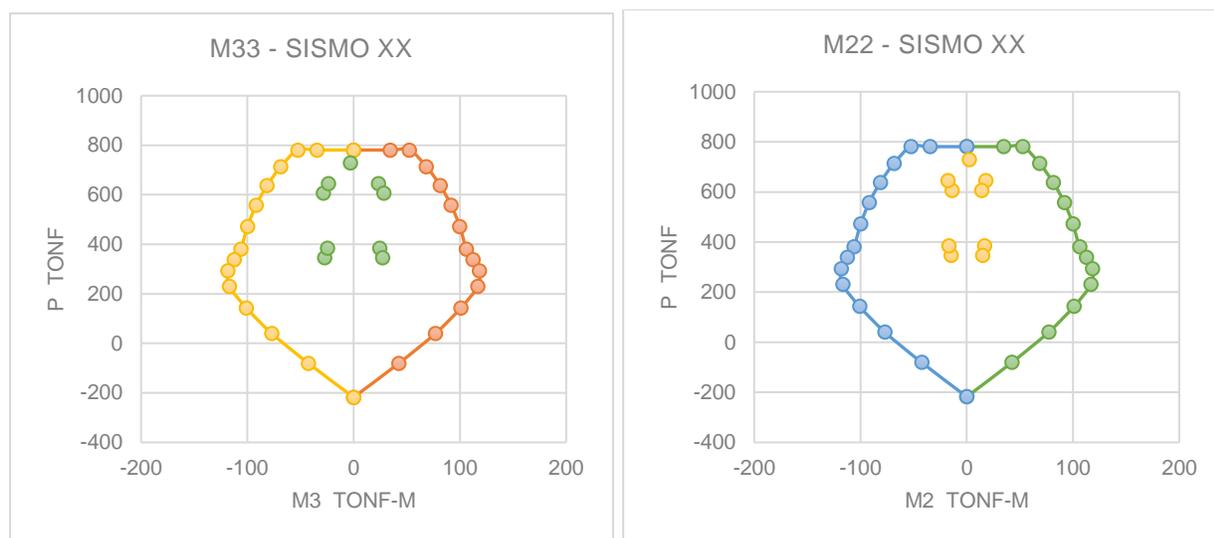
Tabla 98

Combinaciones para diseño de columnas en la dirección X

SISMO XX	P (tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.7CV	729.17	2.24	-2.89
1.25CM+1.25CV+SX	645.13	17.72	23.52
1.25CM+1.25CV-SX	606.40	-13.96	-28.44
0.9CM+SX	384.97	16.79	24.62
0.9CM-SX	346.24	-14.89	-27.34
	645.13	-17.72	-23.52
	606.40	13.96	28.44
	384.97	-16.79	-24.62
	346.24	14.89	27.34

Figura 75

Diagrama de interacción de la columna a diseñar en la dirección X

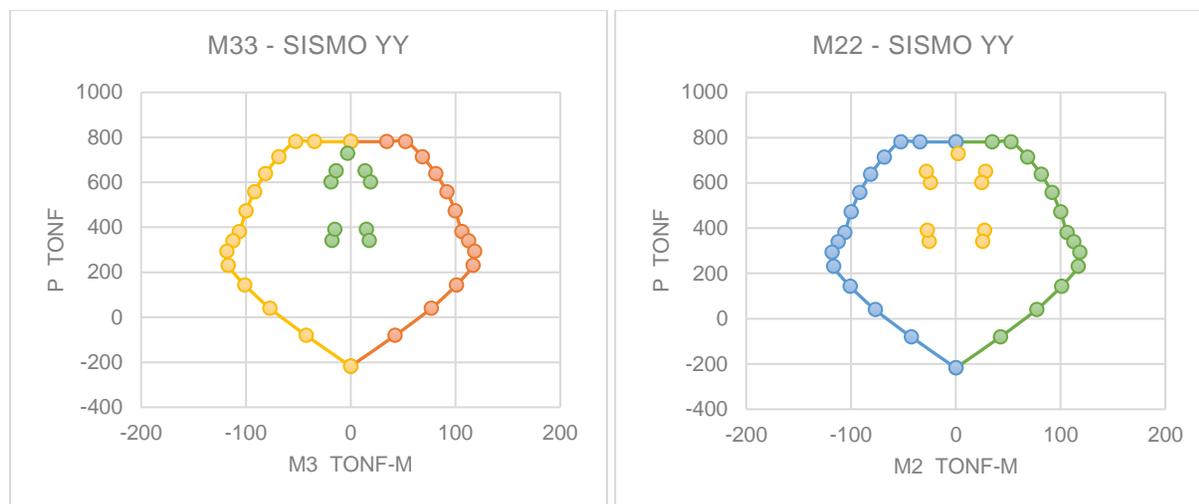
**Tabla 99**

Combinaciones de diseño de columnas en la dirección Y

SISMO YY	P (tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.7CV	729.17	2.24	-2.89
1.25CM+1.25CV+SY	650.40	28.22	13.94
1.25CM+1.25CV-SY	601.13	-24.47	-18.86
0.9CM+SY	390.24	27.30	15.04
0.9CM-SY	340.97	-25.40	-17.76
	650.40	-28.22	-13.94
	601.13	24.47	18.86
	390.24	-27.30	-15.04
	340.97	25.40	17.76

Figura 76

Diagrama de interacción de la columna a diseñar en la dirección Y



Finalmente, para la columna C19 de 70x70 se utilizó: 4Ø1" y 12Ø3/4" con la siguiente distribución:

4.9.2.2 Diseño por cortante

Para el diseño por cortante se toma en cuenta las recomendaciones del acápite 21.4.5. de la NTE E.060, que hace referencia a disposiciones especiales para diseño sísmico.

Longitud de confinamiento L_o no debe ser menor que el mayor de (a), (b) y (c):

- Una sexta parte de la luz libre del elemento = 40.83 cm.
- La mayor dimensión de la sección transversal del elemento = 70 cm.
- 50 cm.

Espaciamiento en la longitud de confinamiento no debe exceder al menor de:

- Seis veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro = 11.43 cm.
- La tercera parte de la menor dimensión de la sección transversal del elemento = 23.33 cm.
- 10 cm.

Espaciamiento fuera de la longitud de confinamiento, no deberá exceder al menor de:

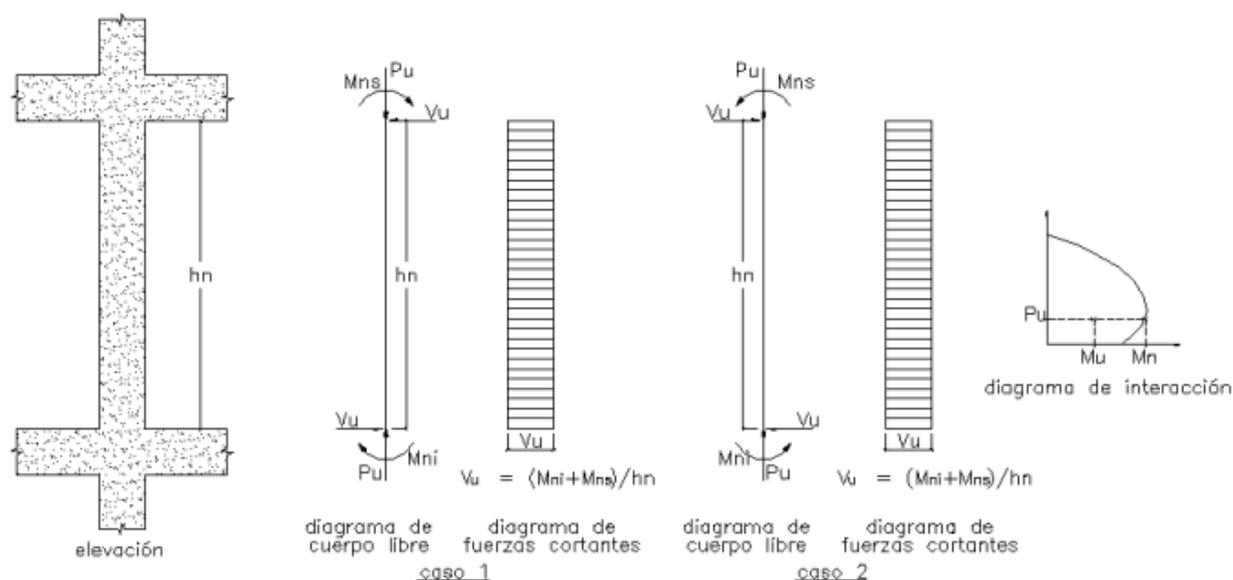
- Diez veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna = 25.40 cm.
- 25 cm

Distribución de estribos según la norma E.060: *Est. Ø3/8": 1@0.05, 7@0.10, Rto@0.25c/e*

Estos resultados verificamos con el diseño por capacidad de acuerdo a lo establecido en el capítulo 21 de la norma E.060 para las direcciones 22 y 33:

Figura 77

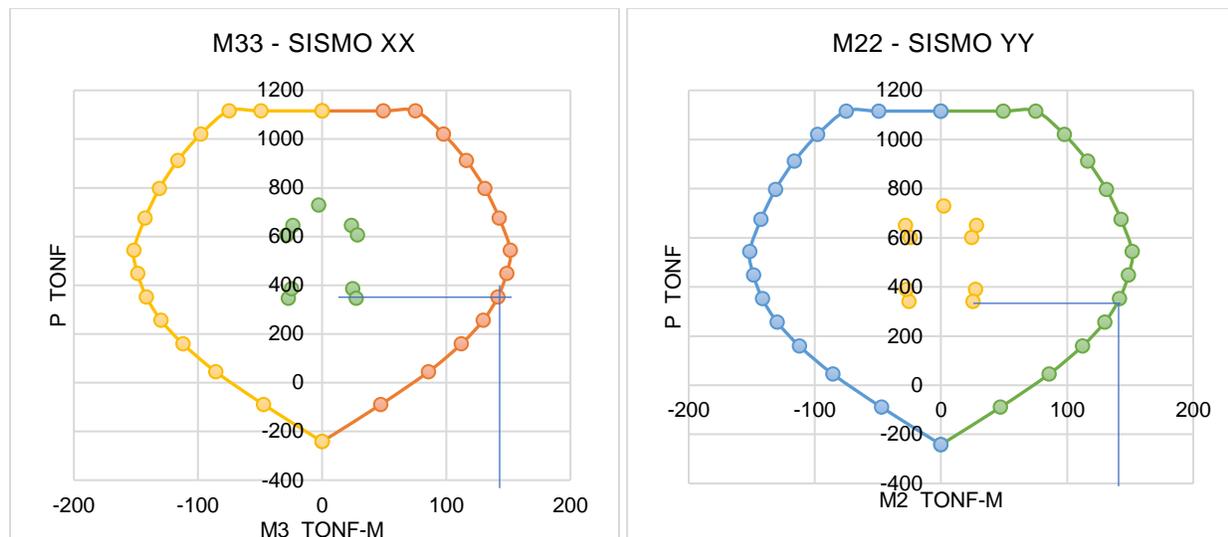
Diseño por capacidad de la columna



CASO I: Se determina la cortante ultima con los momentos nominales superior e inferior dividido entre la altura libre de la columna. Estos momentos nominales se extraen de la intersección del punto más alejado con el diagrama de interacción nominal (no considera el factor de reducción ϕ):

Figura 78

Diagrama de interacción para diseño por cortante en las direcciones X e Y



$$V_u = \frac{Mni + Mns}{Hc} = 114.29 \text{ tonf}$$

CASO II: Se obtiene la cortante ultima con la combinación de cortantes incluyendo el sismo, estos valores de cortante se obtiene del programa ETABS para la columna más esforzada en cuanto a cortante:

$$V_u = 1.25V_{22cm} + 1.25V_{22cv} + 2.5V_{22sismoX}$$

Tabla 100

Fuerzas máximas de cortante en la columna de diseño – piso 5

Piso	Columna	Caso Carga	P (tonf)	V2 (tonf)	V3 (tonf)	T (tonf-m)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
Piso 5	C19	Dead	-226.61	-3.02	2.54	0.02	3.51	-4.14
Piso 5	C19	Live	-45.41	-0.58	0.66	0.00	0.90	-0.79
Piso 5	C19	SDX	11.75	10.82	5.74	1.16	7.73	14.77
Piso 5	C19	SDY	12.01	6.25	12.55	1.64	17.13	8.46

$$V_u = 31.54 \text{ tonf}$$

Para el diseño final se toma el menor de las cortantes calculadas en los casos I y II, se tiene: $V_u = 31.54 \text{ tonf}$.

Verificamos la capacidad a cortante con la distribución calculada anteriormente considerando un solo estribo con lo que se tendrá 2 ramas por sección:

1		ϕ	3/8"	---> s =	10	cm	---> $\phi V_s =$	32.44	ton	---> $\phi V_n =$	66.22	ton
1		ϕ	3/8"	---> s =	25	cm	---> $\phi V_s =$	12.98	ton	---> $\phi V_n =$	46.75	ton

Se verifica que en ambos casos se cumple la condición $\phi V_n > V_u$, luego se detalla la sección de la columna con los criterios de armado establecidos en la norma E.060 para estribos. Finalmente se tiene la siguiente distribución:

4.9.3 Diseño de Placas

De forma análoga que las columnas se realiza combinaciones de distribución de refuerzos hasta obtener los diagramas de interacción en las direcciones 22 y 33. Se diseña la placa PL-1 a modo de ejemplo:

Tabla 101

Combinaciones de diseño para la placa en la dirección X

SISMO XX	P(tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.7CV	1180.48	-35.21	4.27
1.25CM+1.25CV+SX	1027.57	1053.84	294.73
1.25CM+1.25CV-SX	1010.16	-1112.08	-286.49
0.9CM+SX	624.25	1069.78	294.62
0.9CM-SX	606.84	-1096.14	-286.60
	1027.57	-1053.84	-294.73
	1010.16	1112.08	286.49
	624.25	-1069.78	-294.62
	606.84	1096.14	286.60

Figura 79

Diagrama de interacción para el diseño de placa por flexo compresión en la dirección X

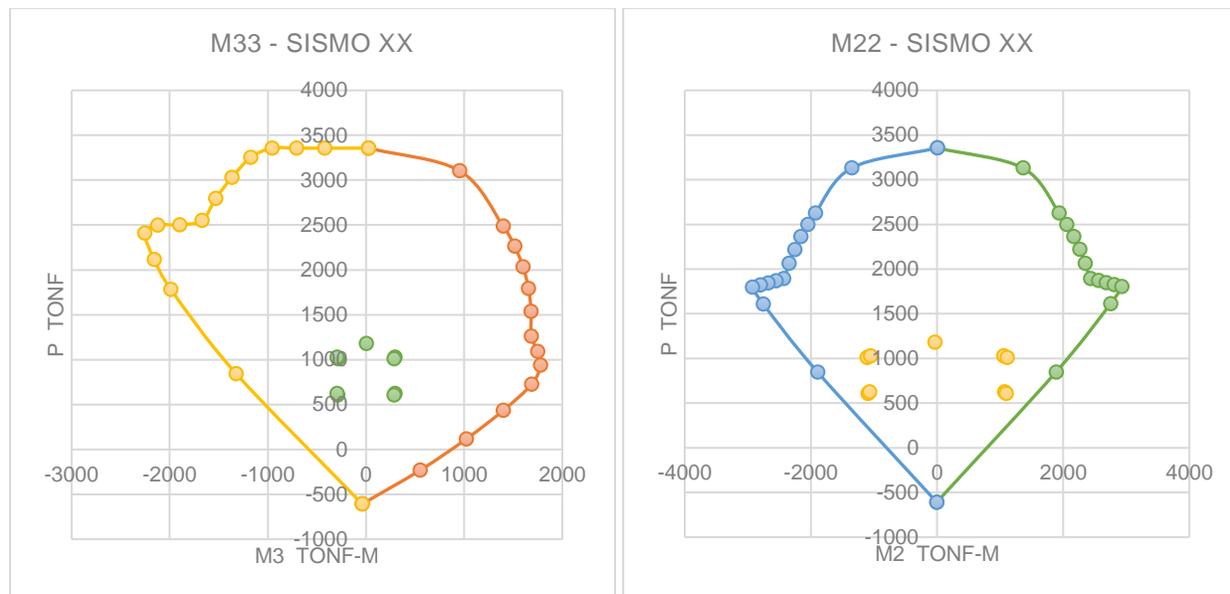


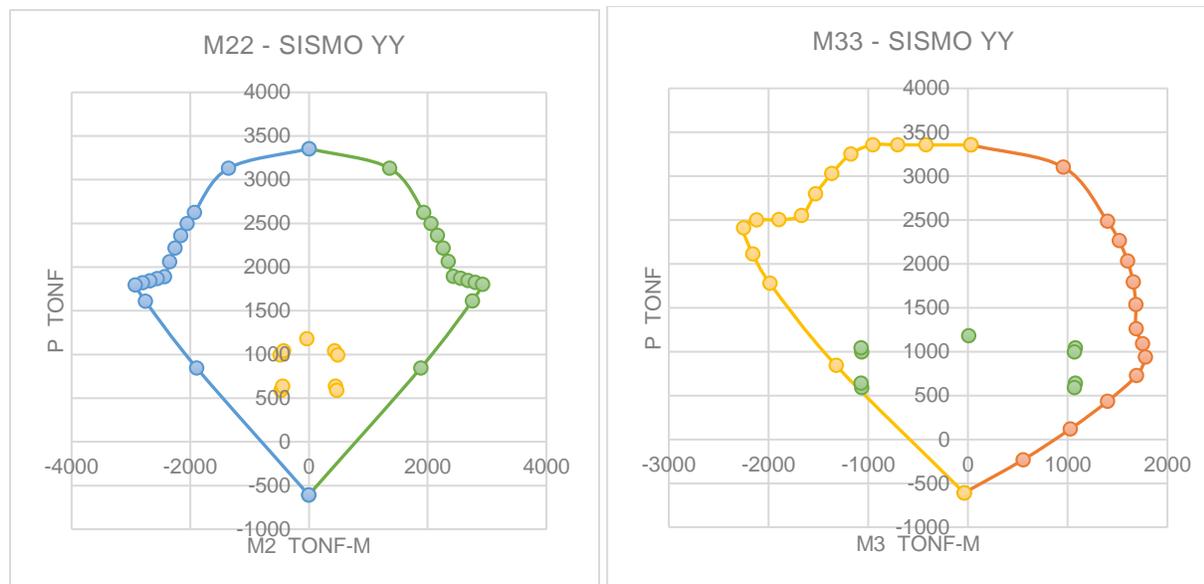
Tabla 102

Combinaciones de diseño de la placa en la dirección Y

SISMO YY	P (tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.7CV	1180.48	-35.21	4.27
1.25CM+1.25CV+SY	1042.96	428.41	1074.72
1.25CM+1.25CV-SY	994.78	-486.64	-1066.48
0.9CM+SY	639.64	444.34	1074.61
0.9CM-SY	591.46	-470.70	-1066.59
	1042.96	-428.41	-1074.72
	994.78	486.64	1066.48
	639.64	-444.34	-1074.61
	591.46	470.70	1066.59

Figura 80

Diagrama de interacción para el diseño de placa por flexo compresión en la dirección Y



NOTA: En el diagrama de interacción no se considera el factor de reducción (ϕ) para las direcciones X e Y.

Tabla 103

Fuerzas cortantes máximas en la placa de diseño

Piso	Placa	Caso Carga	P (tonf)	V2 (tonf)	V3 (tonf)	T (tonf-m)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
Piso 1	P1	Dead	-683.94	1.86	-2.15	2.65	-14.64	4.46
Piso 1	P1	Live	-131.15	0.37	-0.74	0.94	-8.65	-1.16
Piso 1	P1	SDX	8.70	44.56	123.49	176.95	1082.96	290.61
Piso 1	P1	SDY	24.09	162.89	51.58	75.06	457.52	1070.60

4.9.3.1 Aceros horizontales

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad A_{sh} = \frac{s * V_s}{f_y * d} \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{100 * s * t}$$

Para el diseño de cuantía horizontal se considera el acápite 11.10.10 de la norma E.060, donde la cuantía mínima es 0.0025. Se realiza el análisis y diseño de la placa en forma de "C" en las 2 direcciones. En la dirección horizontal X de la placa se utiliza varillas de $\frac{1}{2}$ "@12.5cm y en la dirección Y se usa varillas de $\frac{1}{2}$ "@20cm.

4.9.3.2 Aceros verticales

$$\rho_{sv} = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_m}{l_m}\right)(\rho_{sh} - 0.0025)$$

De forma análoga, se determina las varillas de refuerzo verticales en ambas direcciones, resultando varillas 3/8"@17.5cm que corresponden a la cuantía mínima.

4.9.3.3 Núcleos confinados

Se realiza iteraciones con diferentes combinaciones de distribución de refuerzo hasta obtener un diagrama de interacción en las direcciones 22 y 33 que cubre la demanda, se distribuye aceros confinados en los bordes y los vértices. Se obtiene la siguiente distribución:

4.9.4 Diseño de Platea de Cimentación

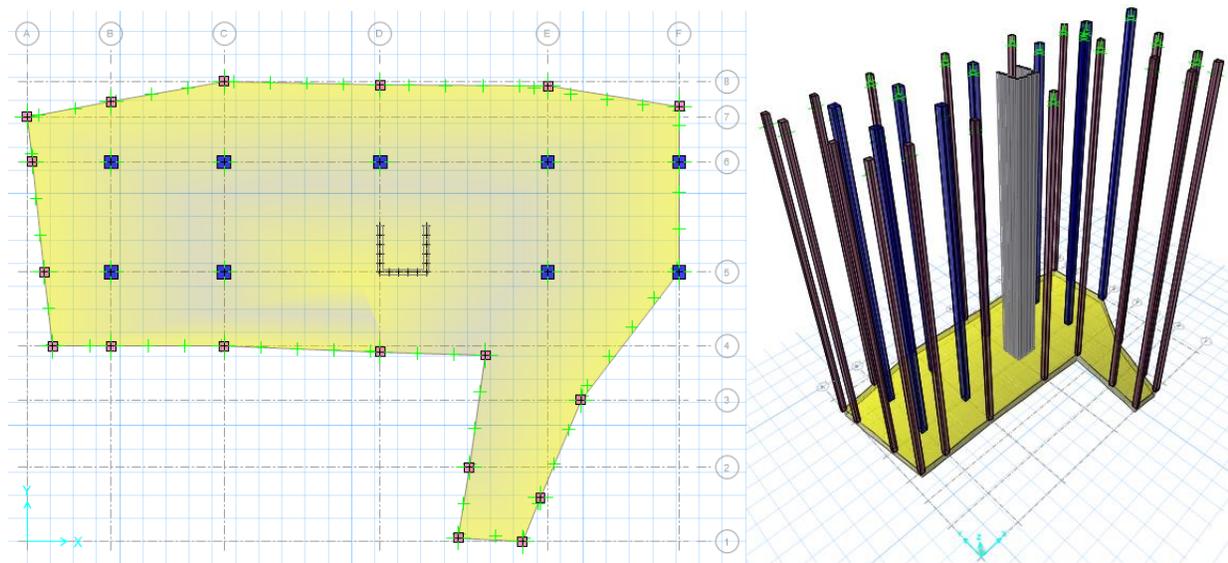
Se optó por una platea de cimentación por la superposición de zapatas aisladas, y la irregularidad de zapatas combinadas. Para el diseño se utilizó el software SAFE v.16.

Procedimiento de diseño de la platea de cimentación:

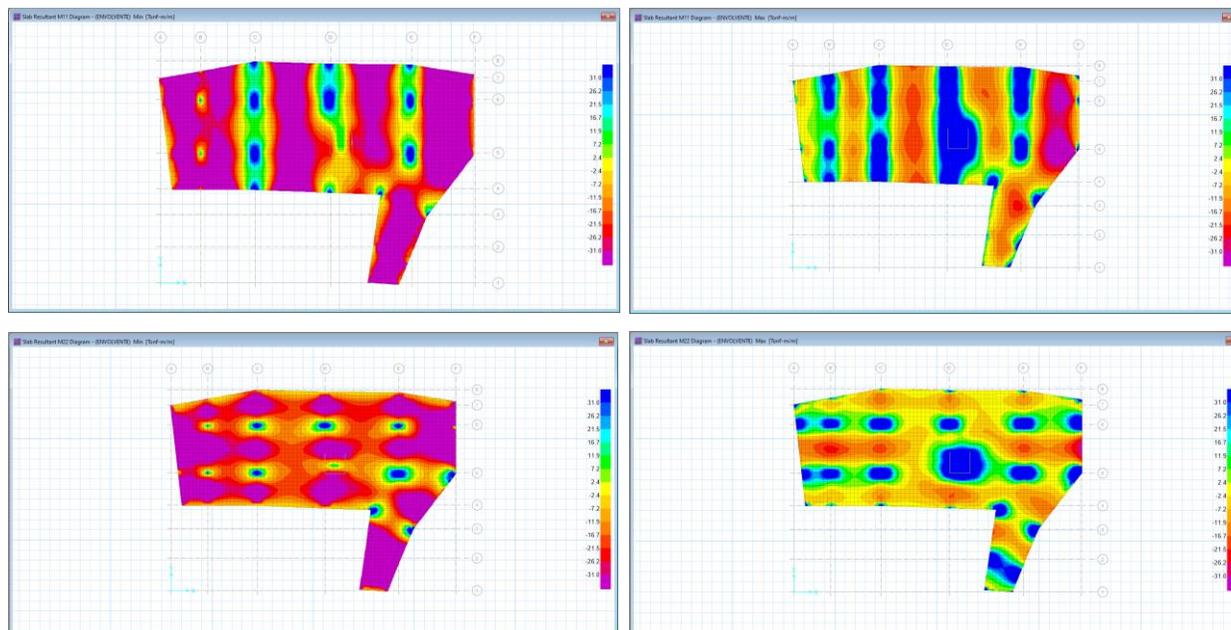
- a) Exportamos las cargas muertas, vivas y de sismo en el nivel base
- b) Importamos las cargas muertas y vivas al SAFE v.16.
- c) Creamos los casos de carga para el diseño en cada dirección (X e Y) en el SAFE v16.
- d) Se corrige los signos de las cargas sísmicas dinámicas tomando como referencia las cargas sísmicas estáticas antes de importar al SAFE v16.
- e) Definición de materiales con peso específico para asignar a platea de cimentación en el SAFE v16.
- f) Definición de materiales sin peso específico para asignar a los elementos verticales a insertar, ya que solo se necesita el aporte de rigidez y funcionan como apoyos para la platea de cimentación.
- g) Definición de las propiedades de la sección de la platea de cimentación.
- h) Se modela la platea de cimentación y los elementos verticales (columnas y placas).
- i) Definimos las propiedades del suelo de apoyo.
- j) Definimos las combinaciones de diseño.
- k) Verificamos si el peralte de la platea cumple con los requerido verificando por cortante. Considerando que la platea no lleva estribo y por lo tanto todo el cortante será tomado por el concreto $\Phi_i \cdot V_c$.
- l) Verificación por punzonamiento en puntos de contacto con las columnas.
- m) Diseño por flexión.

Figura 81

Modelamiento de la platea de cimentación en el programa SAFE

**Figura 82**

Esfuerzos en la platea de cimentación en las direcciones 2 y 3



Finalmente se obtiene la distribución de aceros en la platea.

RESUMEN DE RESULTADOS

Las respuestas estructurales que se muestran a continuación, se evalúan solamente en la superestructura de cada sistema analizado.

Energía sísmica disipada

En el diseño estructural por el sistema convencional, la energía sísmica es disipada al 100% por la estructura considerando daños en los elementos, en el edificio aislado el 95.71% de la energía sísmica es disipada por los aisladores y deslizadores planos, mientras que el 4.29% son tomados por los elementos estructurales y por ser un valor bajo, se mantienen en el rango elástico. El edificio planteado con el uso de amortiguadores VWD, disipan un 80.61% de la energía sísmica y el 19.39% es absorbido por los elementos.

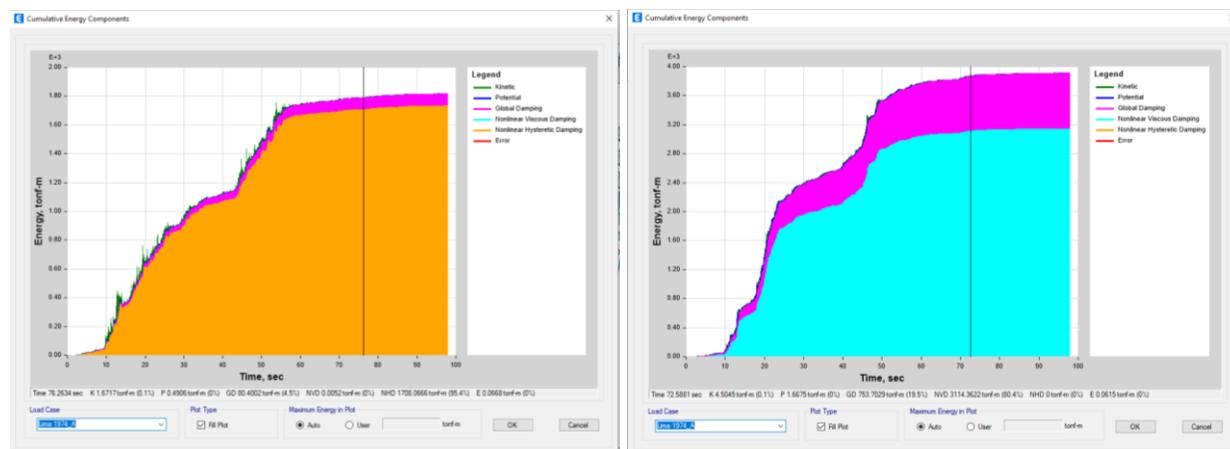
Tabla 104

Cuadro comparativo de porcentaje de energía sísmica disipada por dispositivos

ITEM	SISMO	% ENERGIA DISIPADA VWD	% ENERGIA DISIPADA AISLADOR
1	Lima 1966	83.90%	96.70%
2	Pisco 2007	82.60%	97.30%
3	Lima 1974	80.40%	95.40%
4	Moquegua 2001	82.00%	95.40%
5	Huaraz 1970	82.90%	92.50%
6	Mala 2021	83.80%	96.30%
7	Lima 2022	68.70%	96.40%
	PROMEDIO	80.61%	95.71%

Tabla 105

Energía sísmica disipada por los aisladores de base y los amortiguadores VWD



Aceleración de entrepiso

Del análisis tiempo historia, se tiene los siguientes resultados de aceleraciones en función de la aceleración de la gravedad. Teniendo en cuenta lo recomendado por el manual de Hazus, se establece un límite 0.4g ligeramente superior por el uso de dispositivos de protección sísmica. Para el sistema estructural utilizando aisladores de base y deslizadores friccionales, se tiene una reducción de aceleración de entrepiso del 85% en la dirección X y 86% en la dirección Y, con lo que se tiene aceleraciones por debajo del límite, lo cual minimiza los daños en el contenido y en los elementos no estructurales.

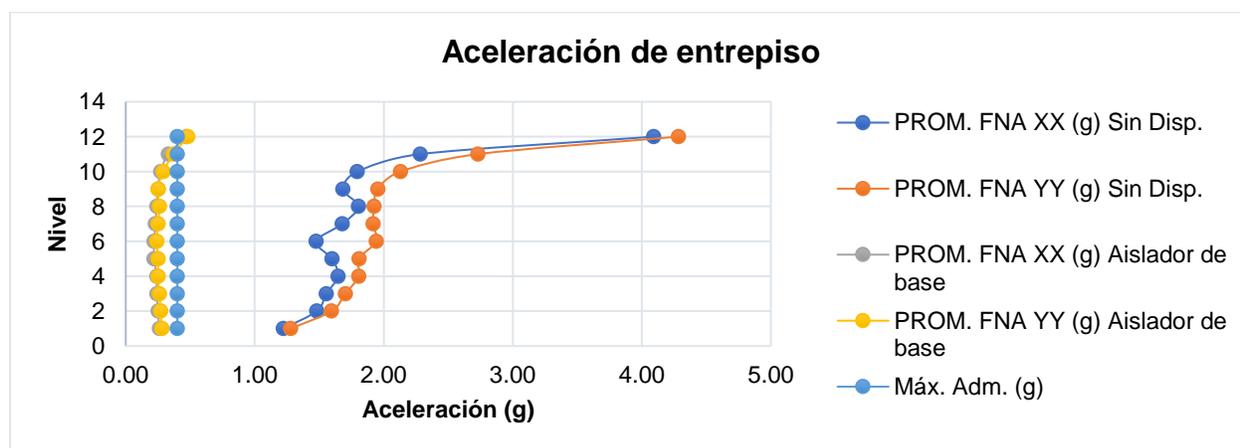
Tabla 106

Reducción de aceleraciones de entrepiso con implementación de aisladores de base

Nivel	PROM. FNA XX (g) Sin Disp.	PROM. FNA YY (g) Sin Disp.	PROM. FNA XX (g) Aislador de base	% Red. X-X	PROM. FNA YY (g) Aislador de base	% Red. Y-Y	Máx. Adm. (g)
1	1.22	1.28	0.26	79%	0.28	78%	0.4
2	1.48	1.59	0.25	83%	0.27	83%	0.4
3	1.56	1.70	0.24	85%	0.26	85%	0.4
4	1.64	1.81	0.24	85%	0.25	86%	0.4
5	1.60	1.81	0.22	86%	0.25	86%	0.4
6	1.48	1.94	0.22	85%	0.24	88%	0.4
7	1.68	1.92	0.23	86%	0.25	87%	0.4
8	1.80	1.92	0.24	87%	0.26	86%	0.4
9	1.68	1.95	0.25	85%	0.25	87%	0.4
10	1.79	2.13	0.27	85%	0.29	86%	0.4
11	2.28	2.73	0.33	86%	0.37	86%	0.4
12	4.09	4.28	0.47	89%	0.48	89%	0.4
			PROM.	85%		86%	

Tabla 107

Verificación de reducción de aceleración de entrepiso para el sistema aislado



Utilizando amortiguadores VWD como parte del sistema estructural, se obtienen reducciones de aceleración de entrepiso del 23% en la dirección X y 19% en la dirección Y, con lo que no se cumple con el límite establecido de 0.4g. Por lo tanto, no se garantiza la seguridad de los elementos no estructurales y el contenido.

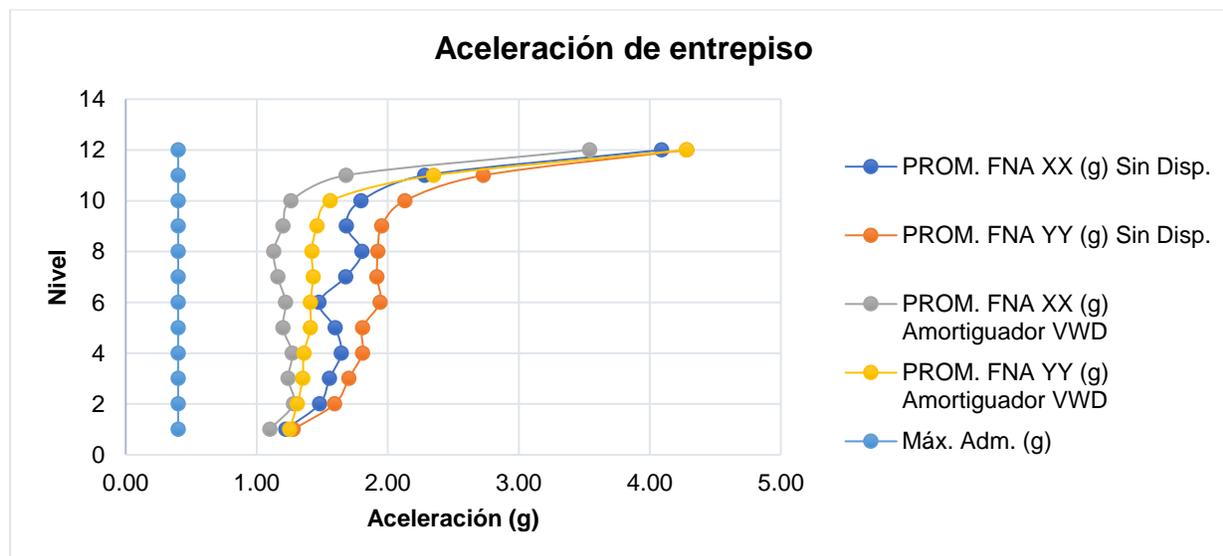
Tabla 108

Reducción de aceleraciones de entrepiso con implementación de amortiguadores VWD

Nivel	PROM. FNA XX (g) Sin Disp.	PROM. FNA YY (g) Sin Disp.	PROM. FNA XX (g) Amortiguador VWD	% Red. X-X	PROM. FNA YY (g) Amortiguador VWD	% Red. Y-Y	Máx. Adm. (g)
1	1.22	1.28	1.1	10%	1.25	2%	0.4
2	1.48	1.59	1.28	14%	1.31	18%	0.4
3	1.56	1.70	1.24	20%	1.35	21%	0.4
4	1.64	1.81	1.27	23%	1.36	25%	0.4
5	1.60	1.81	1.2	25%	1.41	22%	0.4
6	1.48	1.94	1.22	17%	1.41	27%	0.4
7	1.68	1.92	1.16	31%	1.43	25%	0.4
8	1.80	1.92	1.13	37%	1.42	26%	0.4
9	1.68	1.95	1.2	29%	1.46	25%	0.4
10	1.79	2.13	1.26	30%	1.56	27%	0.4
11	2.28	2.73	1.68	26%	2.35	14%	0.4
12	4.09	4.28	3.54	13%	4.28	0%	0.4
			PROM.	23%		19%	

Tabla 109

Verificación de reducción de aceleración de entrepiso para el sistema amortiguado.



Derivas de entrepiso

En los resultados, se observa que las derivas de entrepiso en el sistema convencional están por debajo del límite establecido en la norma E.030, pero esto considera daños en los elementos estructurales según la filosofía de diseño y además se evalúa para un sismo de diseño con un periodo de retorno de 475 años. Para los sistemas con protección sísmica como aisladores de base y amortiguadores VWD se evalúa para un sismo máximo considerado (SMC) con un periodo de retorno de 2475 años por lo que los espectros de pseudoaceleraciones son mayores, en estas condiciones se observa que el sistema aislado en la base reduce las distorsiones de entrepiso en un 84% en las direcciones X e Y de esa manera cumple con el límite 0.005 para un análisis dinámico tiempo historia establecido por la norma E.031, en el caso del sistema amortiguado utilizando VWD, se observa una reducción del 52% en la dirección X y 57% en la dirección Y, en este caso se toma como límite de control 0.007 según lo establecido en la norma E.030, se toma en cuenta este límite de control, ya que no se cuenta con una normativa para este sistema amortiguado.

Tabla 110

Derivas de entrepiso del sistema convencional

Piso	Sist. Conv. XX	Sist. Conv. YY	Límite E.030
12	0.0028	0.0025	0.007
11	0.0030	0.0033	0.007
10	0.0035	0.0041	0.007
9	0.0043	0.0048	0.007
8	0.0049	0.0055	0.007
7	0.0055	0.0060	0.007
6	0.0059	0.0064	0.007
5	0.0060	0.0065	0.007
4	0.0061	0.0065	0.007
3	0.0059	0.0063	0.007
2	0.0053	0.0055	0.007
1	0.0032	0.0033	0.007
0	0.0000	0.0000	0.007

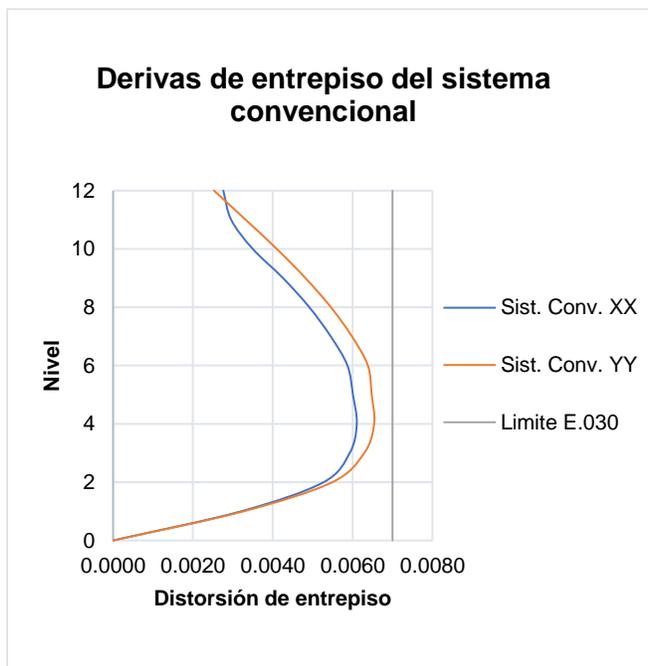


Tabla 111

Reducción de derivas de entrepiso implementando aisladores de base

Piso	Sin Aislador XX	Prom. FNA XX Aislador de base	Reducción (%)	Sin aislador YY	Prom. FNA YY Aislador de base	Reducción (%)	Limite E.031
12	0.0081	0.0012	85%	0.0076	0.0012	84%	0.005
11	0.0082	0.0012	86%	0.0087	0.0016	82%	0.005
10	0.0099	0.0014	85%	0.0108	0.0018	83%	0.005
9	0.0115	0.0017	85%	0.0129	0.0021	84%	0.005
8	0.0131	0.0019	85%	0.0148	0.0024	84%	0.005
7	0.0144	0.0021	85%	0.0165	0.0025	85%	0.005
6	0.0153	0.0023	85%	0.0177	0.0027	85%	0.005
5	0.0154	0.0024	85%	0.0182	0.0027	85%	0.005
4	0.0152	0.0024	84%	0.0185	0.0027	85%	0.005
3	0.0146	0.0024	83%	0.0180	0.0026	86%	0.005
2	0.0129	0.0024	82%	0.0161	0.0023	85%	0.005
1	0.0074	0.0019	74%	0.0096	0.0018	81%	0.005
0	0.0000	0.0000	0%	0.0000	0.0000	0%	0.005
			84%				84%

Figura 83

Verificación de reducción de derivas de entrepiso para el sistema aislado

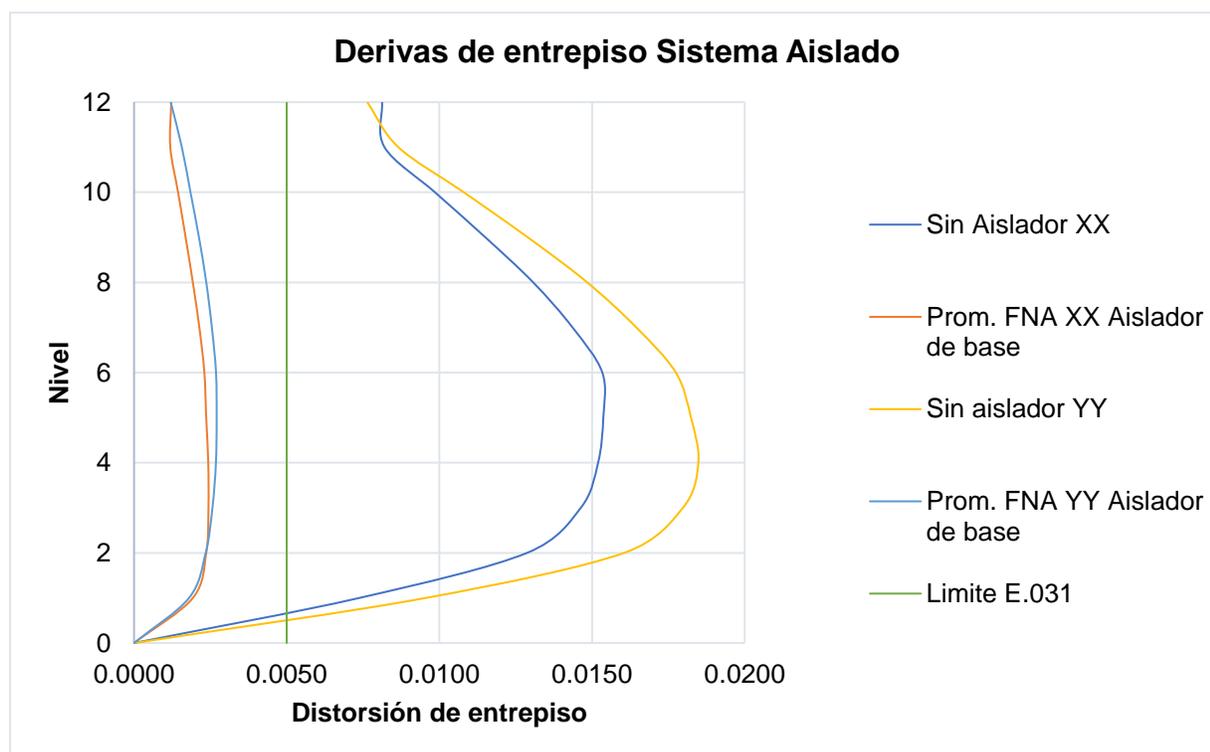


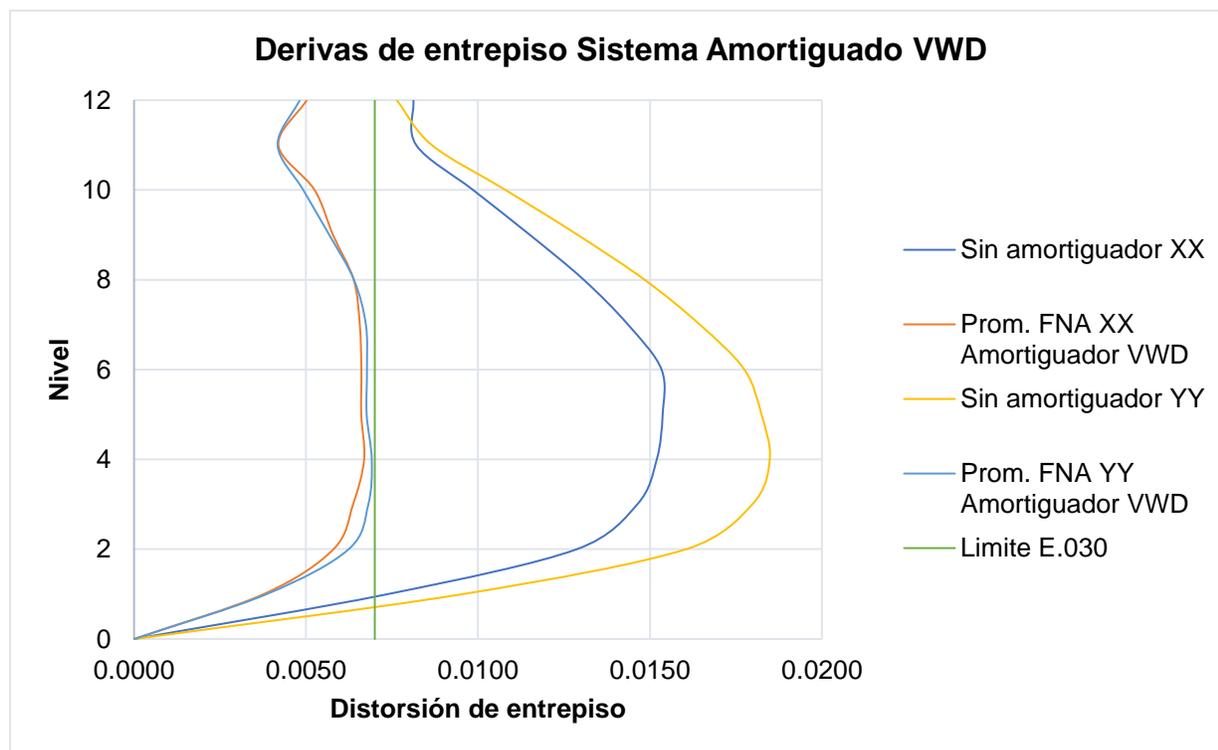
Tabla 112

Reducción de derivas de entrepiso implementando Amortiguadores VWD

Piso	Sin amortig. XX	Prom. FNA XX Amortig. VWD	Reducción (%)	Sin amortig. YY	Prom. FNA YY Amortig. VWD	Reducción (%)	Limite E.030
12	0.0081	0.0050	38%	0.0076	0.0048	37%	0.007
11	0.0082	0.0042	49%	0.0087	0.0042	52%	0.007
10	0.0099	0.0052	47%	0.0108	0.0049	54%	0.007
9	0.0115	0.0058	50%	0.0129	0.0057	56%	0.007
8	0.0131	0.0064	51%	0.0148	0.0064	57%	0.007
7	0.0144	0.0066	54%	0.0165	0.0067	59%	0.007
6	0.0153	0.0066	57%	0.0177	0.0068	62%	0.007
5	0.0154	0.0066	57%	0.0182	0.0068	63%	0.007
4	0.0152	0.0067	56%	0.0185	0.0069	63%	0.007
3	0.0146	0.0064	56%	0.0180	0.0068	62%	0.007
2	0.0129	0.0058	55%	0.0161	0.0062	61%	0.007
1	0.0074	0.0038	49%	0.0096	0.0039	60%	0.007
0	0.0000	0.0000	0%	0.0000	0.0000	0%	0.007
			52%			57%	

Figura 84

Verificación de reducción de derivas de entrepiso del sistema Amortiguado



Peso sísmico de la estructura

Se observa que no hay una diferencia significativa en los pesos sísmicos (100% carga muerta y 25% carga viva). La diferencia de peso entre el sistema convencional y el sistema aislado, resulta del aumento del sistema de aislamiento que se compone de elementos como: losa de aislamiento, vigas de aislamiento, pedestales y capiteles. Mientras que la diferencia de peso entre el sistema convencional y el sistema amortiguado VWD resulta del peso de los dispositivos VWD, ya que el sistema amortiguado no genera cambios en la cimentación.

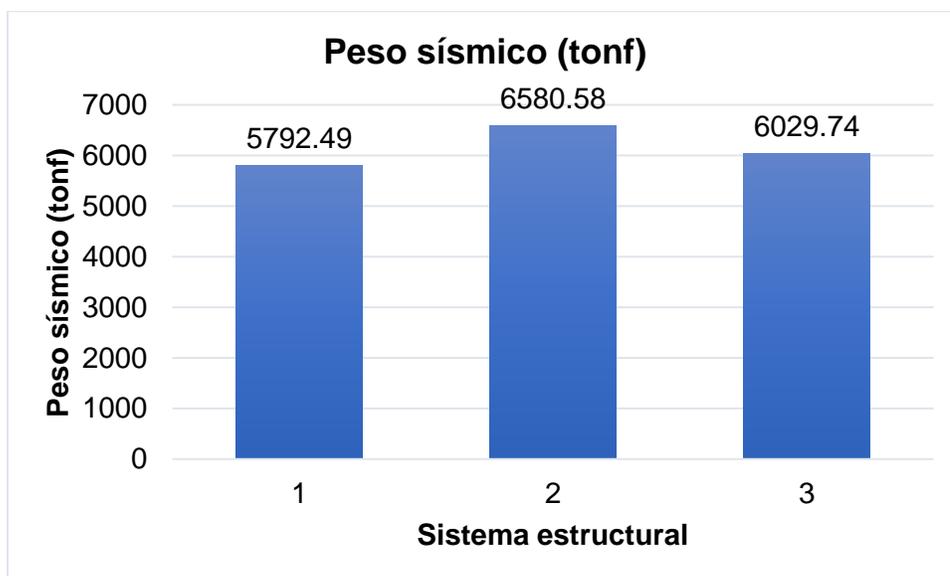
Figura 85

Peso sísmico de cada sistema estructural

Item	Sistema Estructural	Peso sísmico (tonf)
1	Convencional	5792.49
2	Aislado	6580.58
3	Amortiguado	6029.74

Figura 86

Comparativo de peso sísmico de cada sistema estructural



Costo del proyecto de acuerdo al sistema estructural planteado

De los resultados se observa que, el costo más alto corresponde al sistema amortiguado VWD siendo S/. 19,037,569.57 soles, seguido del sistema aislado con un monto que asciende a S/. 7,113,184.19 soles y el de menor costo resulta ser el sistema convencional con un monto de S/. 4,684,714.47 soles. La diferencia del costo, se ve influenciada por el costo de los dispositivos y la cantidad utilizada. Para el sistema convencional se observa que el componente obras de concreto armado representa el 92% del costo total. En el sistema aislado los costos más influyentes corresponden a los componentes: obras de concreto armado con el 71% del costo total y los aisladores de base con el 22% del costo total. En el sistema amortiguado, se verifica que el componente más influyente son los amortiguadores VWD que representan el 75.5% del costo total y seguido de obras de concreto armado con el 22.7% del costo total.

Tabla 113

Cuadro comparativo de costos por componentes y sistemas

Item	Componentes estructurales	Sistema Convencional	%Costo SC	Sistema Aislado	%Costo SAisl.	Sistema Amortiguado	%Costo SAmort.
1	Movimiento de tierras	S/ 51,675.31	1%	S/ 95,014.71	1%	S/ 51,675.31	0.3%
2	Eliminación de material excedente	S/ 90,026.54	2%	S/ 165,530.74	2%	S/ 90,026.54	0.5%
3	Obras de concreto simple	S/ 226,932.46	5%	S/ 250,632.03	4%	S/ 226,932.46	1.2%
4	Obras de concreto armado	S/ 4,316,080.16	92%	S/ 5,056,730.73	71%	S/ 4,316,080.16	22.7%
5	Dispositivo de protección sísmica			S/ 1,545,275.98	22%	S/ 14,352,855.10	75.4%
Sub total		S/ 4,684,714.47	100%	S/ 7,113,184.19	100%	S/ 19,037,569.57	100%

Figura 87

Cuadro comparativo de costo total del edificio



Figura 88

Porcentaje del costo por cada componente de cada sistema



Nota: leyenda, 1) Movimiento de tierras, 2) Eliminación de material excedente, 3) Obras de concreto simple, 4) Obras de concreto armado y 5) Dispositivos de protección sísmica.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Luego de obtener los resultados mostrados en el capítulo anterior se afirma respecto a las hipótesis:

Con respecto a las hipótesis específicas analizadas se rechaza la hipótesis nula general y se acepta la hipótesis general alterna, debido a que la implementación de amortiguadores VWD en el edificio multifamiliar Calicanto, no mejora la respuesta estructural y tampoco reduce el costo respecto al uso de aisladores de base y sistema convencional. Sin embargo, reduce las derivas de entrepiso y cumple con el límite máximo establecido por la NTE E.031. Para los demás parámetros como la aceleración de entrepiso no cumple de acuerdo al límite máximo recomendado por el manual Hazus y asumido para este caso de 0.4g, además de que no reduce el peso de la estructura y resulta ser una alternativa muy costosa frente a sistema aislado y convencional.

Se rechaza la hipótesis nula “ho1” y se acepta la hipótesis alterna “hi1”, ya que la energía sísmica reducida por los amortiguadores VWD es 80.61% contra el 95.71% que reduce la implementación de aisladores de base, siendo esta menor al 90% planteada en la hipótesis.

Se rechaza la hipótesis nula “ho2” y se acepta la hipótesis alterna “hi2”, porque la reducción de la aceleración de entrepiso con la implementación de los amortiguadores VWD es 23% en la dirección X y 19% en la dirección Y, contra el 85% y 86% en las direcciones X e Y respectivamente, lo que reduce la implementación de aisladores de base, siendo estos menores al 50% planteada en la hipótesis.

Se rechaza la hipótesis nula “ho3”, y se acepta la hipótesis alterna “hi3”, por cuanto la reducción de distorsión de entrepiso con la implementación de los amortiguadores VWD, es 52% en la dirección X y 57% en la dirección Y, contra el 84% en las direcciones X e Y que reduce la implementación de aisladores de base, siendo estos menores al 66% planteada en la hipótesis.

Se rechaza la hipótesis nula “ho4”, y se acepta la hipótesis alterna “hi4”, ya que el peso de la estructura con la implementación de los amortiguadores VWD se incrementa en un 4% respecto al sistema convencional y se reduce en un 8.37% en la dirección Y, siendo estos diferentes a la reducción del 50% planteada en la hipótesis.

Se rechaza la hipótesis nula “ho5” y se acepta la hipótesis alterna “hi5”, debido a que el costo de la estructura con la implementación de los amortiguadores VWD, se incrementa en un

167.64% respecto al sistema aislado y en un 306.34% respecto al sistema convencional, siendo estos diferentes a la reducción del 25% planteada en la hipótesis.

Luego del análisis realizado con los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta los antecedentes se realizó la discusión de los hallazgos, teniendo en consideración que son casos completamente distintos ya sea por la estructura analizada, la ubicación geográfica, el tipo de análisis realizado, la metodología utilizada, el tipo de dispositivo, la distribución de los dispositivos, el material de la estructura y por lo tanto las propiedades que influyen en su análisis y diseño. En este particular se destaca lo siguiente:

En este caso se ha estudiado la energía sísmica que absorben los amortiguadores VWD, resultando ser 80.61%, la reducción de la aceleración de entrepiso resultó 20%, la reducción de las derivas de entrepiso se obtuvo un valor de 52% en la dirección X y 57% en la dirección Y. Respecto al peso sísmico de la estructura incorporando amortiguadores, no se evidencia una reducción sino un incremento leve a causa del peso de los dispositivos, y finalmente, el costo del sistema amortiguado se incrementa considerablemente respecto al costo del sistema aislado en un 167.64% y 306.34% respecto al costo del sistema convencional.

En particular no se coincide con Love (2016), quien en un artículo publicado acerca del California Pacific Medical Center (CPMC) - San Francisco, afirma que los amortiguadores VWD absorben casi el 90% de la energía sísmica, respecto a la aceleración de entrepiso afirma que, según ensayos de determino una reducción del 50% respecto al sistema convencional, de los mismos ensayos también afirma que la reducción de derivas de entrepiso resultó ser del 66%. Además, afirma que sin amortiguadores VWD la estructura del CPMC habría requerido entre 50% y 60% más acero. También afirma que con el uso de los amortiguadores VWD se ahorró el 25% del costo del sistema estructural. Es importante precisar que, las estructuras analizadas en ambos casos son diferentes en el material estructural, ya que la estructura del CPMC es de acero y la del edificio multifamiliar Calicanto, es de concreto armado. Además, los ámbitos de estudio son muy distintos de un lado el CPMC se ubica en California, EE. UU una zona altamente sísmica por la cercanía a la falla de San Andrés, mientras que el edificio Calicanto se encuentra ubicada en la ciudad de Huánuco, Perú en la zona sísmica 2 de acuerdo a la norma E.030.

A su vez, tampoco se coincide con Sosa & Ruiz (1992), quien afirma que cuando se incluyen aisladores sísmicos en la estructura de edificios bajos, el costo de la construcción se

incrementa alrededor del 6% respecto al diseño convencional, en nuestro caso de estudio el incremento en el costo es de 51.84% respecto al sistema convencional. El método utilizado para el análisis es diferente, ya que el autor en mención realiza pruebas de vibración ambiental en la construcción, además de analizar edificios ubicados en sitios con propiedades dinámicas diferentes.

También existe divergencia con Lema (2013), quien afirma que las derivas de entrepiso se reducen en un 21% al utilizar aisladores sísmicos, en el presente caso de estudio, la reducción es de 84% respecto al sistema convencional. Además, obtiene valores de reducción de aceleración de entrepiso del 92.31%, en nuestro caso la reducción es alrededor del 85%.

En cambio, se coincide parcialmente con López (2003), quien en su tesis analiza el efecto de amortiguamiento viscoso en edificios con una metodología basada la cantidad y ubicación de los amortiguadores, donde observó reducciones importantes en las derivas de entrepiso, aceleraciones y cortantes. En este caso, solamente se aprecia reducciones considerables en las derivas de entrepiso, por el contrario, se determinaron aceleraciones de entrepiso superiores a la aceleración de la gravedad y que no cumplen con los límites establecidos.

No hay coincidencia con Ferj (2016), quien, utilizando una metodología basada en el desarrollo de modelos computacionales, cuantifica las diferencias entre un hospital aislado y convencional. De lo cual concluye que las reducciones de aceleraciones de piso fluctúan alrededor de 60% incorporando aisladores. En el presente estudio, el valor de la reducción de la aceleración fluctúa alrededor de 85% respecto al sistema convencional.

Tampoco se coincide con Brambila (2012), quien en su investigación, busca optimizar los recursos económicos realizando una distribución óptima de amortiguadores viscosos no lineales y concluye la metodología AVNL que utilizó resulta óptimo, ya que representa un ahorro del 20% del costo total, por el contrario, en nuestro caso la implementación de amortiguadores VWD con análisis no lineales y teniendo en cuenta una distribución óptima tanto en planta como en altura de los dispositivos utilizados, se determina un incremento en el costo del 306.34% respecto al sistema convencional.

Sin embargo, existe convergencia con Gómez y Yarleque (2021), quien realizó el análisis y diseño de un edificio de oficinas de 7 pisos, siendo esta una investigación descriptiva con un enfoque cuantitativo. Luego del desarrollo concluye que un edificio aislado resulta más eficiente que un edificio convencional ya que obtiene una reducción de derivas de entrepiso de 0.00796 para un edificio convencional a 0.00546 para un edificio aislado, representando una

reducción del 31.41%. Esta reducción en nuestro caso resulta ser 84% para las direcciones X e Y.

Al igual que se coincide con Cano y Liberato (2020), quien realizó un comparativo técnico económico de un edificio de aulas de 5 pisos con y sin aislador. Luego de obtener sus resultados concluye que, para el edificio aislado en cuanto a distorsiones de entrepiso se cumple con lo establecido en la norma E.031, para un análisis modal espectral siendo el límite 0.003, en nuestro caso para un análisis dinámico tiempo historia también los valores obtenidos para derivas de entrepiso se encuentran por debajo del límite, que resulta ser 0.005 según la norma E.031. Para el caso de las aceleraciones de entrepiso, el autor en mención obtiene valores por debajo de lo recomendado 0.3g según el manual Hazus, en este caso el límite establecido fue 0.4g un valor ligeramente superior al recomendado por el manual Hazus considerando un análisis tiempo historia, para lo cual también se determinó valores de aceleración de entrepiso por debajo de este límite para el caso del sistema aislado.

Se coincide igualmente con Chilón (2019), quien realizó un comparativo entre un sistema con aisladores con núcleo de plomo y un sistema con disipadores de fluido viscoso. Luego de obtener sus resultados concluye que, al utilizar disipadores de fluido viscoso reduce las derivas en un 40%, en nuestro caso el porcentaje de reducción en derivas de entrepiso para el sistema amortiguado es 52% y 57% en las direcciones X e Y respectivamente. Además, el autor en mención determino una reducción del 91% en derivas de entrepiso para el sistema aislado, en este caso, este valor es 84% en ambas direcciones.

5.1 Aporte científico

La presente investigación presenta los siguientes aportes científicos:

1. Antecedente

Los hallazgos del estudio, servirán como un antecedente para futuras investigaciones que sigan la misma línea de investigación.

2. Soporte técnico

En la fase del planteamiento técnico económico de un sistema estructural, para los ingenieros estructurales de un determinado proyecto, es importante conocer las ventajas que estas ofrecen en la parte técnica y, además, conocer un precio referencial de la implementación de cada sistema, ahí radica la importancia y aporte de la presente investigación.

3. Propuesta innovadora

Los sistemas analizados se presentan en el mercado como propuestas innovadoras que permiten construir edificios resilientes. Actualmente los países que lo implementaron en

proyectos reales son: Japón, Estados Unidos, México, etc. Además de ser premiadas por instituciones de gran prestigio como AISC (American Institute of Steel Construction) en el año 2020.

4. Manual técnico

La presente investigación, proporciona a los ingenieros u otros profesionales interesados en el tema, conocer las normativas que rigen el análisis, diseño y evaluación estructural implementando estos dispositivos. Además, permitirá conocer los criterios tomados en cuenta para su distribución en el caso estructural tanto en planta como en altura. Así como también, conocer las propiedades de los materiales que influyen en su cálculo y verificación del diseño.

5. Cotización referencial

La cotización del costo de los dispositivos utilizados, fue proporcionado por la empresa CDV ingeniería antisísmica especializada en el diseño, supervisión y suministro de dispositivos de protección sísmica como amortiguadores VWD y aisladores de base en el mercado peruano, lo cual brinda una mayor confiabilidad a los costos determinados en el estudio. En cuanto a materiales como concreto premezclado, la cotización fue facilitada por la empresa Wanuko Mix, empresa especializada en la comercialización de concreto premezclado en la ciudad de Huánuco, lo cual también consolida la confiabilidad de los costos que se presentan en la investigación.

CONCLUSIONES

En correspondencia a los resultados obtenidos en el estudio, se derivan las siguientes conclusiones:

1. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar, no mejora el comportamiento estructural ni reduce el costo del proyecto respecto al uso de aisladores de base y al sistema convencional. Por lo cual se niega la hipótesis general nula y se acepta la hipótesis general alterna.
2. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar Calicanto, absorbe el 80.61% de la energía sísmica, solamente el 19.39% será tomado por los elementos estructurales. El uso de aisladores de base en la misma estructura, absorbe un 95.71% y solo el restante 4.29%, es tomado por los elementos estructurales con lo cual los elementos estructurales no sufren daños severos y se puede garantizar una funcionalidad continua, además de evitar los costos de reparaciones o inactividad del edificio. En un sistema convencional, la energía sísmica es absorbida al 100% por los elementos estructurales considerando daños según la filosofía de diseño. Para este caso, se concluye que el sistema de mayor eficiencia resulta ser el sistema aislado, seguido del sistema amortiguado y por último el sistema convencional. Por lo tanto, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.
3. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar Calicanto, reduce la aceleración de entrepiso en un 23% en la dirección X y 19% en la dirección Y, mientras que el uso de aisladores de base en la misma estructura reduce la aceleración de entrepiso en un 85% en la dirección X y 86% en la dirección Y. En un sistema convencional, no se puede cuantificar la reducción de la aceleración ya que estos dependen de un análisis dinámico tiempo historia, lo cual no se realiza para el análisis y diseño convencional. De los resultados obtenidos para este caso, se puede concluir que el sistema aislado resulta ser el más eficiente y el único que cumple con el límite de aceleración de entrepiso establecido por el manual Hazus, ya que los valores obtenidos con el sistema amortiguado no cumplen con el límite establecido en este caso del 0.4g. Por lo tanto, para la protección del contenido y minimizar los daños en los elementos no estructurales se debe optar por el uso de aisladores de base. Por lo cual, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.
4. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar Calicanto, reduce la distorsión de entrepiso o deriva en un 52% en la dirección X y 57%

en la dirección Y, mientras que el uso de aisladores de base en la misma estructura, reduce la distorsión de entrepiso en un 84% en la dirección X e Y. En el sistema convencional analizado, la incorporación de placas de concreto armado en la caja del ascensor aportan rigidez y permiten cumplir con lo establecido en la norma E.030 en cuanto a distorsión de entrepiso. De los resultados se concluye que, en cuanto al control de las derivas de entrepiso el sistema aislado resulta ser más eficiente en comparación al sistema amortiguado para un sismo máximo considerado. Para el sistema convencional, considerando un sismo de diseño, resulta optimo la incorporación de placas de concreto para el control de derivas. Por lo tanto, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

5. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar Calicanto, no reduce el peso sísmico de la estructura respecto al sistema convencional, por el contrario, se tiene un mayor peso por la incorporación de los 106 amortiguadores tipo VWD. El uso de aisladores de base en la misma estructura, incrementa el peso sísmico por la incorporación del sistema de aislamiento que en este caso es el piso técnico. Para este caso, se concluye que el edificio aislado tiene un mayor peso sísmico, seguido del sistema amortiguado y el sistema convencional que resulta tener el menor peso sísmico. Por lo tanto, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.
6. La implementación de los amortiguadores VWD en la estructura del edificio multifamiliar Calicanto, incrementa sustancialmente el costo total del proyecto estructural que asciende al monto S/ 19,037,569.57, de lo cual el 75.4%, corresponde al costo de los 106 amortiguadores VWD, y, el 22.7%, corresponde al componente de obras de concreto armado. El uso de aisladores de base en la misma estructura incrementa el monto total del proyecto estructural a S/ 7,113,184.19, de los cuales el 22%, corresponde al costo de los 28 dispositivos entre Aisladores de base y deslizadores friccionales y el 71%, a obras de concreto armado. El costo total del sistema convencional resulta ser S/ 4,684,714.47, teniendo que, el 92%, pertenece al componente obras de concreto armado y el 5% a obras de concreto simple. De los resultados obtenidos para este caso se concluye que, el sistema aislado incrementa en 52% el costo del sistema convencional, y, el sistema amortiguado incrementa en 306% el costo del sistema convencional por lo cual, resulta ser inviable económicamente. Una opción viable económicamente, sería el sistema aislado. Por lo tanto, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

7. Finalmente, luego de los análisis realizados se concluye que, el sistema estructural utilizando la combinación de aisladores de base (LRB y RB) y deslizadores friccionales, resulta ser el más óptimo técnica y económicamente para el caso analizado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda de forma general optar por el uso de aisladores de base respecto a los amortiguadores VWD, para mejorar el comportamiento estructural y reducir el costo de las edificaciones con características similares al caso de estudio, aunque incrementa el costo respecto al sistema convencional, pero se justifica ya que garantiza la funcionalidad continua al edificio luego de un sismo severo. Además, los elementos estructurales se mantienen en el rango elástico, ya que absorben una cantidad mínima de los esfuerzos generados por el terremoto.
2. Se sugiere optar por el sistema aislado respecto a los amortiguadores VWD para lograr una mayor reducción de fuerza sísmica.
3. Es recomendable elegir el sistema aislado respecto a los amortiguadores VWD para mayor reducción de la aceleración de entrepiso.
4. De igual modo, se recomienda la opción del sistema aislado respecto a los amortiguadores VWD para mayor reducción de la distorsión de entrepiso.
5. Se plantea el uso de los amortiguadores VWD respecto al sistema aislado, ya que presenta menor peso sísmico.
6. Se sugiere plantear un sistema aislado para optimizar costos en la construcción y garantizar una estructura de funcionalidad continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcana, P. (2020). Desempeño sísmico de un centro de salud de tres niveles. *Revista Veritas ET SCIENTIA - UPT*, 6. doi:<https://doi.org/10.47796/ves.v6i2.185>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá D.C.: Pearson Educación.
- Brambila, D. (2012). *Diseño de edificios con distribución optima de amortiguadores viscosos no lineales [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000703149
- Camara Chilena de la Construcción . (2011). Protección Sísmica de Estructuras.
- Cano, L., & Liberato, J. (2020). *Comparación técnica y económica de un edificio para aulas de cinco pisos con y sin aislador sísmico*. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18516>
- Chilón, E. (2019). *Diseño y análisis sísmico comparativo entre un sistema con aisladores de núcleo de plomo y un sistema con disipadores de fluido viscoso en una edificación de 4 niveles, Chiclayo, 2017 [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]*. Repositorio Institucional, Chiclayo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1968>
- Construcción, C. C. (2011). Protección Sísmica de Estructuras Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía. *Camara Chilena de la Construcción*.
- Estuardi, J., Massa, J., & Giró, J. (2008). EFICIENCIA DE DISPADORES SISMICOS DE PARED BASADOS EN AMORTIGUADORES VISCOSOS - VISCOUS WALL DAMPERS. *Asociación Argentina de Mecánica Computacional*, 2115-2130.
- Ferj, M. (2016). *Evaluación del desempeño sísmico de hospitales aislados y convencionales a través de un análisis de fragilidad [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/16895>
- Fernández, A., & Valdivia, E. (2020). *Análisis y diseño del módulo N° 05 del Hospital Daniel Alcides Carrión con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo y deslizadores aplicando la normativa E.031 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/6061>
- García Ramírez, Y. (2019). *Como redactar una tesis en ingeniería civil*. Ecuador: ISBN digital.

- Gómez, H., & Yarleque, P. (2021). *Análisis y diseño sísmico de un edificio de 07 niveles para oficinas con aisladores de base - Piura [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Institucional, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73783>
- Guadarrama, P. (2004). *Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la investigación*. Santiago: Archivo Chile. Obtenido de http://www.archivochile.com/Ideas_Autores/guadarramapg/guadarramapg00012.pdf
- Hernández - Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández - Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Javier, Q. (2021). *Análisis y modelamiento de un sistema híbrido de disipación de energía: Aisladores Sísmicos con amortiguadores en base [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20671>
- Lema, E. (2013). *Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el etabs [Tesis de graduación, Universidad central del Ecuador]*. Repositorio Institucional, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1412>
- Lopez, J. (2003). *Efecto del amortiguamiento viscoso en edificios [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000319020
- Loubet Orozco, R. (9 de mayo de 2000). *Explorando nuestro entorno*. Obtenido de Explorando nuestro entorno: <http://www.geocities.ws/roxloubet/investigacioncampo.html#Encuesta>
- Love, J. (March de 2016). Innovation. *Structure*, 50-54. Obtenido de <https://www.structuremag.org/wp-content/uploads/2016/02/SF-Sutter-Love-Mar161.pdf>
- Muñoz, J. (2013). *Análisis y diseño de una estructura hospitalaria con aisladores sísmicos en la ciudad de Arequipa [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santa María]*. Repositorio Institucional, Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4189>
- Nolberto Sifuentes, V. A., & Ponce Aruneri, M. E. (2008). *Estadística inferencial aplicada*. Lima: San marcos.
- Shanmuga, P. D., Cinitha, A., Umesha, P. K., & Nagesh, R. I. (2014). Enhancing the Seismic Response of Buildings with Energy Dissipation Methods – An Overview. *Scientific & Academic Publishing*, 6. doi:10.5923 / c.jce.201401.04

- Sosa, A., & Ruiz, S. (1992). Análisis estructural y costos de edificios con aisladores sísmicos. *Revista Ingeniería Sísmica*, 18. doi:10.18867/RIS.44.287
- Torres, L. (2019). *Análisis comparativo técnico-económico de un hospital de 7 pisos diseñado en concreto armado y acero estructural usando aisladores sísmicos [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13672>
- Trujillo, J. (2021). *Influencia de la esbeltez y la excentricidad en el cálculo de la deriva de entrepiso para un edificio con aisladores sísmicos ubicado en el distrito de San Miguel - Lima [tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]*. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/11628>
- Vara Horna, A. A. (2010). *7 pasos para hacer una tesis exitosa*. Lima: Universidad San Martín de Porres.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo influirá en la respuesta estructural y en el costo del proyecto la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto - 2022?	Determinar la influencia en la respuesta estructural y en el costo del proyecto de la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.	<p>Ho: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers mejorará la respuesta estructural y reducirá el costo del proyecto respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.</p> <p>Hi: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no mejorará la respuesta estructural y no reducirá el costo del proyecto respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco – 2022.</p>	<p>Variable independiente El uso o no de dispositivos de protección sísmica</p> <p>Variable dependiente Respuesta Estructural</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: No Experimental</p> <p>Población: La población son los edificios con sistemas de disipación sísmica de la ciudad de Huánuco</p> <p>Muestra: La muestra es el edificio multifamiliar Calicanto de 11 pisos.</p> <p>Tipo de muestreo Muestreo no probabilístico intensional o por criterio</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers en la absorción de la energía sísmica respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Calcular la energía sísmica que absorben los amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <p>Ho1: Los amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 90% la energía sísmica respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el</p>	<p>SUB VARIABLES</p> <p>Fuerza sísmica</p>	

Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?	Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.	Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.		Técnicas: Observación directa pasiva
b) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers en la aceleración de entrepiso respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?	b) Calcular la aceleración de entrepiso con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.	Hi1: Los amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 90% la energía sísmica respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco. Ho2: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirán en 50% la aceleración de entrepiso respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.	La aceleración de entrepiso	Observación participante
		Hi2: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirán en 50% la aceleración de entrepiso respecto a los Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.		Instrumentos: a. Instrumentos bibliográficos - Expediente técnico del edificio multifamiliar - Calicanto. b. Instrumentos técnicos - Software Etabs v20 - Hojas mathcad prime - Delphin Express v22

<p>c) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers en las derivas de entrepiso respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?</p>	<p>c) Calcular las derivas de entrepiso (drift) con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.</p>	<p>Ho3: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 66% las derivas de entrepiso respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.</p> <p>Hi3: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 66% las derivas de entrepiso respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.</p>	<p>Derivas de entrepiso (drift)</p>
<p>d) ¿Cómo influirá la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers en el peso de la estructura respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco?</p>	<p>d) Calcular el peso de la estructura con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco.</p>	<p>Ho4: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 50% el peso de la estructura respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.</p> <p>Hi4: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 50% el peso de la estructura respecto al uso de Aisladores de base y al</p>	<p>Peso de la estructura</p>

<p>e) ¿Cómo influirá en el costo del proyecto la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco 2022?</p>	<p>e) Determinar el costo del proyecto con la implementación de amortiguadores Viscous Wall Dampers respecto a los Aisladores de Base y el sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto – Huánuco 2022.</p>	<p>sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco.</p>	<p>Metrados</p>
		<p>Ho5: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers reducirá en 25% el costo del proyecto respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco – 2022.</p>	<p>Presupuesto</p>
		<p>Hi5: El uso de amortiguadores Viscous Wall Dampers no reducirá en 25% el costo del proyecto respecto al uso de Aisladores de base y al sistema convencional en el Edificio Multifamiliar Calicanto Huánuco – 2022.</p>	

Anexo 02. Planos del Sistema Convencional

COD. RELACION DE PLANOS

E-0	ESPECIFICACIONES TECNICAS
E-1	PLANTA DE CIMENTACION
E-2	ALIGERADO PISO TIPICO
E-3	VIGAS
E-4	COLUMNAS Y PLACAS

GANCHOS A 180°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	10.45	9.55	20.00
1/2"	7.62	13.96	11.04	25.00
5/8"	9.54	17.48	7.62	25.00
3/4"	11.46	21.00	9.00	30.00
1"	15.24	27.93	12.07	40.00

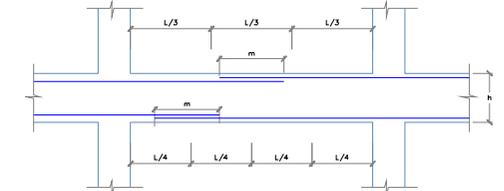
GANCHOS A 90°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)
3/8"	5.71	5.23	14.77
1/2"	7.62	6.98	18.02
5/8"	9.54	8.74	21.26
3/4"	11.46	10.50	24.50
1"	15.24	13.96	31.04

GANCHOS A 135°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)
3/8"	5.71	6.73	9.53
1/2"	7.62	8.97	12.70
5/8"	9.54	11.22	15.88
3/4"	11.43	17.92	19.05
1"	15.24	23.02	25.40

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS EN TRACCIÓN Y COMPRESIÓN



VALORES DE m

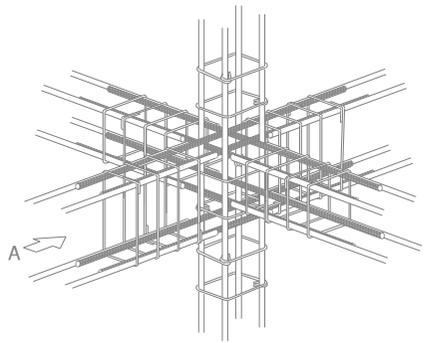
Ø	REFUERZO INTERIOR		
	H Cualquiera	H < 30	H > 30
3/8"	.40	.40	.45
1/2"	.40	.40	.50
5/8"	.50	.45	.60
3/4"	.60	.40	.75

NOTA

a.- No empalmarse mas del 50% del Area total en una misma seccion

b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas ó con los porcentajes especificados, aumentar la longitud de empalme en un 70% ó consultar al proyectista.

c.- Para aligerados y vigas chatas, el acero interior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 25cm.



DISEÑO SISMORESISTENTE

- SISTEMA ESTRUCTURAL**
Eje "x" = Dual
Eje "y" = Dual
- PARAMETROS SISMICOS**
Z = 0.25
U = 1.00
C = 2.50
S = 1.20
T₀ = 0.60
T_L = 2.00
R_{ov} = 3.95
R_{yr} = 5.95
- PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA**
T_{ox} = 1.344 Seg.
T_{oy} = 1.238 Seg.
- FUERZA CORTANTE EN LA BASE**
V_{basal x} = 328.31 Tn.
V_{basal y} = 408.46 Tn.
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL**
Δ_{xx} = 0.0025
Δ_{yy} = 0.0025
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO RELATIVO**
Δ_{xx} = 0.0061
Δ_{yy} = 0.0065

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETOS**
 - CONCRETO ESTRUCTURAL**
f_c = 280 Kg/cm². Placas de cimentación y Losas, placas, columnas y Vigas (Hasta 5° Piso).
f_c = 210 Kg/cm². Losas, placas, columnas y Vigas (Del 5° al 12° Piso).
 - CONCRETO SIMPLE**
f_c = 100 Kg/cm². Solado
- ACERO DE REFUERZO**
Acero Corrugado Grado 60, f_y = 4200 Kg/cm².
-VIGAS : As () : Terzo Central
As () : L/4
-COLUMNAS : A : 2L/3 (Tramo Central)
- SUELO**
-PRESION ADMISIBLE : q_{ad} = 3.81 kg/cm²
-PROFUNDIDAD DE CIMENTACION : D_f = 4.10 m
- RECUBRIMIENTOS**
En vigas peraltadas será de 4 cm.
En columnas será de 4 cm.
En cimentaciones 7.5 cm.
Losas aligeradas, macizas, vigas chatas 2 cm
- CURADOS**
En todos los elementos donde se usa cemento se efectuaran curados permanentemente durante el dia con agua potable hasta cumplir los 7 dias despues de las construcciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: "Respuesta estructural y costo del Edificio Multifamiliar Calicanto usando Amortiguadores VMD respecto a los Aisladores de base y al Sistema Convencional - 2022"

Plano: ESPECIFICACIONES TECNICAS - SISTEMA CONVENCIONAL

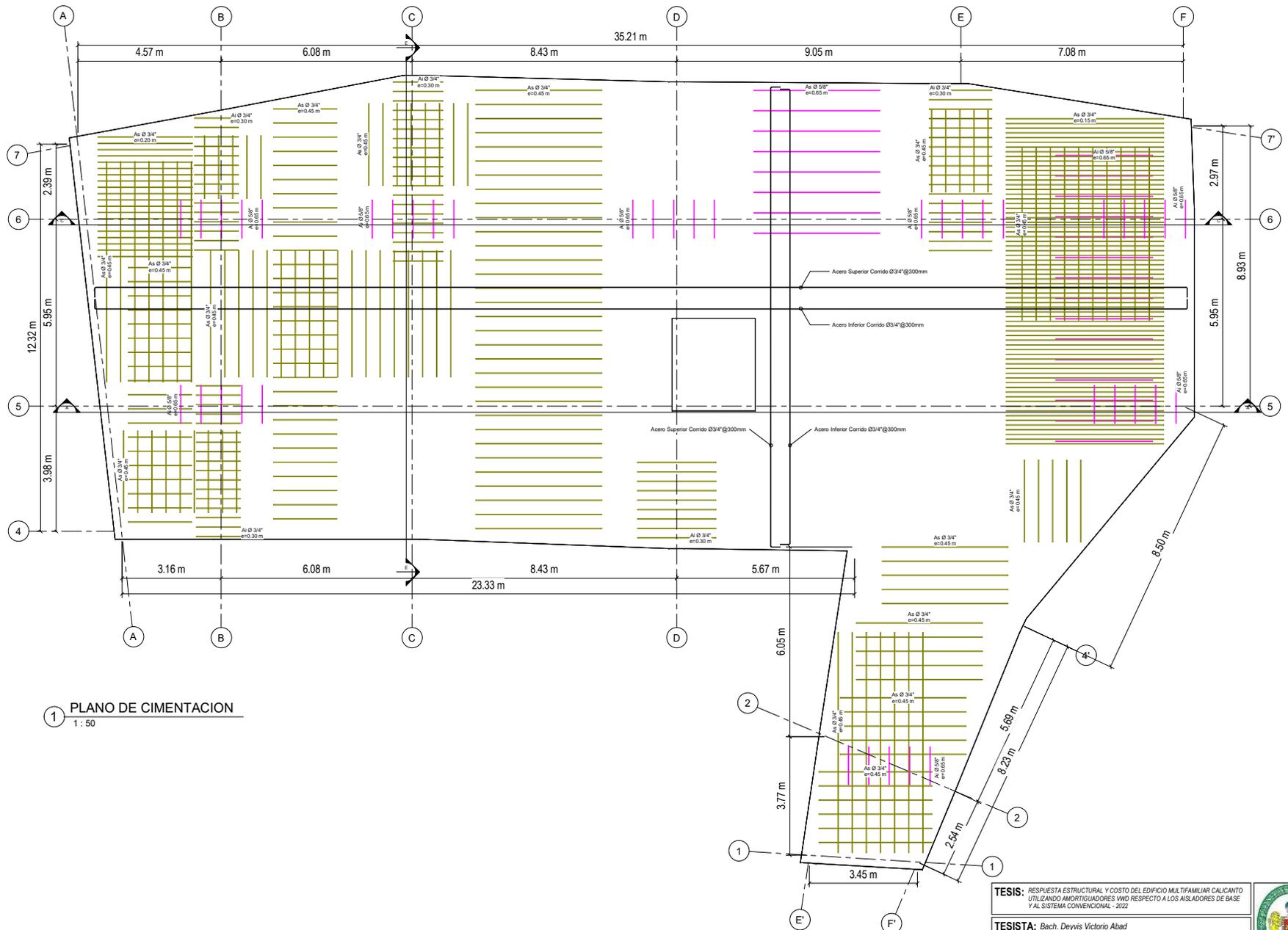
Tesista: Bach. VICTORIO ABAD, Deyvis

Asesor: Mg. TORRES RAMIREZ, Moisés Edgard

Fecha: 24/08/2023

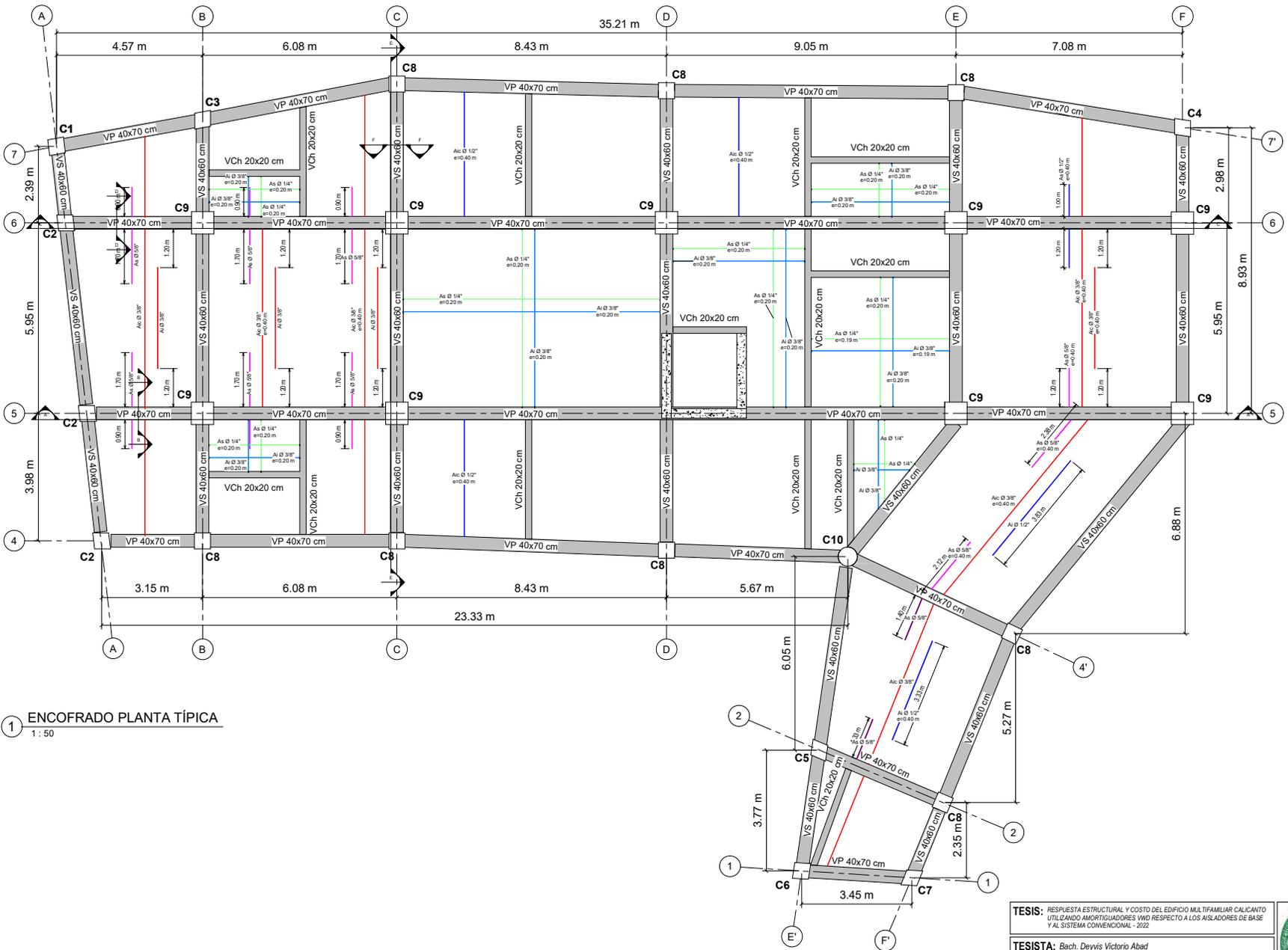
Escala: 1/50

Código: E-0



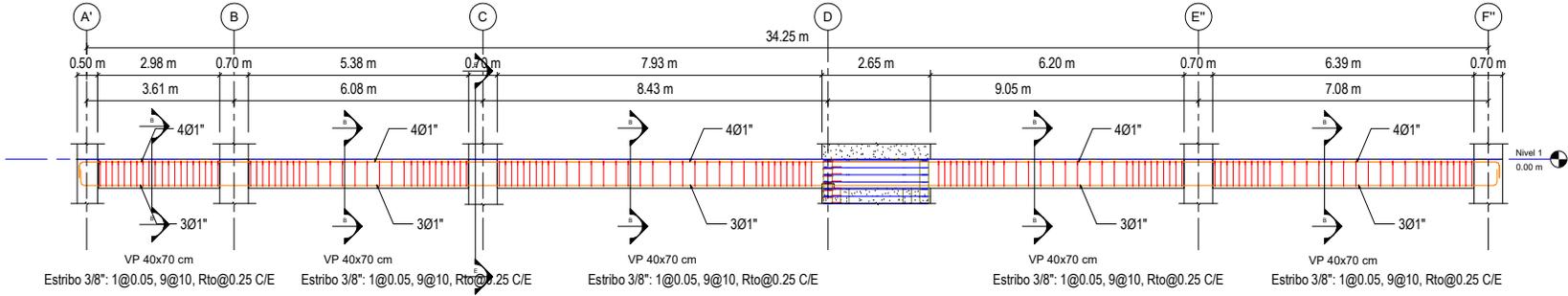
1 PLANO DE CIMENTACION
1:50

TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO UTILIZANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022		
TESISISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad		
ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez		LAMINA: E-1
PLANO: PLANTA DE CIMENTACIÓN	FECHA: 24/08/23	
ESCALA: 1:50		

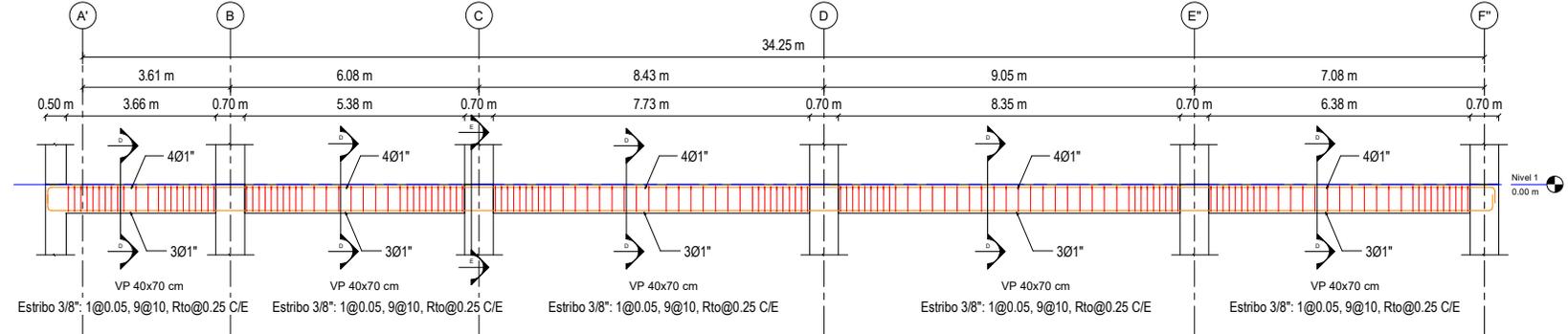


1 ENCOFRADO PLANTA TÍPICA
1: 50

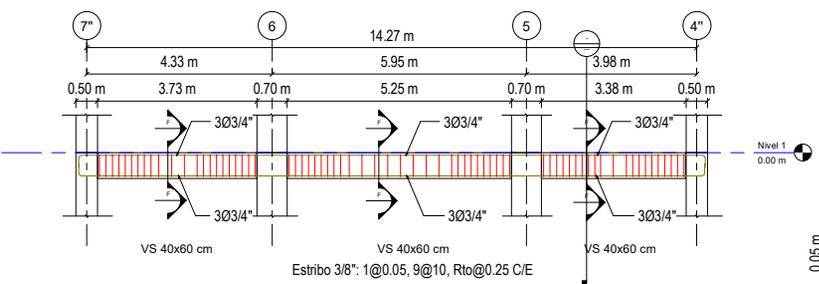
TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO UTILIZANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022		
TESISISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad		
ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez		LAMINA: E-2
PLANO: ALIGERADO PISO TIPICO		
ESCALA: 1: 50	FECHA: 24/08/23	



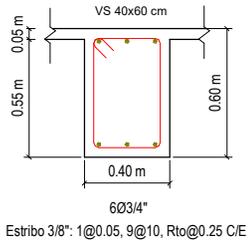
1 A
1 : 50



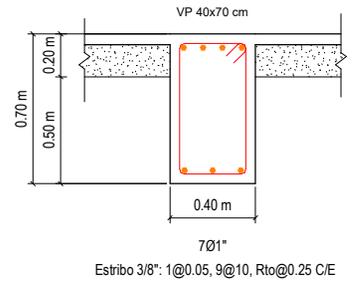
4 C
1 : 50



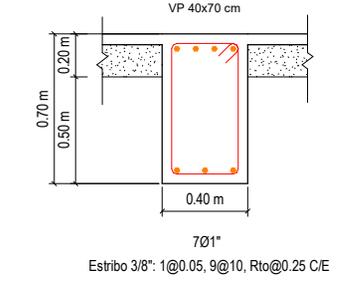
5 E
1 : 50



6 F
1 : 10

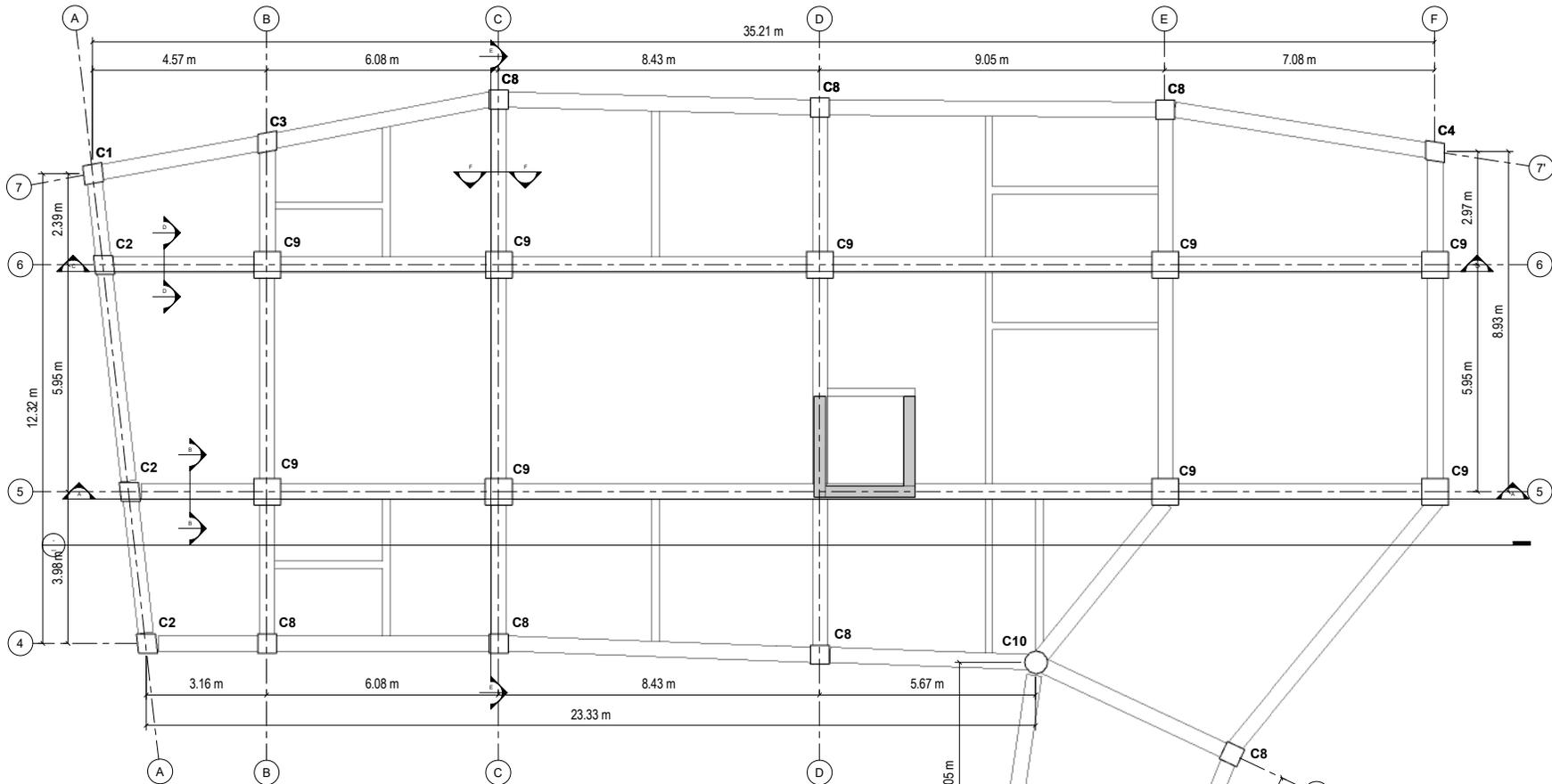


2 B
1 : 10

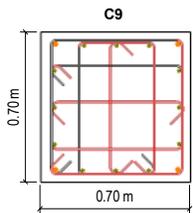


3 D
1 : 10

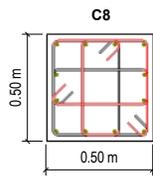
TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO UTILIZANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022		
TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad		
ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez		
PLANO: VIGAS	LAMINA: E-3	
ESCALA: Como se indica	FECHA: 24/08/23	



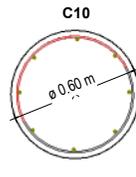
3 COLUMNAS
1: 50



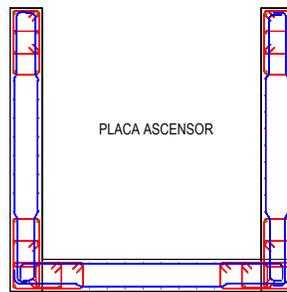
4Ø1" + 12Ø3/4"
Estribo 3/8": 1@0.05, 7@0.10,
Rto@0.25 C/E



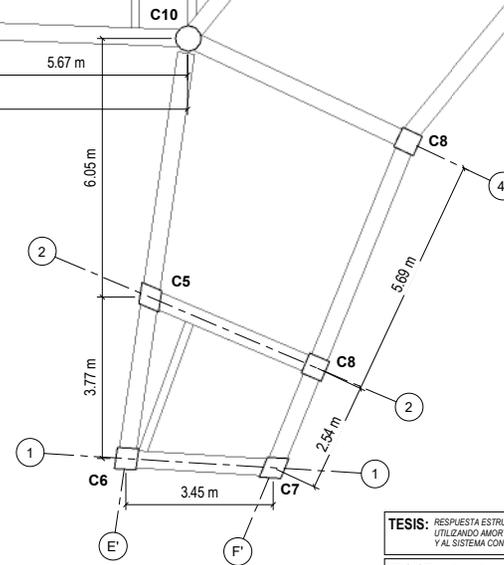
12Ø3/4"
Estribo 3/8": 1@0.05, 7@0.10,
Rto 0.25 C/E



8Ø3/4"
Estribo 3/8": 1@0.05, 7@0.10,
Rto@0.25 C/E



Núcleo rectangular: 8Ø3/4"
Núcleo en forma de "L": 12Ø3/4"
Acero horizontal: Ø1/2"@0.20 C/LADO
Acero Vertical: Ø3/8"@0.20 C/LADO
Estribo Ø3/8": 1@0.05, 7@0.10,
Rto@0.25 C/E



1 Detalle 1
1: 10

2 Detalle 2
1: 10

4 Detalle 3
1: 10

5 Detalle 4
1: 20

TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO UTILIZANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022

TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad

ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez

PLANO: COLUMNAS Y PLACAS

ESCALA: Como se indica

FECHA: 24/08/23



LAMINA:

E-4

Anexo 03.
Planos del Sistema Aislado

COD. RELACION DE PLANOS

E-0	ESPECIFICACIONES TECNICAS
E-1	PLANTA DE CIMENTACION
E-2	PLANTA DE SISTEMA DE AISLAMIENTO
E-3	ENCÓFRADO DE SISTEMA DE AISLAMIENTO
E-4	VIGAS DE AISLAMIENTO
E-5	CAPITELES Y PEDESTALES
E-6	VISTA 3D
E-7	AISLADORES SISMICOS

GANCHOS A 180°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	10.45	9.55	20.00
1/2"	7.62	13.96	11.04	25.00
5/8"	9.54	17.48	7.62	25.00
3/4"	11.46	21.00	9.00	30.00
1"	15.24	27.93	12.07	40.00

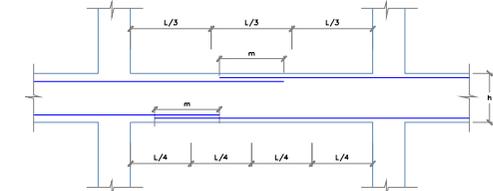
GANCHOS A 90°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)
3/8"	5.71	5.23	14.77
1/2"	7.62	6.98	18.02
5/8"	9.54	8.74	21.26
3/4"	11.46	10.50	24.50
1"	15.24	13.96	31.04

GANCHOS A 135°

Ø BARRA	D(cm)	A(cm)	C(cm)
3/8"	3.81	6.73	9.53
1/2"	5.08	8.97	12.70
5/8"	6.35	11.22	15.88
3/4"	11.43	17.92	19.05
1"	15.24	23.02	25.40

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS EN TRACCIÓN Y COMPRESIÓN



VALORES DE m

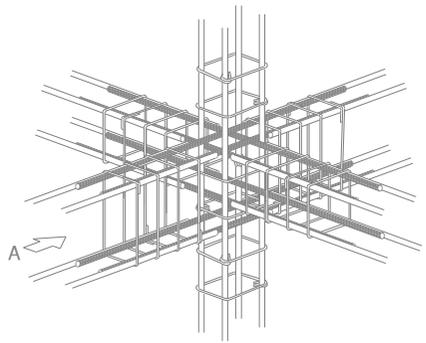
Ø	REFUERZO INTERIOR H Cualquiera	H < 30	H > 30
3/8"	.40	.40	.45
1/2"	.40	.40	.50
5/8"	.50	.45	.60
3/4"	.60	.40	.75

NOTA

a.- No empalmar mas del 50% del Area total en una misma seccion

b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas ó con los porcentajes especificados, aumentar la longitud de empalme en un 70% ó consultar al proyectista.

c.- Para aligerados y vigas chatas, el acero interior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 25cm.



DISÑO SISMORESISTENTE

- SISTEMA ESTRUCTURAL**
Eje "x" = Dual
Eje "y" = Dual
- PARAMETROS SISMICOS**
Z = 0.25
U = 1.00
C = 2.00
S = 1.20
TP = 0.60
TL = 2.00
Rox = 1
Ryy = 1
- PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA**
Txx = 3.36 Seg.
Tyy = 3.41 Seg.
- FUERZA CORTANTE EN LA SUBESTRUCTURA**
Vbasal x = 795.26 Tn.
Vbasal y = 780.62 Tn.
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO RELATIVO**
Δ xx = 0.00175 (Piso 3)
Δ yy = 0.00193 (Piso 3)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETOS**
 - CONCRETO ESTRUCTURAL**
f_{cd} = 280 Kg/cm². Platas de cimentación y Losas, placas, columnas y Vigas (Hasta 5° Piso).
f_{cd} = 110 Kg/cm². Losas, placas, columnas y Vigas (Del 6° al 12° Piso).
 - CONCRETO SIMPLE**
f_{cd} = 100 Kg/cm². Sotado
- ACERO DE REFUERZO**
Acero Corrugado Grado 60, f_y = 4200 Kg/cm².
-VIGAS : As (l) : Terco Central
As (o) : a L/4
-COLUMNAS : A : 2L/3 (Tramo Central)
- SUELO**
-PRESION ADMISIBLE : q_{ad} = 3.81 kg/cm²
-PROFUNDIDAD DE CIMENTACION : D_f = 4.10 m
- RECUBRIMIENTOS**
En vigas peraltadas será de 4 cm.
En columnas será de 4 cm.
En cimentaciones 7.5 cm.
Losas aligeradas, mallas, vigas chatas 2 cm
- CURADOS**
En todos los elementos donde se usa cemento se efectuaran curados permanentemente durante el día con agua potable hasta cumplir los 7 días despues de las construcciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: "Respuesta estructural y costo del Edificio Multifamiliar Calicanto usando Amortiguadores VMD respecto a los Aisladores de base y al Sistema Convencional - 2022"

Plano: ESPECIFICACIONES TECNICAS - SISTEMA AISLADO

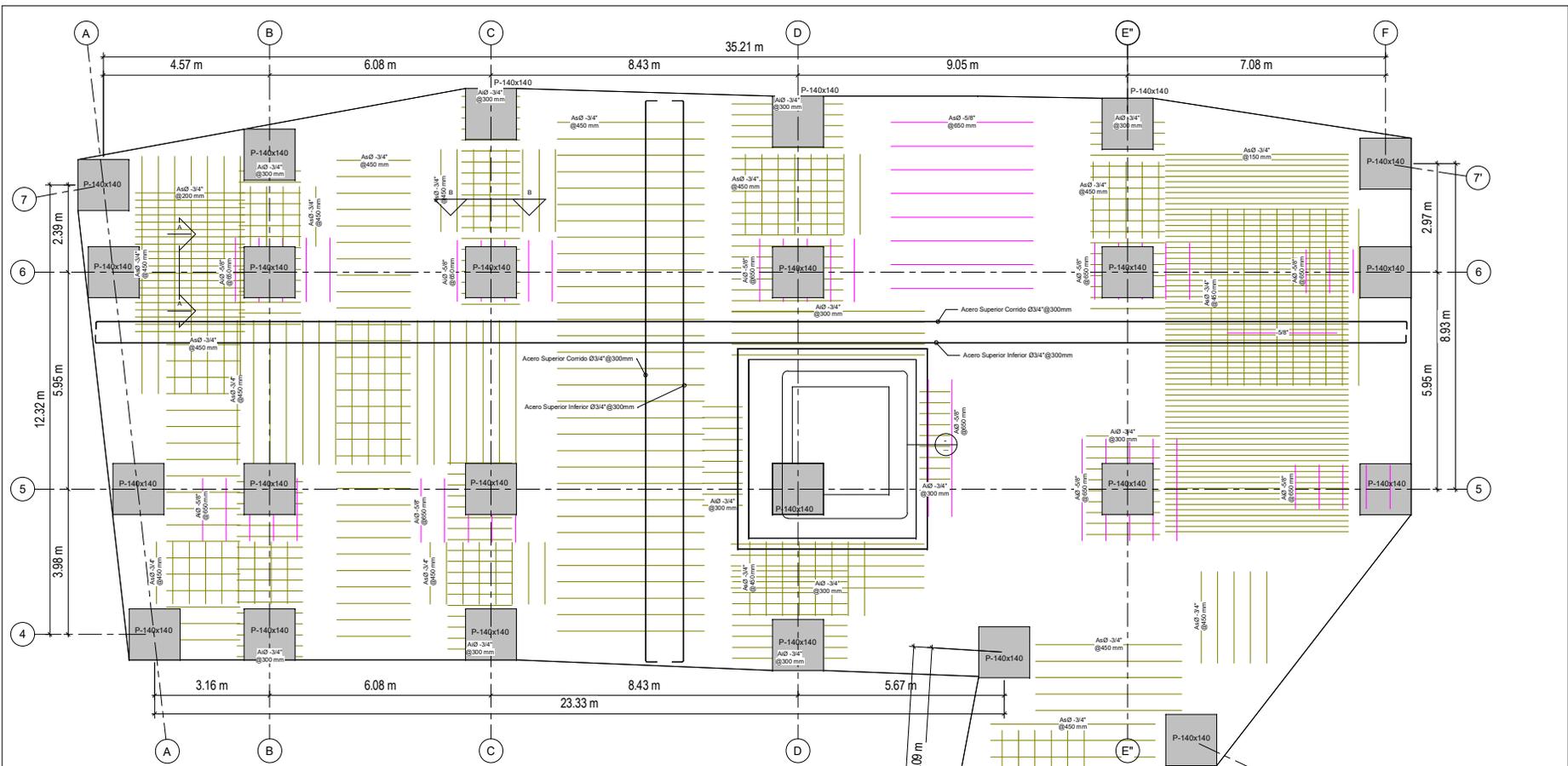
Tesista: Bach. VICTORIO ABAD, Deyvis

Asesor: Mg. TORRES RAMIREZ, Moisés Edgard

Fecha: 24/08/2023

Escala: 1/50

Código: E-0



1 PLANTA DE CIMENTACION
1 : 50

TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022

TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad

ASESOR: Autorizador

PLANO: PLANTA DE CIMENTACION

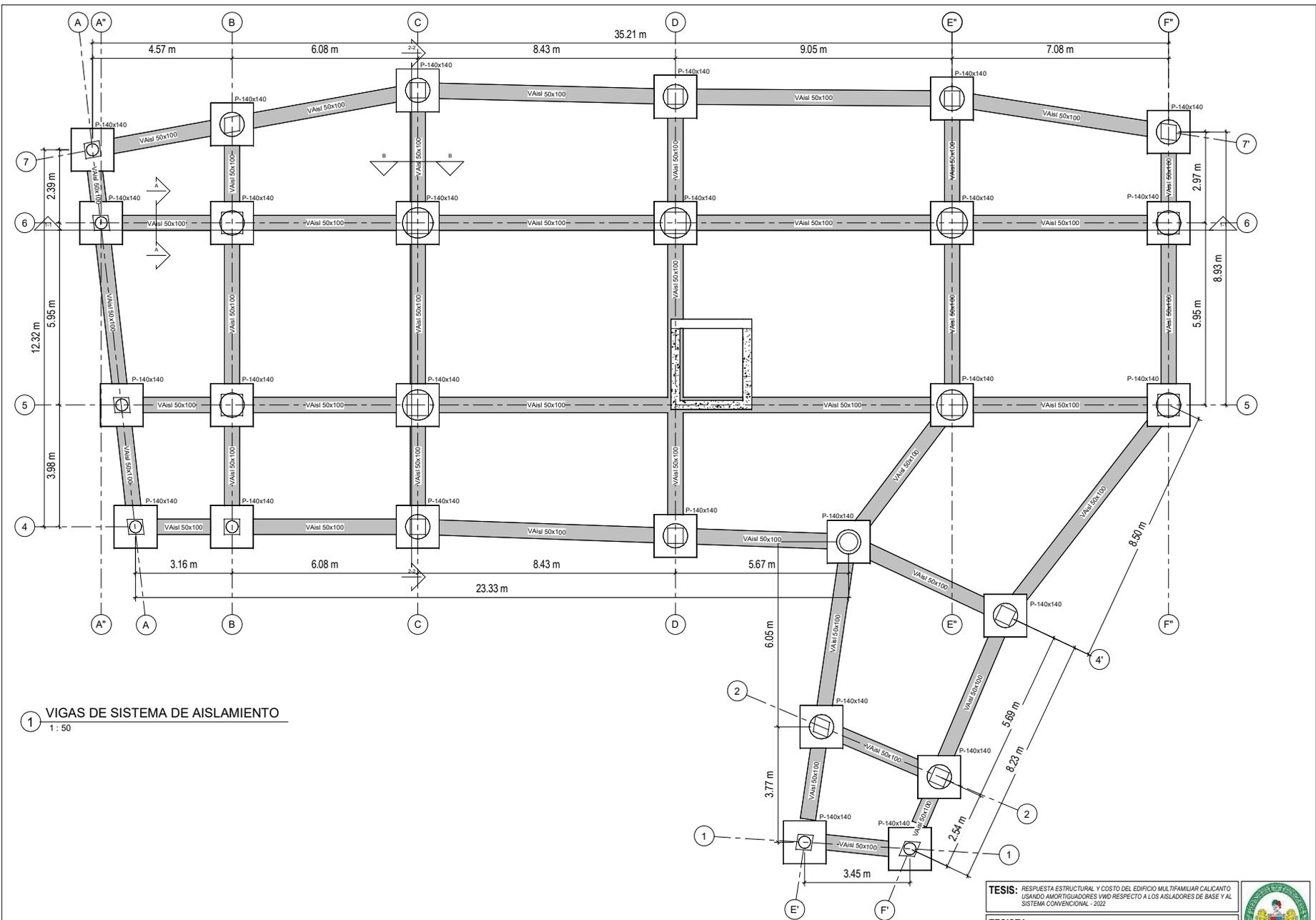
ESCALA: 1 : 50

FECHA: 08/23/23



LAMINA:

E-1



1 VIGAS DE SISTEMA DE AISLAMIENTO
1 : 50

TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022

TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad

ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez

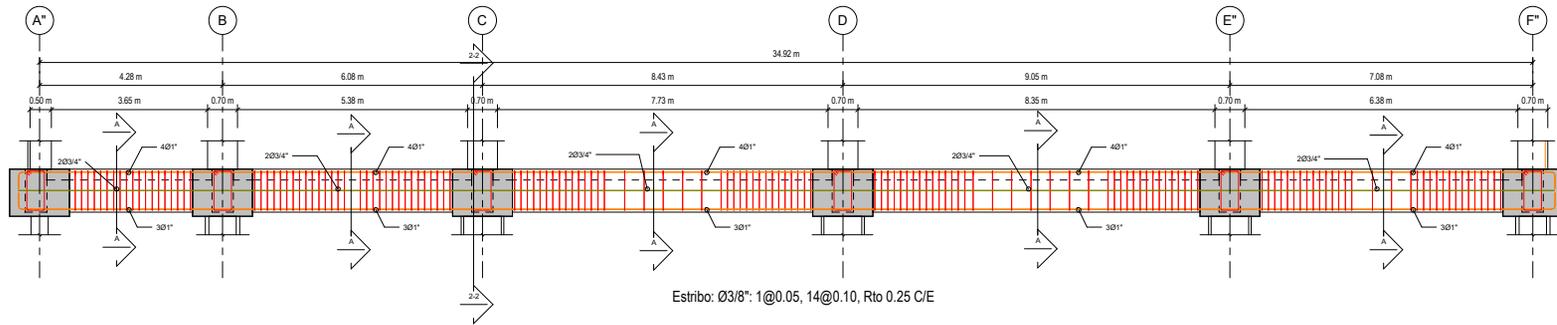
PLANO: PLANTA DE SISTEMA DE AISLAMIENTO

ESCALA: 1 : 50

FECHA: 24/08/23

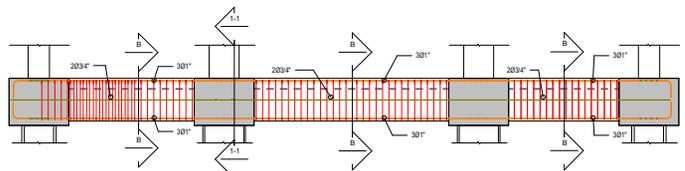


LAMINA:
E-2



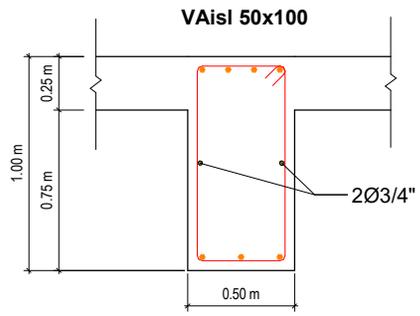
Estribo: Ø3/8": 1@0.05, 14@0.10, Rto 0.25 C/E

1 1-1
1: 50



Estribo: Ø3/8": 1@0.05, 14@0.10, Rto 0.25 C/E

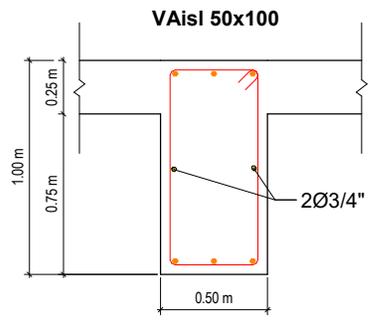
2 2-2
1: 50



7Ø1" + 2Ø3/4"

Estribo: Ø3/8": 1@0.05, 14@0.10, Rto 0.25 C/E

3 A
1: 10

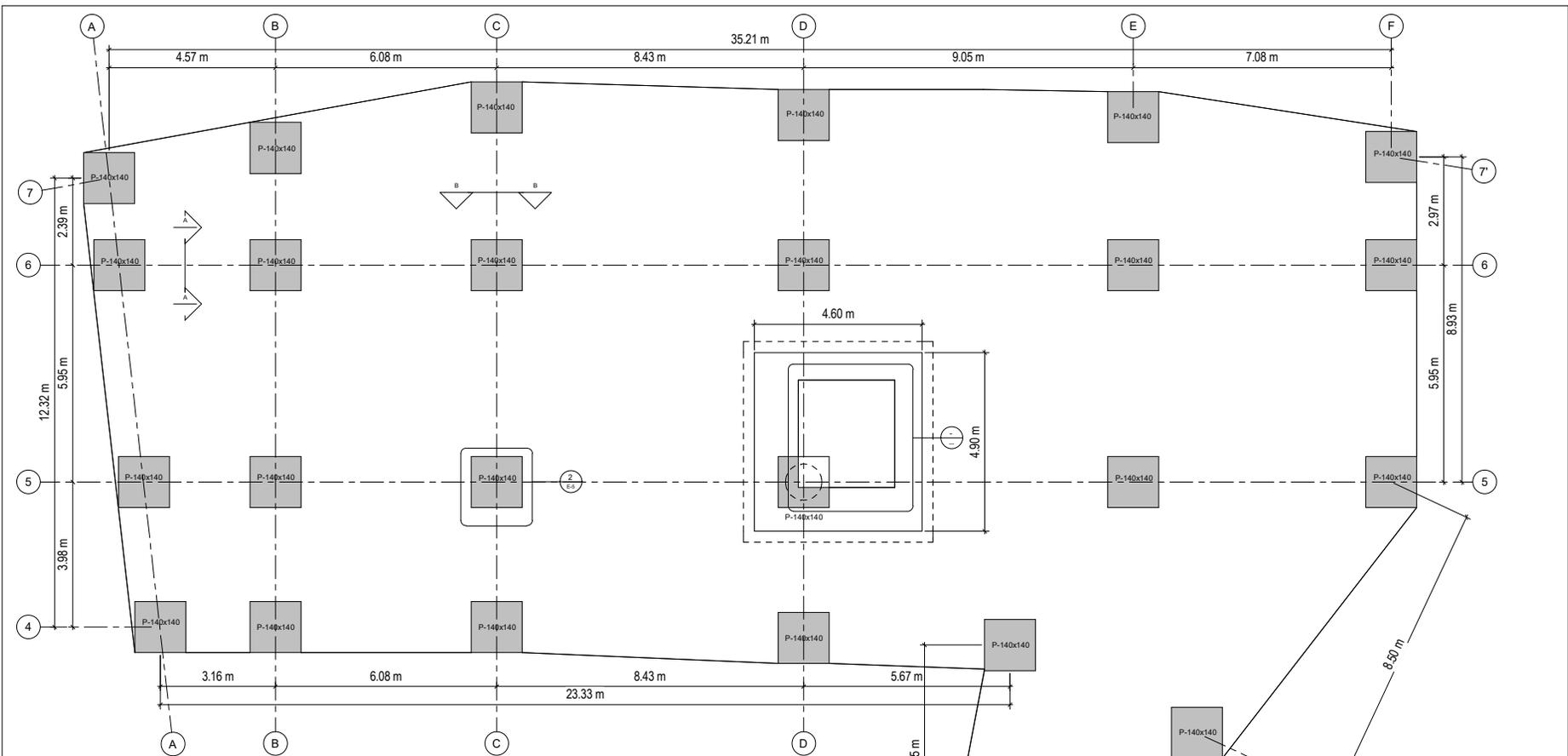


6Ø1" + 2Ø3/4"

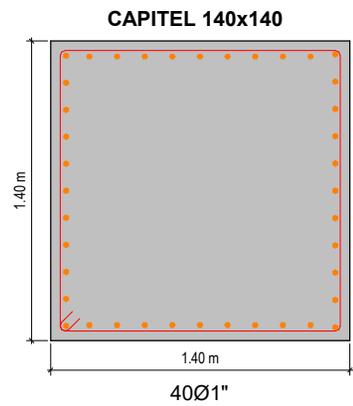
Estribo: Ø3/8": 1@0.05, 14@0.10, Rto 0.25 C/E

4 B
1: 10

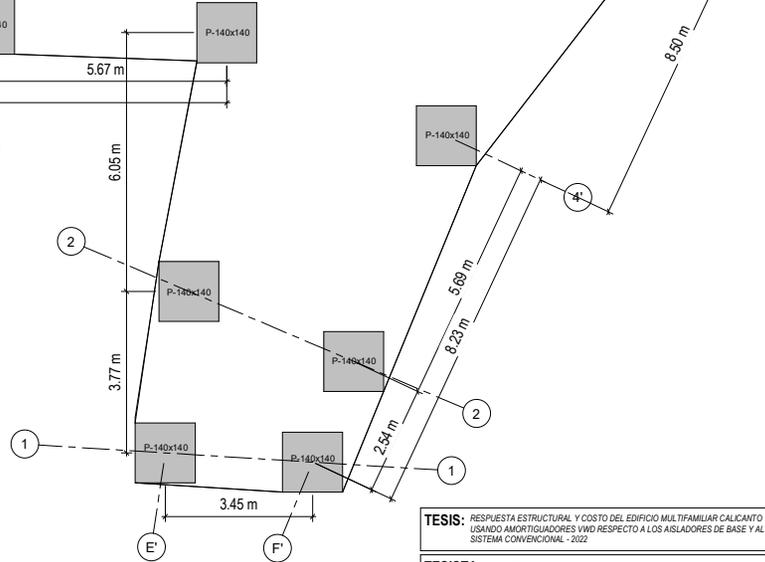
TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022		
TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad		
ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez		LAMINA: E-4
PLANO: VIGAS DE AISLAMIENTO		
ESCALA: Como se indica	FECHA: 24/08/23	



1 CAPITEL Y PEDESTAL
1 : 50

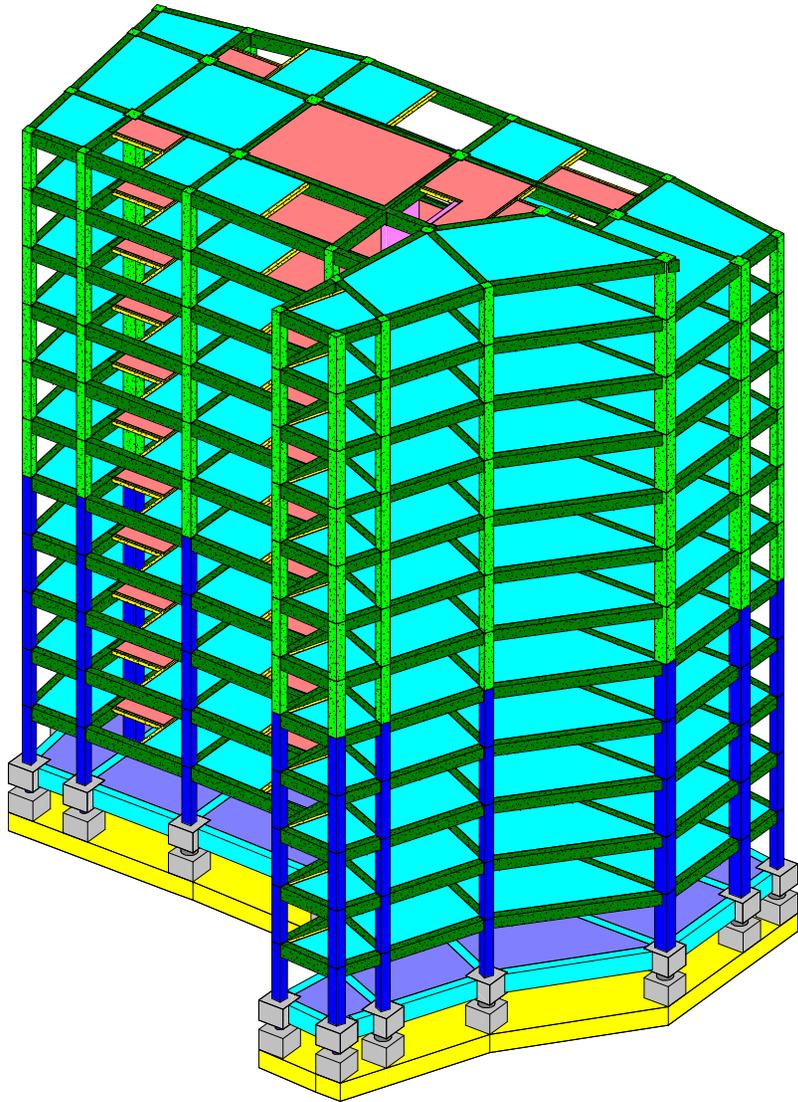


2 Detalle 18
1 : 10

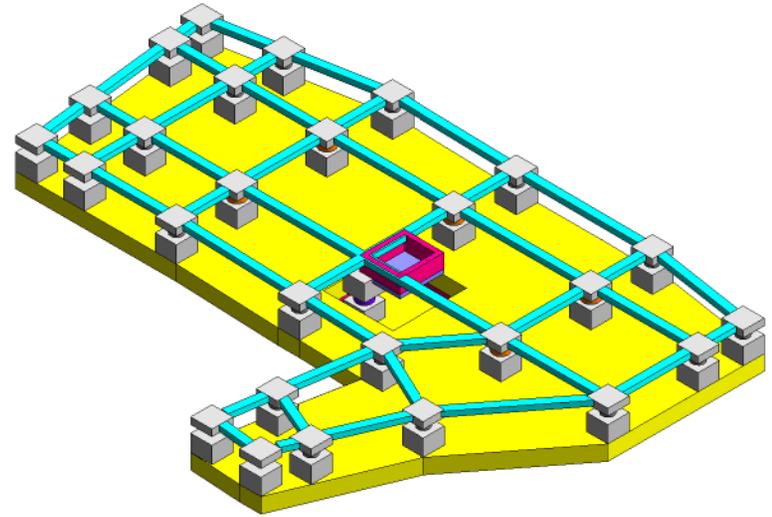


TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022	
TESISTA: Bach. Deyvis Victoria Abad	
ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez	
PLANO: CAPITALES Y PEDESTALES	
ESCALA: Como se indica	FECHA: 24/08/23

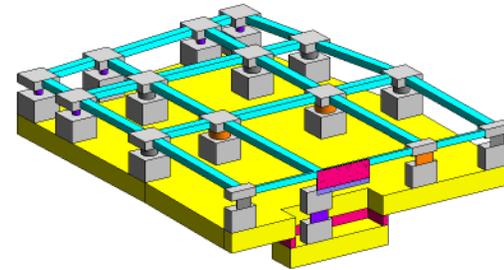
LAMINA:
E-5



③ EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO



① VISTA 3D SISTEMA DE AISLAMIENTO



② PIT DEL ASCENSOR

TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VMD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022

TESISTA: Bach. Deyvis Victorio Abad

ASESOR: Mg. Moisés Edgard Torres Ramirez

PLANO: VISTAS 3D

ESCALA:

FECHA: 24/08/23



LAMINA:

E-6

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE AISLADORES Y DESLIZADORES SÍSMICOS

PROPIEDADES DINÁMICAS NOMINALES DE AISLADORES Y DESLIZADORES

Tipo	Cantidad	Qd (ton)	Kd (ton)	Ke (ton/m)	Fy (ton)	DM (m)	DTM@LIV (m)	Keff@DM (ton/m)	Beff@DM (%)	Pserv (ton)	Pmax (ton)
Slider	7				17.69	0.218	0.355	81.13	63.66%	201	524
RB	13		117.3	1172.99	1.11	0.218	0.355	121.89		362	707
LRB	8	21.24	134.49	1344.91	23.60	0.218	0.355	231.91	24.59%	541	926

FACTORES DE MODIFICACIÓN DE PROPIEDADES LAMBDA

ASCE/SEI 7-16; Fabricantes Calificados (Clase I, NTE 0.31)	Kd	Qd	μ
max	1.3	1.5	1.6
min	0.8	0.8	0.8

PROPIEDADES DINÁMICAS INDIVIDUALES PARA LÍMITES DE VARIACIÓN CONSIDERADOS EN DISEÑO

Tipo	Límites para Keff@DM (ton/m)		Límites para β_{max} (%)		Límites para μ_{max} (%)	
	LIV	LSV	LIV	LSV	LIV	LSV
Slider	65	141			8.88%	17.77%
RB	97	159				
LRB	185	334	24.5%	27.2%		

PROPIEDADES DINÁMICAS GLOBALES PARA LÍMITES DE VARIACIÓN CONSIDERADOS EN DISEÑO

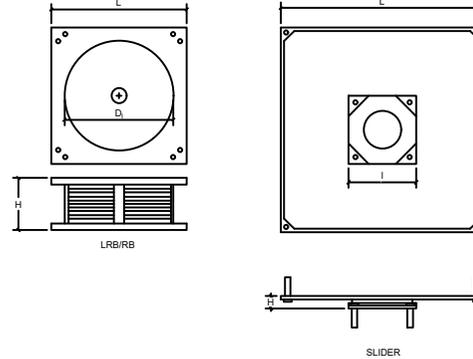
Límites para Keff-global@DM (ton/m)		Límites para Beff-global@DM (ton/m)	
LIV	LSV	LIV	LSV
3,200	5,724	21.43%	25.59%

DESPLAZAMIENTOS DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO PARA LOS LÍMITES DE VARIACIÓN DE PROPIEDAD

Límite inferior de variación		Propiedades nominales		Límite superior de variación	
DM (mm)	DTM (mm)	DM (mm)	DTM (mm)	DM (mm)	DTM (mm)
219	355	218	251	201	220

DIMENSIONES REFERENCIALES DE LOS AISLADORES SISMICOS

Tipo	Cantidad	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Lado de plancha - sup (mm)	Lado de plancha - inf (mm)
Slider	7	406	150	1167	456
RB	13	838	349	888	888
LRB	8	914	349	964	964



Según el artículo 13.3 de la NTE 031 Aislamiento sísmico, el fabricante debe demostrar que cumple con estos valores a través de reportes de ensayos pasados en aisladores sísmicos a alta velocidad. Los ensayos para demostrar el lambda test o tvs debe ser basado en historiales de ensayos a alta velocidad, considerando el efecto de calentamiento del plomo. No se aceptarán sustentos técnicos en base a ensayos a los componentes del aislador de forma independiente.

FACTORES DE SEGURIDAD

Para el diseño de los aisladores sísmicos deben tomarse cuenta el Anexo II de la NTE 031 Aislamiento sísmico, y deberán respetarse los siguientes factores de seguridad para pandeo crítico, como mínimo:

FS \geq 3.00, para condiciones sin deformar.

FS \geq 1.10, para condición deformada DTM@límite inferior de variación y Pmax@límite superior de variación.

Para el diseño de los deslizadores sísmicos debe tenerse en cuenta la presión máxima en el teflón PTFE según AASHTO.

Presión máxima para cargas de servicio \leq 3.5 ksi

Presión máxima para cargas últimas \leq 6 ksi

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS AISLADORES

- Antes de seleccionar al fabricante, la propuesta técnica de los aisladores sísmicos deben ser revisadas y aprobadas por el proyectista.
- El fabricante debe cumplir con los factores lambdas mínimas y máximas indicadas en la norma E.031 para fabricantes de clase I, además debe presentar un sustento de los valores de acuerdo a su historial de proyectos. Se debe seguir el proceso indicado en el MCEER "Property Modification Factors for Seismic Isolators: Design Guidance for Buildings".
- Se debe establecer claramente el tipo de dispositivo que se está sustentando para que la documentación que se entregue corresponda exclusivamente a dicho tipo (LRB, RB, HDR, sliders). Para ello se debe verificar en base a ensayos de aisladores pasados si el caucho corresponde a un tipo natural o modificado. En caso que el amortiguamiento efectivo de los dispositivos ensayados sea menor o igual que 5% entonces se usarán los sustentos para caucho natural (LRB o RB), en caso el amortiguamiento efectivo sea mayor a 5%, se usará el sustento para aisladores de alto amortiguamiento (HDR). Este amortiguamiento se determina en función al área que encierra la curva de histéresis del aislador ensayado.
- Para el sustento del factor lambda por temperatura, velocidad y scragging; es obligatorio realizarlo a través de ensayos históricos a alta velocidad de los aisladores sísmicos ensamblados – entre 50cm/seg a 100cm/s – y realizados en laboratorios independientes acorde al artículo 28.5 de la norma E.031 y según comentarios del ASCE 7-16 (C17.2.8.4). Para poder establecer la relación entre el esfuerzo de fluencia del plomo por efectos de calentamiento y su correspondiente carrera de desplazamiento efectivo de los dispositivos ensayados sea menor o igual que 5% entonces se usará el sustento para caucho natural (LRB o RB), en caso el amortiguamiento efectivo sea mayor a 5%, se usará el sustento para aisladores de alto amortiguamiento (HDR). Este amortiguamiento se determina en función al área que encierra la curva de histéresis del aislador ensayado.
- De acuerdo a la norma E.031, el fabricante debe acreditar, mediante reportes o investigaciones, que ha efectuado ensayos de caracterización de propiedades y de alta performance de aisladores sísmicos en un laboratorio reconocido a nivel mundial, estableciendo claramente la normativa utilizada. Estos ensayos deben ser como mínimo:

- Ensayos de alta velocidad
- Ensayos de deformación última
- Ensayos de variabilidad de propiedades en el tiempo
- Ensayo de variación de cargas a compresión
- Ensayos de fatiga y desgaste
- Comportamiento dinámico frente a temperaturas

- Estos ensayos de Alta Performance deberán corresponder a ensayos sobre los dispositivos ensamblados como lo establece la norma E.031. No se aceptarán ensayos de alta performance de componentes del aislador de forma independiente.

- El fabricante debe presentar 3 memorias de cálculo para validar el diseño:

- Propiedades Nominales,
- Propiedades a límite inferior
- Propiedades a límite superior.

 UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
Tesis: "Respuesta estructural y costo del Edificio Multifamiliar Calicanto usando Amortiguadores VWD respecto a los Aisladores de base y al Sistema Convencional – 2022"	
Plano: AISLADORES SISMICOS	
Tesista: Bach. VICTORIO ABAD, Deyvis	Código:
Asesor: Mg. TORRES RAMIREZ, Moisés Edgard	E-7
Fecha: 24/08/2023	

Anexo 04.
Metrados

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
a)	Lados de columnas del eje 1_Altura total		12.00	4.00	-	0.50	3.15	75.60	
b)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
c)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VS		12.00	2.00	-	0.50	2.55	30.60	
III)	Columnas eje 2								
d)	Lados de columnas del eje 2_Altura total		12.00	2.00	-	0.50	3.15	37.80	
e)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
f)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VS		12.00	4.00	-	0.50	2.55	61.20	
IV)	Columnas eje 4								
g)	Lados de columnas del eje 4_Altura total		11.00	6.00	-	0.50	3.15	103.95	
h)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	
i)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
j)	Columna circular		12.00	1.00	-	1.88	2.55	57.53	
k)	Columna 50x50		1.00	1.00	-	2.00	2.55	5.10	
V)	Columnas eje 5								
m)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
n)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
ñ)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
o)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	7.00	-	0.70	2.45	132.06	
p)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
q)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	8.00	-	0.70	2.55	157.08	
r)	Columna 70x70		1.00	2.00	-	2.80	2.55	14.28	
VI)	Columnas eje 6								
s)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
t)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
u)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
v)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	9.00	-	0.70	2.45	169.79	
w)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
x)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	10.00	-	0.70	2.55	196.35	
VII)	Columnas eje 7								
y)	Lados de columnas del eje 7_Altura total		11.00	8.00	-	0.50	3.15	138.60	
z)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	
aa)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
3.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 PARA PLACAS								35.44 m³
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Placas en el eje Y		5.00	2.00	2.50	0.30	3.15	23.63	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
II)	VIGAS PRINCIPALES								
III)	Vigas eje 1								
a)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	3.74	-	1.60	71.81	
IV)	Vigas eje 2								
b)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	2.90	-	1.40	48.72	
V)	Vigas eje 4								
c)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	26.56	-	1.40	409.02	
d)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	5.19	-	1.40	7.27	
VI)	Vigas eje 5								
e)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	28.77	-	1.40	443.06	
f)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	6.39	-	1.40	8.95	
VII)	Vigas eje 6								
g)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	31.54	-	1.40	485.72	
VIII)	Vigas eje 7								
h)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	32.98	-	1.60	580.45	
IX)									
X)	VIGAS SECUNDARIAS								
XI)	Vigas eje A								
i)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.87	-	1.40	167.40	
XII)	Vigas eje B								
j)	Viga secundarial 40x60		11.00	1.00	11.29	-	1.20	149.03	
XIII)	Vigas eje C								
k)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	12.36	-	1.20	163.15	
XIV)	Vigas eje D								
m)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.51	-	1.20	138.73	
XV)	Vigas eje E								
n)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	22.89	-	1.20	302.15	
ñ)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	14.17	-	1.20	17.00	
XVI)	Vigas eje F								
o)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	23.00	-	1.20	303.60	
p)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	15.34	-	1.20	18.41	
3.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS ALIGERADAS							291.20 m³	
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	0.10	10.64	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	0.10	21.55	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	0.10	11.68	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	0.10	10.68	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	0.10	34.60	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	0.10	10.37	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	0.10	16.28	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	0.10	15.29	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	0.10	16.82	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	0.10	23.02	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	0.10	40.73	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	0.10	41.52	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	0.10	29.17	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	0.10	8.84	
3.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS							2,911.98	m ²
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	-	106.37	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	-	215.49	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	-	116.82	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	-	106.81	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	-	345.95	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	-	103.73	
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	-	162.80	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	-	152.90	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	-	168.19	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	-	230.23	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	-	407.33	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	-	415.20	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	-	291.72	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	-	88.44	
3.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS							219.45	m ³
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	0.20	7.77	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	0.20	10.05	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	0.20	98.19	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	0.20	15.75	
e)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		11.00	34.25	-	-	0.20	75.35	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
f)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		11.00	5.61	-	-	0.20	12.34	
3.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS								1,097.25 m²
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	-	38.83	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	-	50.27	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	-	490.93	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	-	78.76	
e)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		11.00	34.25	-	-	-	376.75	
f)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		11.00	5.61	-	-	-	61.71	
3.1.5.1	AMORTIGUADORES VISCOUS WALL DAMPERS								1.00 glb

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
ar)	V44		2	1	3/4"	32.32	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	78.02	-
as)	V45		2	1	3/4"	32.03	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	77.39	-
at)	V46		2	1	3/4"	31.75	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	76.79	-
au)	V47		2	1	3/4"	31.47	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	76.18	-
av)	V48		2	1	3/4"	23.64	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	57.65	-
aw)	V49		2	1	3/4"	14.64	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.59	-
ax)	V50		2	1	3/4"	7.37	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	19.27	-
ay)	V51		2	1	3/4"	7.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.84	-
az)	V52		2	1	3/4"	6.96	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.38	-
ba)	V53		2	1	3/4"	6.76	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.95	-
bb)	V54		2	1	3/4"	6.55	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.5	-
bc)	V55		2	1	3/4"	6.35	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.06	-
bd)	V56		2	1	3/4"	6.14	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.61	-
be)	V57		2	1	3/4"	5.98	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.26	-
bf)	V58		2	1	3/4"	5.88	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.05	-
bg)	V59		2	1	3/4"	5.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.88	-
bh)	V60		2	1	3/4"	5.73	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.72	-
bi)	V61		2	1	3/4"	5.65	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.55	-
bj)	V62		2	1	3/4"	5.57	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.38	-
bk)	V63		2	1	3/4"	5.49	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.21	-
bm)	V64		2	1	3/4"	5.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.03	-
bn)	V65		2	1	3/4"	5.34	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.88	-
bñ)	V66		2	1	3/4"	5.26	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.71	-
bo)	V67		2	1	3/4"	5.18	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.54	-
bp)	V68		2	1	3/4"	5.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.36	-
bq)	V69		2	1	3/4"	5.03	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.21	-
br)	V70		2	1	3/4"	4.95	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-
bs)	V71		2	1	3/4"	4.87	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.87	-
bt)	V72		2	1	3/4"	4.79	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.69	-
bu)	V73		2	1	3/4"	4.72	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.54	-
bv)	V74		2	1	3/4"	4.64	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.37	-
bw)	V75		2	1	3/4"	4.56	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.2	-
bx)	V76		2	1	3/4"	4.48	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.02	-
by)	V77		2	1	3/4"	4.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.87	-
bz)	V78		2	1	3/4"	4.33	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.7	-
ca)	V79		2	1	3/4"	4.25	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.53	-
cb)	V80		2	1	3/4"	4.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.36	-
cc)	V81		2	1	3/4"	4.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.2	-
cd)	V82		2	1	3/4"	4.02	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.03	-
II)	MALLA EN LA DIRECCION Y									-	-	-	-	-	-	-
ce)	V1		2	1	3/4"	2.9	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.61	-
cf)	V2		2	1	3/4"	5.62	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.49	-
cg)	V3		2	1	3/4"	8.33	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	22.96	-
ch)	V4		2	1	3/4"	11.04	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	28.81	-
ci)	V5		2	1	3/4"	13.06	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.18	-
cj)	V6		2	1	3/4"	13.12	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.31	-
ck)	V7		2	1	3/4"	13.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.44	-
cm)	V8		2	1	3/4"	13.23	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.54	-
cn)	V9		2	1	3/4"	13.29	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.67	-
cñ)	V10		2	1	3/4"	13.34	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.78	-
co)	V11		2	1	3/4"	13.4	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.91	-
cp)	V12		2	1	3/4"	13.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.04	-
cq)	V13		2	1	3/4"	13.51	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.15	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
cr)	V14		2	1	3/4"	13.57	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.28	-
cs)	V15		2	1	3/4"	13.62	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.39	-
ct)	V16		2	1	3/4"	13.68	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.52	-
cu)	V17		2	1	3/4"	13.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.65	-
cv)	V18		2	1	3/4"	13.79	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.75	-
cw)	V19		2	1	3/4"	13.85	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.88	-
cx)	V20		2	1	3/4"	13.9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.99	-
cy)	V21		2	1	3/4"	13.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.12	-
cz)	V22		2	1	3/4"	14.02	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.25	-
da)	V23		2	1	3/4"	14.07	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.36	-
db)	V24		2	1	3/4"	14.13	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.49	-
dc)	V25		2	1	3/4"	14.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.6	-
dd)	V26		2	1	3/4"	14.24	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.73	-
de)	V27		2	1	3/4"	14.3	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.86	-
df)	V28		2	1	3/4"	14.35	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.96	-
dg)	V29		2	1	3/4"	14.41	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.09	-
dh)	V30		2	1	3/4"	14.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.2	-
dj)	V31		2	1	3/4"	14.52	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.33	-
dj)	V32		2	1	3/4"	14.58	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.46	-
dk)	V33		2	1	3/4"	14.63	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.57	-
dm)	V34		2	1	3/4"	14.69	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.7	-
dn)	V35		2	1	3/4"	14.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.81	-
dñ)	V36		94	1	3/4"	14.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1752.24	-
do)	V37		16	1	3/4"	25.05	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	485.57	-
dp)	V38		2	1	3/4"	9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	24.41	-
dq)	V39		2	1	3/4"	7	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.47	-
dr)	V40		2	1	3/4"	5	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.15	-
ds)	V41		2	1	3/4"	3	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.83	-
dt)	V42		20	1	3/4"	21.69	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	534.38	-
du)	V43		36	1	3/4"	13.26	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	604.97	-
III)	BASTONES INFERIORES EN LA DIRECCION X									-	-	-	-	-	-	-
dv)	B1		15	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.68	-
dw)	B2		20	1	3/4"	1.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	34.56	-
dx)	B3		20	1	3/4"	2.5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	54	-
dy)	B4		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-
dz)	B5		15	1	5/8"	3	-	-	7.00%	-	-	-	48.15	-	-	-
ea)	B6		10	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
eb)	B7		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-
ec)	B8		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-
ed)	B9		10	1	3/4"	0.9	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	9.72	-
ee)	B10		10	1	3/4"	1.1	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	11.88	-
ef)	B11		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-
eg)	B12		17	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.7	-
IV)	BASTONES SUPERIORES EN LA DIRECCION X									-	-	-	-	-	-	-
eh)	B1		20	1	3/4"	3	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-
ej)	B2		30	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-
ej)	B3		32	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	138.24	-
ek)	B4		8	1	5/8"	4	-	-	7.00%	-	-	-	34.24	-	-	-
em)	B5		70	1	3/4"	5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	378	-
en)	B6		19	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	41.04	-
eñ)	B7		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
eo)	B8		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
ep)	B9		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)	
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"
b)	Varillas verticales de la malla		50	1	3/8"	34.65	0.2	1.8	3.00%	-	-	1887.48	-	-	-	-	
c)	Varillas horizontales de la malla		108	11	1/2"	2.6	0.5	0.5	5.00%	-	-	-	4490.64	-	-	-	
III)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-	
d)	Estribos en nucleos extremos		22	18	3/8"	2.2	-	-	3.00%	-	-	897.34	-	-	-	-	
e)	Estribos en vertice L		22	18	3/8"	4.4	-	-	3.00%	-	-	1794.67	-	-	-	-	
Longitud total x Ø										-	-	4579.49	4490.64	-	1643.76	-	
Peso (kg/m)										-	-	0.58	1.02	-	2.26	-	
Peso total(kg)										-	-	2656.104	4580.453	-	3714.898	-	
3.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA VIGAS																94779.31
I)	VIGAS PRINCIPALES 40x70									-	-	-	-	-	-	-	
II)	PISO 1 - PISO 10									-	-	-	-	-	-	-	
III)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
a)	Eje 1, entre E-F		10	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	346.68	-	
b)	Eje 2, entre E-F		10	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	529.63	-	
c)	Eje 4, entre A-F		10	3	1"	29.5	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1174.8	
d)	Eje 4, entre A-F		10	4	3/4"	29.5	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	1438.56	-	
e)	Eje 5, entre A-F		10	7	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	3153.15	
f)	Eje 6, entre A-F		10	7	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	3304.84	
g)	Eje 7, entre A-F		10	3	1"	35.95	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	1430.55	
h)	Eje 7, entre A-F		10	4	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%	-	-	-	-	-	1749.6	-	
IV)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-	
i)	Eje 1, entre E-F		10	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	595.34	-	-	-	-	
j)	Eje 2, entre E-F		10	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	654.87	-	-	-	-	
k)	Eje 4, entre A-F		10	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4078.08	-	-	-	-	
m)	Eje 5, entre A-F		10	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4286.45	-	-	-	-	
n)	Eje 6, entre A-F		10	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4584.12	-	-	-	-	
ñ)	Eje 7, entre A-F		10	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4792.49	-	-	-	-	
V)	PISO 11 - PISO 12									-	-	-	-	-	-	-	
VI)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
o)	Eje 1, entre E-F		2	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	69.34	-	
p)	Eje 2, entre E-F		2	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	105.93	-	
q)	Eje 4, entre E-F		2	3	1"	5.92	0.9	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	53.59	
r)	Eje 4, entre E-F		2	4	3/4"	5.92	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	64.54	-	
s)	Eje 4, entre A-F		2	6	3/4"	23.58	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	345.12	-	
t)	Eje 5, entre A-F		1	6	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	270.27	
u)	Eje 5, entre E-F		1	6	1"	7.79	0.9	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	65.93	
v)	Eje 6, entre A-F		1	6	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	283.27	
w)	Eje 7, entre A-F		1	7	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%	-	-	-	-	-	306.18	-	
VII)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-	
x)	Eje 1, entre E-F		2	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	119.07	-	-	-	-	
y)	Eje 2, entre E-F		2	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	130.97	-	-	-	-	
z)	Eje 4, entre A-F		1	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	407.81	-	-	-	-	
aa)	Eje 4, entre E-F		1	27	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	80.37	-	-	-	-	
ab)	Eje 5, entre A-F		1	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	428.64	-	-	-	-	
ac)	Eje 5, entre E-F		1	31	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	92.28	-	-	-	-	
ad)	Eje 6, entre A-F		1	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	458.41	-	-	-	-	
ae)	Eje 7, entre A-F		1	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	479.25	-	-	-	-	
VIII)										-	-	-	-	-	-	-	
IX)	VIGAS SECUNDARIAS 40x60									-	-	-	-	-	-	-	
X)	PISO 1 - PISO 10									-	-	-	-	-	-	-	
XI)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
af)	Eje A, entre 4-7		10	6	3/4"	12.91	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	985.61	-	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)		
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"	
j)	V1		11	2	3/8"	14.4	0.4	0.9	3.00%	-	-	355.76	-	-	-	-	-	
k)	V2		11	2	3/8"	14.25	0.4	0.9	3.00%	-	-	352.36	-	-	-	-	-	
m)	V3		11	2	3/8"	14.13	0.4	0.9	3.00%	-	-	349.64	-	-	-	-	-	
n)	V4		11	8	3/8"	6.2	0.4	0.45	3.00%	-	-	639.01	-	-	-	-	-	
V)	Bastones entre ejes B-C y 4-7																	
ñ)	BI1		11	14	3/8"	3.15	-	-	3.00%	-	-	499.65	-	-	-	-	-	
o)	BS2		11	14	5/8"	3	-	-	7.00%	-	-	-	-	494.34	-	-	-	
p)	BS3		11	14	5/8"	3	-	-	7.00%	-	-	-	-	494.34	-	-	-	
VI)	Varillas continuas entre ejes C-D y 4-7																	
q)	V1		11	9	1/2"	4.45	0.5	0.5	5.00%	-	-	-	566.53	-	-	-	-	
r)	V2		11	9	1/2"	4.25	0.5	0.5	5.00%	-	-	-	545.74	-	-	-	-	
VII)	Varillas continuas entre ejes D-E y 4-7																	
s)	V1		11	11	1/2"	4.33	0.5	0.5	5.00%	-	-	-	677.18	-	-	-	-	
VIII)	Varillas continuas entre ejes E-F y 1-7																	
t)	V1_entre 5-7		11	17	3/8"	9.76	0.4	0.9	3.00%	-	-	2130.27	-	-	-	-	-	
u)	V2_entre 4-5		12	13	3/8"	7.55	0.4	0.45	3.00%	-	-	1349.71	-	-	-	-	-	
v)	V3_entre 2-4		12	11	3/8"	6	0.4	0.45	3.00%	-	-	931.33	-	-	-	-	-	
w)	V4_entre 1-2		12	7	3/8"	3.3	0.4	0.45	3.00%	-	-	359.06	-	-	-	-	-	
IX)	Bastones entre ejes E-F y 4-7																	
x)	BI1_entre 5-6		11	17	3/8"	3.15	-	-	3.00%	-	-	606.72	-	-	-	-	-	
y)	BI2_entre 4-5		11	13	1/2"	4.96	-	-	5.00%	-	-	-	744.74	-	-	-	-	
z)	BI3_entre 2-4		11	11	1/2"	3.34	-	-	5.00%	-	-	-	424.35	-	-	-	-	
aa)	BS4_eje 6		12	17	1/2"	2.6	-	-	5.00%	-	-	-	556.92	-	-	-	-	
ab)	BS5_eje 5		12	17	5/8"	3.65	-	-	7.00%	-	-	-	-	796.72	-	-	-	
ac)	BS6_eje 4		12	13	5/8"	3.55	-	-	7.00%	-	-	-	-	592.57	-	-	-	
ad)	BS7_eje 2		12	10	5/8"	1.7	-	-	7.00%	-	-	-	-	218.28	-	-	-	
										Longitud total x Ø		-	-	9289.1	3515.46	3302.45	-	-
										Peso (kg/m)		-	-	0.58	1.02	1.6	-	-
										Peso total(kg)		-	-	5387.678	3585.769	5283.92	-	-
3.1.4.6.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS																8353.31	
I)	PISO 1 - PISO 11																	
II)	Entre eje B-C y eje 4-5																	
a)	Malla Superior X		11	7	6mm	3.24	0.3	-	3.00%	280.76	-	-	-	-	-	-	-	
b)	Malla Superior Y		11	15	6mm	1.7	0.3	-	3.00%	339.9	-	-	-	-	-	-	-	
c)	Malla Inferior X		11	7	8mm	3.24	0.4	-	3.00%	-	288.69	-	-	-	-	-	-	
d)	Malla Inferior Y		11	15	8mm	1.7	0.4	-	3.00%	-	356.9	-	-	-	-	-	-	
III)	Entre eje B-C y eje 5-6																	
e)	Malla Inferior X		11	10	8mm	3.24	0.4	-	3.00%	-	-	412.41	-	-	-	-	-	
IV)	Entre eje C-D y eje 5-6																	
f)	Malla Inferior Y		11	16	8mm	2	0.4	-	3.00%	-	435.07	-	-	-	-	-	-	
V)	Entre eje D-E y eje 4-5																	
g)	Malla Superior X		11	28	6mm	8.5	0.3	-	3.00%	2791.71	-	-	-	-	-	-	-	
h)	Malla Superior Y		11	41	6mm	6.12	0.3	-	3.00%	2982.28	-	-	-	-	-	-	-	
i)	Malla Inferior X		11	28	8mm	8.5	0.4	-	3.00%	-	2823.44	-	-	-	-	-	-	
j)	Malla Inferior Y		11	41	8mm	6.12	0.4	-	3.00%	-	3028.74	-	-	-	-	-	-	
VII)	Entre eje D-E y eje 4-5																	
VIII)																		
IX)																		
X)																		
k)	Malla Inferior Y		11	16	8mm	2.6	0.4	-	3.00%	-	543.84	-	-	-	-	-	-	
XI)	Entre eje D-E y eje 5-6																	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)	
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"
m)	Malla Superior X		11	16	6mm	4.45	0.3	-	3.00%	861.08	-	-	-	-	-	-	
n)	Malla Superior Y		11	22	6mm	3.4	0.3	-	3.00%	922.26	-	-	-	-	-	-	
ñ)	Malla Inferior X		11	16	8mm	4.45	0.4	-	3.00%	-	879.21	-	-	-	-	-	
o)	Malla Inferior Y		11	22	8mm	3.4	0.4	-	3.00%	-	947.19	-	-	-	-	-	
p)	Malla Superior X		11	13	6mm	1.7	0.3	-	3.00%	294.58	-	-	-	-	-	-	
q)	Malla Superior Y		11	9	6mm	2.5	0.3	-	3.00%	285.52	-	-	-	-	-	-	
r)	Malla Inferior X		11	13	8mm	1.7	0.4	-	3.00%	-	309.31	-	-	-	-	-	
s)	Malla Inferior Y		11	9	8mm	2.5	0.4	-	3.00%	-	295.71	-	-	-	-	-	
t)	Malla Superior X		11	22	6mm	4.7	0.3	-	3.00%	1246.3	-	-	-	-	-	-	
u)	Malla Superior Y		11	23	6mm	4.45	0.3	-	3.00%	1237.8	-	-	-	-	-	-	
v)	Malla Inferior X		11	22	8mm	4.7	0.4	-	3.00%	-	1271.23	-	-	-	-	-	
w)	Malla Inferior Y		11	23	8mm	4.45	0.4	-	3.00%	-	1263.86	-	-	-	-	-	
XII)	Entre eje D-E y eje 6-7									-	-	-	-	-	-	-	
x)	Malla Superior X		11	10	6mm	4.7	0.3	-	3.00%	566.5	-	-	-	-	-	-	
y)	Malla Superior Y		11	23	6mm	2	0.3	-	3.00%	599.36	-	-	-	-	-	-	
z)	Malla Inferior X		11	10	8mm	4.7	0.4	-	3.00%	-	577.83	-	-	-	-	-	
aa)	Malla Inferior Y		11	23	8mm	2	0.4	-	3.00%	-	625.42	-	-	-	-	-	
Longitud total x Ø										12408.05	14058.85	-	-	-	-	-	
Peso (kg/m)										0.22	0.4	-	-	-	-	-	
Peso total(kg)										2729.771	5623.54	-	-	-	-	-	

METRADOS

PROYECTO : TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022
 PRESUPUESTO 2.0 : SISTEMA CON AISLADORES DE BASE: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022
 PROPIETARIO : TESIS: DEYVIS VICTORIO ABAD
 UBICACION : DPTO: HUANUCO PROV: HUANUCO DIST: HUANUCO LOC: MALECON LEONCIO PRADO 951 C.U.
 FECHA PROYECTO : 20/06/2023

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
2.1.1.1.1	EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL 125 - 155HP							4,221.00	m³
I)	EXCAVACION MASIVA								
a)	Volumen total		1.00	610.94	-	-	6.85	4,184.94	
b)	Pit Ascensor		1.00	1.00	4.90	4.60	1.60	36.06	
2.1.2.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP/VOLQ 15 M3 D=5KM							5,065.20	m³
I)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								
a)	Volumen de eliminación		1.20	4,221.00	-	-	-	5,065.20	
2.1.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA SOLADOS E=15CM C:H, 1:12							610.94	m²
I)	SOLADOS								
a)	Area de solado total		1.00	610.94	-	-	-	610.94	
2.1.4.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 PARA PLATEA DE CIMENTACION							557.70	m³
I)	VOLUMEN DE CONCRETO EN PLATEA DE CIMENTACION								
a)	Volumen total		1.00	553.00	-	-	1.00	553.00	
b)	Volumen de Muro vertical en PIT de Ascensor		1.00	1.00	9.40	-	0.50	4.70	
2.1.4.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLATEA DE CIMENTACION							13.65	m²
I)	PIT DE ASCENSOR								
a)	Muro Perimetral en PIT de Ascensor		1.00	1.00	9.10	-	1.50	13.65	
2.1.4.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 PARA COLUMNAS							261.54	m³
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Columnas centrales de 70x70		5.00	9.00	0.70	0.70	3.15	69.46	
b)	Columnas perimetrales de 50x50		5.00	17.00	0.50	0.50	3.15	66.94	
c)	Columna circular R=30 cm		5.00	1.00	-	0.28	3.15	4.41	
II)	CAPITELES Y PEDESTALES								
d)	Capiteles		1.00	28.00	1.40	1.40	1.10	60.37	
e)	Pedestales		1.00	28.00	1.40	1.40	1.10	60.37	
2.1.4.2.2	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS							176.87	m³
I)	PISO 6 - PISO								
a)	Columnas centrales de 70x70		6.00	9.00	0.70	0.70	3.15	83.35	
b)	Columnas perimetrales de 50x50		6.00	17.00	0.50	0.50	3.15	80.33	
c)	Columna circular R=30 cm		6.00	1.00	-	0.28	3.15	5.29	
II)	PISO 12								
d)	Columnas centrales de 70x70		1.00	2.00	0.70	0.70	3.15	3.09	
e)	Columnas perimetrales de 50x50		1.00	5.00	0.50	0.50	3.15	3.94	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
f)	Columna circular R=30 cm		1.00	1.00	-	0.28	3.15	0.88	
2.1.4.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE COLUMNAS								2,187.70 m²
I)	PISO 1 - PISO								
II)	Columnas eje 1								
a)	Lados de columnas del eje 1_Altura total		12.00	4.00	-	0.50	3.15	75.60	
b)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
c)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VS		12.00	2.00	-	0.50	2.55	30.60	
III)	Columnas eje 2								
d)	Lados de columnas del eje 2_Altura total		12.00	2.00	-	0.50	3.15	37.80	
e)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
f)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VS		12.00	4.00	-	0.50	2.55	61.20	
IV)	Columnas eje 4								
g)	Lados de columnas del eje 4_Altura total		11.00	6.00	-	0.50	3.15	103.95	
h)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	
i)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
j)	Columna circular		12.00	1.00	-	1.88	2.55	57.53	
k)	Columna 50x50		1.00	1.00	-	2.00	2.55	5.10	
V)	Columnas eje 5								
m)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
n)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
ñ)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
o)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	7.00	-	0.70	2.45	132.06	
p)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
q)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	8.00	-	0.70	2.55	157.08	
r)	Columna 70x70		1.00	2.00	-	2.80	2.55	14.28	
VI)	Columnas eje 6								
s)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
t)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
u)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
v)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	9.00	-	0.70	2.45	169.79	
w)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
x)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	10.00	-	0.70	2.55	196.35	
VII)	Columnas eje 7								
y)	Lados de columnas del eje 7_Altura total		11.00	8.00	-	0.50	3.15	138.60	
z)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
VIII)	CAPITELES Y PEDESTALES								
aa)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
ab)	Capiteles		1.00	28.00	-	5.60	1.10	172.48	
ac)	Pedestales		1.00	28.00	-	5.60	1.10	172.48	
2.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 PARA PLACAS							43.69 m³	
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Placas en el eje Y		5.00	2.00	2.50	0.30	3.15	23.63	
b)	Placa en el eje X		5.00	1.00	2.50	0.30	3.15	11.81	
II)	PIT DE ASCENS								
c)	Placa en dirección X		1.00	1.00	2.05	-	1.65	3.38	
d)	Placa en dirección Y		1.00	1.00	2.95	-	1.65	4.87	
2.1.4.3.2	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA PLACAS							42.53 m³	
I)	PISO 6 - PISO								
a)	Placas en el eje Y		6.00	2.00	2.50	0.30	3.15	28.35	
b)	Placa en el eje X		6.00	1.00	2.50	0.30	3.15	14.18	
2.1.4.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLACAS							275.88 m²	
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Placas en el eje Y		11.00	2.00	2.50	-	3.15	173.25	
b)	Placa en el eje X		11.00	1.00	2.50	-	3.15	86.63	
II)	PIT DE ASCENS								
c)	Dirección X		2.00	1.00	2.05	-	1.60	6.56	
d)	Dirección Y		2.00	1.00	2.95	-	1.60	9.44	
2.1.4.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA VIGAS							735.45 m³	
I)	PISO 1 - PISO								
II)	VIGAS PRINCIPALES								
III)	Vigas eje 1								
a)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	3.74	0.40	0.70	12.57	
IV)	Vigas eje 2								
b)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	2.90	0.40	0.70	9.74	
V)	Vigas eje 4								
c)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	26.56	0.40	0.70	81.80	
d)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	5.19	0.40	0.70	1.45	
VI)	Vigas eje 5								
e)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	28.77	0.40	0.70	88.61	
f)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	6.39	0.40	0.70	1.79	
VII)	Vigas eje 6								
g)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	31.54	0.40	0.70	97.14	
VIII)	Vigas eje 7								
h)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	32.98	0.40	0.70	101.58	
IX)									
X)	VIGAS SECUNDARIAS								
XI)	Vigas eje A								
i)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.87	0.40	0.60	28.70	
XII)	Vigas eje B								
j)	Viga secundarial 40x60		11.00	1.00	11.29	0.40	0.60	29.81	
XIII)	Vigas eje C								
k)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	12.36	0.40	0.60	32.63	
XIV)	Vigas eje D								

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
c)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	26.56	-	1.40	409.02	
d)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	5.19	-	1.40	7.27	
VI)	Vigas eje 5								
e)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	28.77	-	1.40	443.06	
f)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	6.39	-	1.40	8.95	
VII)	Vigas eje 6								
g)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	31.54	-	1.40	485.72	
VIII)	Vigas eje 7								
h)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	32.98	-	1.60	580.45	
IX)									
X)	VIGAS SECUNDARIAS								
XI)	Vigas eje A								
i)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.87	-	1.40	167.40	
XII)	Vigas eje B								
j)	Viga secundarial 40x60		11.00	1.00	11.29	-	1.20	149.03	
XIII)	Vigas eje C								
k)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	12.36	-	1.20	163.15	
XIV)	Vigas eje D								
m)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.51	-	1.20	138.73	
XV)	Vigas eje E								
n)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	22.89	-	1.20	302.15	
ñ)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	14.17	-	1.20	17.00	
XVI)	Vigas eje F								
o)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	23.00	-	1.20	303.60	
p)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	15.34	-	1.20	18.41	
XVII)									
XVIII)	VIGAS DE AISLAMIENTO								
XIX)	VIGAS PRINCIPALES								
q)	Viga 50x100 eje 1		2.00	1.00	2.05	0.50	1.00	2.05	
r)	Viga 50x100 eje 2		2.00	1.00	2.67	0.50	1.00	2.67	
s)	Viga 50x100 eje 4		2.00	1.00	21.85	0.50	1.00	21.85	
t)	Viga 50x100 eje 5		2.00	1.00	28.65	0.50	1.00	28.65	
u)	Viga 50x100 eje 6		2.00	1.00	27.92	0.50	1.00	27.92	
v)	Viga 50x100 eje 7		2.00	1.00	28.40	0.50	1.00	28.40	
XX)	VIGAS SECUNDARIAS								
w)	Viga 50x100 eje A		2.00	1.00	8.18	0.50	1.00	8.18	
x)	Viga 50x100 eje B		2.00	1.00	8.95	0.50	1.00	8.95	
y)	Viga 50x100 eje C		2.00	1.00	10.07	0.50	1.00	10.07	
z)	Viga 50x100 eje D		2.00	1.00	11.56	0.50	1.00	11.56	
aa)	Viga 50x100 eje E		2.00	1.00	18.48	0.50	1.00	18.48	
ab)	Viga 50x100 eje F		2.00	1.00	18.51	0.50	1.00	18.51	
2.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS ALIGERADAS							291.20	m³
l)	PISO 1 - PISO								

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	0.10	10.64	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	0.10	21.55	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	0.10	11.68	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	0.10	10.68	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	0.10	34.60	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	0.10	10.37	
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	0.10	16.28	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	0.10	15.29	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	0.10	16.82	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	0.10	23.02	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	0.10	40.73	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	0.10	41.52	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	0.10	29.17	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	0.10	8.84	
2.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS							2,911.98	m²
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	-	106.37	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	-	215.49	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	-	116.82	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	-	106.81	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	-	345.95	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	-	103.73	
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	-	162.80	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	-	152.90	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	-	168.19	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	-	230.23	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	-	407.33	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	-	415.20	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	-	291.72	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	-	88.44	
2.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS							326.74	m³

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	0.20	7.77	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	0.20	10.05	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	0.20	98.19	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	0.20	15.75	
e)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		11.00	34.25	-	-	0.20	75.35	
f)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		11.00	5.61	-	-	0.20	12.34	
II)	LOSA DE AISLAMIENTO								
g)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		1.00	9.65	-	-	0.25	2.41	
h)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		1.00	18.64	-	-	0.25	4.66	
i)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		1.00	8.71	-	-	0.25	2.18	
j)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		1.00	19.34	-	-	0.25	4.84	
k)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		1.00	30.54	-	-	0.25	7.64	
m)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		1.00	18.26	-	-	0.25	4.57	
n)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		1.00	29.19	-	-	0.25	7.30	
ñ)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		1.00	43.95	-	-	0.25	10.99	
o)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		1.00	29.76	-	-	0.25	7.44	
p)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		1.00	27.38	-	-	0.25	6.85	
q)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		1.00	41.15	-	-	0.25	10.29	
r)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		1.00	30.99	-	-	0.25	7.75	
s)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		1.00	8.30	-	-	0.25	2.08	
t)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		1.00	23.40	-	-	0.25	5.85	
u)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		1.00	33.83	-	-	0.25	8.46	
v)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		1.00	36.12	-	-	0.25	9.03	
w)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		1.00	19.96	-	-	0.25	4.99	
2.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS								1,526.42 m²
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	-	38.83	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	-	50.27	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	-	490.93	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	-	78.76	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
ar)	V44		2	1	3/4"	32.32	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	78.02	-
as)	V45		2	1	3/4"	32.03	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	77.39	-
at)	V46		2	1	3/4"	31.75	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	76.79	-
au)	V47		2	1	3/4"	31.47	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	76.18	-
av)	V48		2	1	3/4"	23.64	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	57.65	-
aw)	V49		2	1	3/4"	14.64	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.59	-
ax)	V50		2	1	3/4"	7.37	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	19.27	-
ay)	V51		2	1	3/4"	7.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.84	-
az)	V52		2	1	3/4"	6.96	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.38	-
ba)	V53		2	1	3/4"	6.76	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.95	-
bb)	V54		2	1	3/4"	6.55	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.5	-
bc)	V55		2	1	3/4"	6.35	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.06	-
bd)	V56		2	1	3/4"	6.14	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.61	-
be)	V57		2	1	3/4"	5.98	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.26	-
bf)	V58		2	1	3/4"	5.88	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.05	-
bg)	V59		2	1	3/4"	5.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.88	-
bh)	V60		2	1	3/4"	5.73	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.72	-
bi)	V61		2	1	3/4"	5.65	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.55	-
bj)	V62		2	1	3/4"	5.57	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.38	-
bk)	V63		2	1	3/4"	5.49	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.21	-
bm)	V64		2	1	3/4"	5.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.03	-
bn)	V65		2	1	3/4"	5.34	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.88	-
bñ)	V66		2	1	3/4"	5.26	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.71	-
bo)	V67		2	1	3/4"	5.18	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.54	-
bp)	V68		2	1	3/4"	5.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.36	-
bq)	V69		2	1	3/4"	5.03	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.21	-
br)	V70		2	1	3/4"	4.95	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-
bs)	V71		2	1	3/4"	4.87	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.87	-
bt)	V72		2	1	3/4"	4.79	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.69	-
bu)	V73		2	1	3/4"	4.72	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.54	-
bv)	V74		2	1	3/4"	4.64	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.37	-
bw)	V75		2	1	3/4"	4.56	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.2	-
bx)	V76		2	1	3/4"	4.48	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.02	-
by)	V77		2	1	3/4"	4.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.87	-
bz)	V78		2	1	3/4"	4.33	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.7	-
ca)	V79		2	1	3/4"	4.25	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.53	-
cb)	V80		2	1	3/4"	4.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.36	-
cc)	V81		2	1	3/4"	4.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.2	-
cd)	V82		2	1	3/4"	4.02	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.03	-
II)	MALLA EN LA DIRECCION Y									-	-	-	-	-	-	-
ce)	V1		2	1	3/4"	2.9	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.61	-
cf)	V2		2	1	3/4"	5.62	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.49	-
cg)	V3		2	1	3/4"	8.33	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	22.96	-
ch)	V4		2	1	3/4"	11.04	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	28.81	-
ci)	V5		2	1	3/4"	13.06	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.18	-
cj)	V6		2	1	3/4"	13.12	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.31	-
ck)	V7		2	1	3/4"	13.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.44	-
cm)	V8		2	1	3/4"	13.23	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.54	-
cn)	V9		2	1	3/4"	13.29	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.67	-
cñ)	V10		2	1	3/4"	13.34	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.78	-
co)	V11		2	1	3/4"	13.4	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.91	-
cp)	V12		2	1	3/4"	13.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.04	-
cq)	V13		2	1	3/4"	13.51	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.15	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
cr)	V14		2	1	3/4"	13.57	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.28	-
cs)	V15		2	1	3/4"	13.62	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.39	-
ct)	V16		2	1	3/4"	13.68	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.52	-
cu)	V17		2	1	3/4"	13.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.65	-
cv)	V18		2	1	3/4"	13.79	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.75	-
cw)	V19		2	1	3/4"	13.85	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.88	-
cx)	V20		2	1	3/4"	13.9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.99	-
cy)	V21		2	1	3/4"	13.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.12	-
cz)	V22		2	1	3/4"	14.02	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.25	-
da)	V23		2	1	3/4"	14.07	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.36	-
db)	V24		2	1	3/4"	14.13	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.49	-
dc)	V25		2	1	3/4"	14.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.6	-
dd)	V26		2	1	3/4"	14.24	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.73	-
de)	V27		2	1	3/4"	14.3	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.86	-
df)	V28		2	1	3/4"	14.35	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.96	-
dg)	V29		2	1	3/4"	14.41	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.09	-
dh)	V30		2	1	3/4"	14.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.2	-
dj)	V31		2	1	3/4"	14.52	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.33	-
dj)	V32		2	1	3/4"	14.58	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.46	-
dk)	V33		2	1	3/4"	14.63	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.57	-
dm)	V34		2	1	3/4"	14.69	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.7	-
dn)	V35		2	1	3/4"	14.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.81	-
dñ)	V36		94	1	3/4"	14.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1752.24	-
do)	V37		16	1	3/4"	25.05	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	485.57	-
dp)	V38		2	1	3/4"	9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	24.41	-
dq)	V39		2	1	3/4"	7	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.47	-
dr)	V40		2	1	3/4"	5	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.15	-
ds)	V41		2	1	3/4"	3	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.83	-
dt)	V42		20	1	3/4"	21.69	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	534.38	-
du)	V43		36	1	3/4"	13.26	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	604.97	-
III)	BASTONES INFERIORES EN LA DIRECCION X									-	-	-	-	-	-	-
dv)	B1		15	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.68	-
dw)	B2		20	1	3/4"	1.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	34.56	-
dx)	B3		20	1	3/4"	2.5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	54	-
dy)	B4		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-
dz)	B5		15	1	5/8"	3	-	-	7.00%	-	-	-	48.15	-	-	-
ea)	B6		10	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
eb)	B7		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-
ec)	B8		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-
ed)	B9		10	1	3/4"	0.9	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	9.72	-
ee)	B10		10	1	3/4"	1.1	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	11.88	-
ef)	B11		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-
eg)	B12		17	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.7	-
IV)	BASTONES SUPERIORES EN LA DIRECCION X									-	-	-	-	-	-	-
eh)	B1		20	1	3/4"	3	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-
ej)	B2		30	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-
ej)	B3		32	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	138.24	-
ek)	B4		8	1	5/8"	4	-	-	7.00%	-	-	-	34.24	-	-	-
em)	B5		70	1	3/4"	5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	378	-
en)	B6		19	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	41.04	-
eñ)	B7		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
eo)	B8		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-
ep)	B9		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø							Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
eq)	B10		6	1	3/4"	3.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	23.33	-	
V)	BASTONES INFERIORES EN LA DIRECCION Y																
er)	B1		50	1	5/8"	1.2	-	-	7.00%	-	-	-	-	64.2	-	-	
es)	B2		2	1	5/8"	2.7	-	-	7.00%	-	-	-	-	5.78	-	-	
VI)	BASTONES SUPERIORES EN LA DIRECCION Y																
et)	B1		9	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.27	-	
eu)	B2		7	1	3/4"	7	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	52.92	-	
ev)	B3		18	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	77.76	-	
ew)	B4		5	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	10.8	-	
ex)	B5		8	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.46	-	
ey)	B6		8	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.46	-	
ez)	B7		5	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-	
fa)	B8		10	1	3/4"	5.5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	59.4	-	
fb)	B9		5	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-	
fc)	B10		7	1	3/4"	7	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	52.92	-	
VII)	MURO DE PIT DE ASCENSOR																
fd)	Verticales		112	1	3/4"	1.5	0.4	-	8.00%	-	-	-	-	-	229.82	-	
fe)	Horizontales		32	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%	-	-	-	-	-	114.05	-	
VIII)	LOSA DE FONDO DE PIT																
ff)	2 Mallas en Ambos sentidos		42	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%	-	-	-	-	-	149.69	-	
										Longitud total x Ø							-
										Peso (kg/m)							-
										Peso total(kg)							-
																	152.37
																	10999.46
																	1.6
																	2.26
																	243.792
																	24858.78

2.1.4.2.4 ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA COLUMNAS																	84859.94
I)	PISO 1 - PISO 11																
II)	Varillas longitudinales																
a)	Columnas 70x70		4	9	1"	34.65	0.45	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1595.88	
b)	Columnas 70x70		12	9	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	4438.15		
c)	Columnas 50x50		12	17	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	8383.18		
d)	Columna Circular R=30cm		12	1	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	493.13		
III)	Estribos																
e)	Estribo de C70x70		99	22	3/8"	7.3	-	-	3.00%	-	-	16376.38	-	-	-		
f)	Estribo de C50x50		187	22	3/8"	4.2	-	-	3.00%	-	-	17797.16	-	-	-		
g)	Estribo de C-R=30cm		11	22	3/8"	1.88	-	-	3.00%	-	-	468.61	-	-	-		
IV)																	
V)	PISO 12																
VI)	Varillas longitudinales																
h)	Columnas 70x70		4	2	1"	3.15	-	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	39.16	
i)	Columnas 70x70		12	2	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	101.09		
j)	Columnas 50x50		12	5	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	252.72		
k)	Columna Circular R=30cm		12	1	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	50.54		
VII)	Estribos																
m)	Estribo de C70x70		2	22	3/8"	7.3	-	-	3.00%	-	-	330.84	-	-	-		
n)	Estribo de C50x50		5	22	3/8"	4.2	-	-	3.00%	-	-	475.86	-	-	-		
ñ)	Estribo de C-R=30cm		1	22	3/8"	1.88	-	-	3.00%	-	-	42.6	-	-	-		
VIII)	CAPITELES Y PEDESTALES																
o)	Longitudinales Capiteles		40	28	1"	1.1	0.9	-	10.00%	-	-	-	-	-	-	2464	
p)	Estribos en Capiteles		11	28	3/8"	5.28	0.4	-	3.00%	-	-	1801.92	-	-	-		
q)	Pedestales		40	28	1"	2.1	0.9	-	10.00%	-	-	-	-	-	-	3696	
r)	Estribos en Pedestales		11	28	3/8"	5.28	0.4	-	3.00%	-	-	1801.92	-	-	-		
										Longitud total x Ø							-
										Peso (kg/m)							-
																	39095.29
																	13718.81
																	0.58
																	2.26
																	4

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)		
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"	
2.1.4.3.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA PLACAS									Peso total(kg)	-	-	22675.268	-	-	31004.511	31180.16	12304.65
I)	PISO 1 - PISO 11																	
II)	Varillas longitudinales																	
a)	Varillas de los nucleos		40	1	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%							1643.76		
b)	Varillas vericales de la malla		50	1	3/8"	34.65	0.2	1.8	3.00%			1887.48						
c)	Varillas horizontales de la malla		108	11	1/2"	2.6	0.5	0.5	5.00%				4490.64					
III)	Estribos																	
d)	Estribos en nucleos extremos		22	18	3/8"	2.2	-	-	3.00%			897.34						
e)	Estribos en vertice L		22	18	3/8"	4.4	-	-	3.00%			1794.67						
IV)	PIT DE ASCENSOR																	
f)	Horizontales X		20	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%							71.28		
g)	Horizontales Y		20	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%							71.28		
h)	Verticales X		64	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%							228.1		
i)	Verticales Y		64	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%							228.1		
										Longitud total x Ø	-	-	4579.49	4490.64		2242.52		
										Peso (kg/m)	-	-	0.58	1.02		2.26		
										Peso total(kg)	-	-	2656.104	4580.453		5068.095		
2.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA VIGAS																	103955.06
I)	VIGAS PRINCIPALES 40x70																	
II)	PISO 1 - PISO 10																	
III)	Varillas longitudinales																	
a)	Eje 1, entre E-F		10	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%							346.68		
b)	Eje 2, entre E-F		10	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%							529.63		
c)	Eje 4, entre A-F		10	3	1"	29.5	0.9	5.2	10.00%								1174.8	
d)	Eje 4, entre A-F		10	4	3/4"	29.5	0.8	3	8.00%							1438.56		
e)	Eje 5, entre A-F		10	7	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%								3153.15	
f)	Eje 6, entre A-F		10	7	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%								3304.84	
g)	Eje 7, entre A-F		10	3	1"	35.95	0.9	6.5	10.00%								1430.55	
h)	Eje 7, entre A-F		10	4	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%							1749.6		
IV)	Estribos																	
i)	Eje 1, entre E-F		10	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			595.34						
j)	Eje 2, entre E-F		10	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			654.87						
k)	Eje 4, entre A-F		10	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			4078.08						
m)	Eje 5, entre A-F		10	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			4286.45						
n)	Eje 6, entre A-F		10	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			4584.12						
ñ)	Eje 7, entre A-F		10	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			4792.49						
V)	PISO 1 1- PISO 12																	
VI)	Varillas longitudinales																	
o)	Eje 1, entre E-F		2	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%							69.34		
p)	Eje 2, entre E-F		2	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%							105.93		
q)	Eje 4, entre E-F		2	3	1"	5.92	0.9	1.3	10.00%								53.59	
r)	Eje 4, entre E-F		2	4	3/4"	5.92	0.8	0.75	8.00%							64.54		
s)	Eje 4, entre A-F		2	6	3/4"	23.58	0.8	2.25	8.00%							345.12		
t)	Eje 5, entre A-F		1	6	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%								270.27	
u)	Eje 5, entre E-F		1	6	1"	7.79	0.9	1.3	10.00%								65.93	
v)	Eje 6, entre A-F		1	6	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%								283.27	
w)	Eje 7, entre A-F		1	7	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%							306.18		
VII)	Estribos																	
x)	Eje 1, entre E-F		2	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			119.07						
y)	Eje 2, entre E-F		2	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			130.97						
z)	Eje 4, entre A-F		1	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%			407.81						

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)	
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"
aa)	Eje 4, entre E-F		1	27	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	80.37	-	-	-	-	
ab)	Eje 5, entre A-F		1	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	428.64	-	-	-	-	
ac)	Eje 5, entre E-F		1	31	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	92.28	-	-	-	-	
ad)	Eje 6, entre A-F		1	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	458.41	-	-	-	-	
ae)	Eje 7, entre A-F		1	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	479.25	-	-	-	-	
VIII)										-	-	-	-	-	-	-	
IX)	VIGAS SECUNDARIAS 40x60									-	-	-	-	-	-	-	
X)	PISO 1 - PISO 10									-	-	-	-	-	-	-	
XI)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
af)	Eje A, entre 4-7		10	6	3/4"	12.91	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	985.61	-	
ag)	Eje B, entre 4-7		10	6	3/4"	13.65	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1033.56	-	
ah)	Eje C, entre 4-7		10	6	3/4"	14.77	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1106.14	-	
ai)	Eje D, entre 4-7		10	6	3/4"	14.86	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1111.97	-	
aj)	Eje E, entre 1-7		10	3	1"	26.13	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1063.59	
ak)	Eje E, entre 1-7		10	3	3/4"	26.13	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	945.43	-	
am)	Eje F, entre 1-7		10	6	3/4"	26.45	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	1960.2	-	
XII)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-	
an)	Eje A, entre 4-7		10	63	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1732.56	-	-	-	-	
añ)	Eje B, entre 4-7		10	67	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1842.57	-	-	-	-	
ao)	Eje C, entre 4-7		10	72	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1980.07	-	-	-	-	
ap)	Eje D, entre 4-7		10	65	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1787.57	-	-	-	-	
aq)	Eje E, entre 1-7		10	124	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	3410.12	-	-	-	-	
ar)	Eje F, entre 1-7		10	122	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	3355.12	-	-	-	-	
XIII)										-	-	-	-	-	-	-	
XIV)	PISO 1 1- PISO 12									-	-	-	-	-	-	-	
XV)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
as)	Eje A, entre 4-7		1	6	3/4"	12.91	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	98.56	-	
at)	Eje B, entre 4-7		1	6	3/4"	13.65	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	103.36	-	
au)	Eje C, entre 4-7		1	6	3/4"	14.77	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	110.61	-	
av)	Eje D, entre 4-7		1	6	3/4"	14.86	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	111.2	-	
aw)	Eje E, entre 1-7		1	3	1"	26.13	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	106.36	
ax)	Eje E, entre 1-7		1	3	3/4"	26.13	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	94.54	-	
ay)	Eje E, entre 1-7		1	3	1"	15.51	0.9	2.6	10.00%	-	-	-	-	-	-	62.73	
az)	Eje E, entre 1-7		1	3	3/4"	15.51	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	57.7	-	
ba)	Eje F, entre 1-7		1	6	3/4"	26.45	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	196.02	-	
bb)	Eje F, entre 1-7		1	6	3/4"	16.93	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	124.61	-	
XVI)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-	
bc)	Eje A, entre 4-7		1	63	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	173.26	-	-	-	-	
bd)	Eje B, entre 4-7		1	67	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	184.26	-	-	-	-	
be)	Eje C, entre 4-7		1	72	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	198.01	-	-	-	-	
bf)	Eje D, entre 4-7		1	65	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	178.76	-	-	-	-	
bg)	Eje E, entre 1-7		1	124	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	341.01	-	-	-	-	
bh)	Eje E, entre 1-7		1	75	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	206.26	-	-	-	-	
bi)	Eje F, entre 1-7		1	122	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	335.51	-	-	-	-	
bj)	Eje F, entre 1-7		1	78	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	214.51	-	-	-	-	
XVII)										-	-	-	-	-	-	-	
XVIII)	VIGAS DE AISLAMIENTO									-	-	-	-	-	-	-	
XIX)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-	
bk)	Eje 1		8	1	3/4"	3.8	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	39.31	-	
bm)	Eje 2		8	1	3/4"	4.58	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	46.05	-	
bn)	Eje 4		8	1	3/4"	23.58	-	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	223.17	-	
bñ)	Eje 5		7	1	1"	34.85	-	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	308.39	
bo)	Eje 6		7	1	1"	35.52	-	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	313.54	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)	
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"
y)	Malla Superior Y		11	23	6mm	2	0.3	-	3.00%	599.36	-	-	-	-	-	-	-
z)	Malla Inferior X		11	10	8mm	4.7	0.4	-	3.00%	-	577.83	-	-	-	-	-	-
aa)	Malla Inferior Y		11	23	8mm	2	0.4	-	3.00%	-	625.42	-	-	-	-	-	-
XIII)	LOSA DE AISLAMIENTO																
ab)	Losa entre ejes A-B y 4-5 Acero Superior X		16	1	8mm	3.35	0.4	0.4	3.00%	-	68.39	-	-	-	-	-	-
ac)	Losa entre ejes A-B y 4-5 Acero Inferior X		16	1	3/8"	3.35	0.4	0.45	3.00%	-	-	69.22	-	-	-	-	-
ad)	Losa entre ejes A-B y 4-5 Acero Superior Y		14	1	8mm	3.9	0.4	0.4	3.00%	-	67.77	-	-	-	-	-	-
ae)	Losa entre ejes A-B y 4-5 Acero Inferior Y		14	1	3/8"	3.9	0.4	0.45	3.00%	-	-	68.5	-	-	-	-	-
af)	Losa entre ejes A-B y 5-6 Acero Superior X		25	1	8mm	3.9	0.4	0.4	3.00%	-	121.03	-	-	-	-	-	-
ag)	Losa entre ejes A-B y 5-6 Acero Inferior X		25	1	3/8"	3.9	0.4	0.45	3.00%	-	-	122.31	-	-	-	-	-
ah)	Losa entre ejes A-B y 5-6 Acero Superior Y		15	1	8mm	5.8	0.4	0.4	3.00%	-	101.97	-	-	-	-	-	-
ai)	Losa entre ejes A-B y 5-6 Acero Inferior Y		15	1	3/8"	5.8	0.4	0.45	3.00%	-	-	102.74	-	-	-	-	-
aj)	Entre A-B y 6-7 Acero Superior X		11	1	8mm	4.4	0.4	0.4	3.00%	-	58.92	-	-	-	-	-	-
ak)	Entre A-B y 6-7 Acero Inferior X		11	1	3/8"	4.4	0.4	0.45	3.00%	-	-	59.48	-	-	-	-	-
am)	Entre A-B y 6-7 Acero Superior Y		16	1	8mm	2.8	0.4	0.4	3.00%	-	59.33	-	-	-	-	-	-
an)	Entre A-B y 6-7 Acero Inferior Y		16	1	3/8"	2.8	0.4	0.45	3.00%	-	-	60.15	-	-	-	-	-
añ)	Entre B-C y 4-5 Acero Superior X		15	1	8mm	6	0.4	0.4	3.00%	-	105.06	-	-	-	-	-	-
ao)	Entre B-C y 4-5 Acero Inferior X		15	1	3/8"	6	0.4	0.45	3.00%	-	-	105.83	-	-	-	-	-
ap)	Entre B-C y 4-5 Acero Superior Y		24	1	8mm	3.9	0.4	0.4	3.00%	-	116.18	-	-	-	-	-	-
aq)	Entre B-C y 4-5 Acero Inferior Y		24	1	3/8"	3.9	0.4	0.45	3.00%	-	-	117.42	-	-	-	-	-
ar)	Entre B-C y 5-6 Acero Superior X		23	1	8mm	6	0.4	0.4	3.00%	-	161.09	-	-	-	-	-	-
as)	Entre B-C y 5-6 Acero Inferior X		23	1	3/8"	6	0.4	0.45	3.00%	-	-	162.28	-	-	-	-	-
at)	Entre B-C y 5-6 Acero Superior Y		24	1	8mm	5.85	0.4	0.4	3.00%	-	164.39	-	-	-	-	-	-
au)	Entre B-C y 5-6 Acero Inferior Y		24	1	3/8"	5.85	0.4	0.45	3.00%	-	-	165.62	-	-	-	-	-
av)	B-C y 6-7 Acero Superior X		15	1	8mm	6	0.4	0.4	3.00%	-	105.06	-	-	-	-	-	-
aw)	B-C y 6-7 Acero Inferior X		15	1	3/8"	6	0.4	0.45	3.00%	-	-	105.83	-	-	-	-	-
ax)	B-C y 6-7 Acero Superior Y		24	1	8mm	3.75	0.4	0.4	3.00%	-	112.48	-	-	-	-	-	-
ay)	B-C y 6-7 Acero Inferior Y		24	1	3/8"	3.75	0.4	0.45	3.00%	-	-	113.71	-	-	-	-	-
az)	C-D y 4-5 Acero Superior X		16	1	8mm	8.4	0.4	0.4	3.00%	-	151.62	-	-	-	-	-	-
ba)	C-D y 4-5 Acero Inferior X		16	1	3/8"	8.4	0.4	0.45	3.00%	-	-	152.44	-	-	-	-	-
bb)	C-D y 4-5 Acero Superior Y		34	1	8mm	4	0.4	0.4	3.00%	-	168.1	-	-	-	-	-	-
bc)	C-D y 4-5 Acero Inferior Y		34	1	3/8"	4	0.4	0.45	3.00%	-	-	169.85	-	-	-	-	-
bd)	C-D y 5-6 Acero Superior X		25	1	8mm	8.4	0.4	0.4	3.00%	-	236.9	-	-	-	-	-	-
be)	C-D y 5-6 Acero Inferior X		25	1	3/8"	8.4	0.4	0.45	3.00%	-	-	238.19	-	-	-	-	-
bf)	C-D y 5-6 Acero Superior Y		34	1	8mm	5.85	0.4	0.4	3.00%	-	232.88	-	-	-	-	-	-
bg)	C-D y 5-6 Acero Inferior Y		34	1	3/8"	5.85	0.4	0.45	3.00%	-	-	234.63	-	-	-	-	-
bh)	C-D y 6-7 Acero Superior X		18	1	8mm	8.4	0.4	0.4	3.00%	-	170.57	-	-	-	-	-	-
bi)	C-D y 6-7 Acero Inferior X		18	1	3/8"	8.4	0.4	0.45	3.00%	-	-	171.5	-	-	-	-	-
bj)	C-D y 6-7 Acero Superior Y		34	1	8mm	4.17	0.4	0.4	3.00%	-	174.05	-	-	-	-	-	-
bk)	C-D y 6-7 Acero Inferior Y		34	1	3/8"	4.17	0.4	0.45	3.00%	-	-	175.8	-	-	-	-	-
bm)	D-E y 4-5 Acero Superior X		18	1	8mm	7.5	0.4	0.4	3.00%	-	153.88	-	-	-	-	-	-
bn)	D-E y 4-5 Acero Inferior X		18	1	3/8"	7.5	0.4	0.45	3.00%	-	-	154.81	-	-	-	-	-
bñ)	D-E y 4-5 Acero Superior Y		30	1	8mm	4.35	0.4	0.4	3.00%	-	159.14	-	-	-	-	-	-
bo)	D-E y 4-5 Acero Inferior Y		30	1	3/8"	4.35	0.4	0.45	3.00%	-	-	160.68	-	-	-	-	-
bp)	D-E y 5-6 Acero Superior X		20	1	8mm	8.97	0.4	0.8	3.00%	-	209.5	-	-	-	-	-	-
bq)	D-E y 5-6 Acero Inferior X		20	1	3/8"	8.97	0.4	0.9	3.00%	-	-	211.56	-	-	-	-	-
br)	D-E y 5-6 Acero Superior Y		32	1	8mm	5.85	0.4	0.4	3.00%	-	219.18	-	-	-	-	-	-
bs)	D-E y 5-6 Acero Inferior Y		32	1	3/8"	5.85	0.4	0.45	3.00%	-	-	220.83	-	-	-	-	-
bt)	D-E y 6-7 Acero Superior X		16	1	8mm	9	0.4	0.8	3.00%	-	168.1	-	-	-	-	-	-
bu)	D-E y 6-7 Acero Inferior X		16	1	3/8"	9	0.4	0.9	3.00%	-	-	169.74	-	-	-	-	-
bv)	D-E y 6-7 Acero Superior Y		36	1	8mm	4	0.4	0.4	3.00%	-	177.98	-	-	-	-	-	-
bw)	D-E y 6-7 Acero Inferior Y		36	1	3/8"	4	0.4	0.45	3.00%	-	-	179.84	-	-	-	-	-
bx)	E-F y 1-2 Acero Superior X		12	1	8mm	3.73	0.4	0.4	3.00%	-	55.99	-	-	-	-	-	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
by)	E-F y 1-2 Acero Inferior X		12	1	3/8"	3.73	0.4	0.45	3.00%	-	-	56.61	-	-	-	-
bz)	E-F y 1-2 Acero Superior Y		14	1	8mm	3.14	0.4	0.4	3.00%	-	56.81	-	-	-	-	-
ca)	E-F y 1-2 Acero Inferior Y		14	1	3/8"	3.14	0.4	0.45	3.00%	-	-	57.54	-	-	-	-
cb)	E-F y 2-4 Acero Superior X		22	1	8mm	4.9	0.4	0.4	3.00%	-	129.16	-	-	-	-	-
cc)	E-F y 2-4 Acero Inferior X		22	1	3/8"	4.9	0.4	0.45	3.00%	-	-	130.3	-	-	-	-
cd)	E-F y 2-4 Acero Superior Y		20	1	8mm	5.7	0.4	0.4	3.00%	-	133.9	-	-	-	-	-
ce)	E-F y 2-4 Acero Inferior Y		20	1	3/8"	5.7	0.4	0.45	3.00%	-	-	134.93	-	-	-	-
cf)	E-F y 4-5 Acero Superior X		25	1	8mm	5.65	0.4	0.4	3.00%	-	166.09	-	-	-	-	-
cg)	E-F y 4-5 Acero Inferior X		25	1	3/8"	5.65	0.4	0.45	3.00%	-	-	167.38	-	-	-	-
ch)	E-F y 4-5 Acero Superior Y		24	1	8mm	6.85	0.4	0.4	3.00%	-	189.11	-	-	-	-	-
ci)	E-F y 4-5 Acero Inferior Y		24	1	3/8"	6.85	0.4	0.45	3.00%	-	-	190.34	-	-	-	-
cj)	E-F y 5-6 Acero Superior X		25	1	8mm	7	0.4	0.4	3.00%	-	200.85	-	-	-	-	-
ck)	E-F y 5-6 Acero Inferior X		25	1	3/8"	7	0.4	0.45	3.00%	-	-	202.14	-	-	-	-
cm)	E-F y 5-6 Acero Superior Y		28	1	8mm	5.85	0.4	0.4	3.00%	-	191.79	-	-	-	-	-
cn)	E-F y 5-6 Acero Inferior Y		28	1	3/8"	5.85	0.4	0.45	3.00%	-	-	193.23	-	-	-	-
cñ)	E-F y 6-7 Acero Superior X		12	1	8mm	7	0.4	0.4	3.00%	-	96.41	-	-	-	-	-
co)	E-F y 6-7 Acero Inferior X		12	1	3/8"	7	0.4	0.45	3.00%	-	-	97.03	-	-	-	-
cp)	E-F y 6-7 Acero Superior Y		28	1	8mm	3.5	0.4	0.4	3.00%	-	124.01	-	-	-	-	-
cq)	E-F y 6-7 Acero Inferior Y		28	1	3/8"	3.5	0.4	0.45	3.00%	-	-	125.45	-	-	-	-
Longitud total x Ø										12408.05	18866.54	4847.91	-	-	-	-
Peso (kg/m)										0.22	0.4	0.58	-	-	-	-
Peso total(kg)										2729.771	7546.616	2811.788	-	-	-	-

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
a)	Lados de columnas del eje 1_Altura total		12.00	4.00	-	0.50	3.15	75.60	
b)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
c)	Lados de columnas en eje 1_Fondo VS		12.00	2.00	-	0.50	2.55	30.60	
III)	Columnas eje 2								
d)	Lados de columnas del eje 2_Altura total		12.00	2.00	-	0.50	3.15	37.80	
e)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VP		12.00	2.00	-	0.50	2.45	29.40	
f)	Lados de columnas en eje 2_Fondo VS		12.00	4.00	-	0.50	2.55	61.20	
IV)	Columnas eje 4								
g)	Lados de columnas del eje 4_Altura total		11.00	6.00	-	0.50	3.15	103.95	
h)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	
i)	Lados de columnas en eje 4_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
j)	Columna circular		12.00	1.00	-	1.88	2.55	57.53	
k)	Columna 50x50		1.00	1.00	-	2.00	2.55	5.10	
V)	Columnas eje 5								
m)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
n)	Lados de columnas del eje 5_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
ñ)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
o)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VP		11.00	7.00	-	0.70	2.45	132.06	
p)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
q)	Lados de columnas en eje 5_Fondo VS		11.00	8.00	-	0.70	2.55	157.08	
r)	Columna 70x70		1.00	2.00	-	2.80	2.55	14.28	
VI)	Columnas eje 6								
s)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.50	3.15	17.33	
t)	Lados de columnas del eje 6_Altura total		11.00	1.00	-	0.70	3.15	24.26	
u)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	1.00	-	0.50	2.45	13.48	
v)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VP		11.00	9.00	-	0.70	2.45	169.79	
w)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	2.00	-	0.50	2.55	28.05	
x)	Lados de columnas en eje 6_Fondo VS		11.00	10.00	-	0.70	2.55	196.35	
VII)	Columnas eje 7								
y)	Lados de columnas del eje 7_Altura total		11.00	8.00	-	0.50	3.15	138.60	
z)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VP		11.00	10.00	-	0.50	2.45	134.75	
aa)	Lados de columnas en eje 7_Fondo VS		11.00	6.00	-	0.50	2.55	84.15	
1.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 PARA PLACAS								35.44 m³
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Placas en el eje Y		5.00	2.00	2.50	0.30	3.15	23.63	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
II)	VIGAS PRINCIPALES								
III)	Vigas eje 1								
a)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	3.74	-	1.60	71.81	
IV)	Vigas eje 2								
b)	Viga principal 40x70		12.00	1.00	2.90	-	1.40	48.72	
V)	Vigas eje 4								
c)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	26.56	-	1.40	409.02	
d)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	5.19	-	1.40	7.27	
VI)	Vigas eje 5								
e)	Viga principal 40x70_Piso1-11		11.00	1.00	28.77	-	1.40	443.06	
f)	Viga principal 40x70_Piso 12		1.00	1.00	6.39	-	1.40	8.95	
VII)	Vigas eje 6								
g)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	31.54	-	1.40	485.72	
VIII)	Vigas eje 7								
h)	Viga principal 40x70		11.00	1.00	32.98	-	1.60	580.45	
IX)									
X)	VIGAS SECUNDARIAS								
XI)	Vigas eje A								
i)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.87	-	1.40	167.40	
XII)	Vigas eje B								
j)	Viga secundarial 40x60		11.00	1.00	11.29	-	1.20	149.03	
XIII)	Vigas eje C								
k)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	12.36	-	1.20	163.15	
XIV)	Vigas eje D								
m)	Viga secundaria 40x60		11.00	1.00	10.51	-	1.20	138.73	
XV)	Vigas eje E								
n)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	22.89	-	1.20	302.15	
ñ)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	14.17	-	1.20	17.00	
XVI)	Vigas eje F								
o)	Viga secundaria 40x60_Piso 1-11		11.00	1.00	23.00	-	1.20	303.60	
p)	Viga secundaria 40x60_Piso 12		1.00	1.00	15.34	-	1.20	18.41	
1.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS ALIGERADAS							291.20 m³	
I)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	0.10	10.64	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	0.10	21.55	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	0.10	11.68	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	0.10	10.68	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	0.10	34.60	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	0.10	10.37	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	0.10	16.28	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	0.10	15.29	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	0.10	16.82	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	0.10	23.02	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	0.10	40.73	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	0.10	41.52	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	0.10	29.17	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	0.10	8.84	
1.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS							2,911.98	m ²
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje A-B y eje 6-7		11.00	9.67	-	-	-	106.37	
b)	Losa entre eje A-B y eje 5-6		11.00	19.59	-	-	-	215.49	
c)	Losa entre eje A-B y eje 4-5		11.00	10.62	-	-	-	116.82	
d)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	9.71	-	-	-	106.81	
e)	Losa entre eje B-C y eje 5-6		11.00	31.45	-	-	-	345.95	
f)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	9.43	-	-	-	103.73	
g)	Losa entre eje C-D y eje 6-7		11.00	14.80	-	-	-	162.80	
h)	Losa entre eje C-D y eje 4-5		11.00	13.90	-	-	-	152.90	
i)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	15.29	-	-	-	168.19	
j)	Losa entre eje E-F y eje 6-7		11.00	20.93	-	-	-	230.23	
k)	Losa entre eje E-F y eje 5-6		11.00	37.03	-	-	-	407.33	
m)	Losa entre eje E-F y eje 4-5		12.00	34.60	-	-	-	415.20	
n)	Losa entre eje E-F y eje 2-4		12.00	24.31	-	-	-	291.72	
ñ)	Losa entre eje E-F y eje 1-2		12.00	7.37	-	-	-	88.44	
1.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS							219.45	m ³
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	0.20	7.77	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	0.20	10.05	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	0.20	98.19	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	0.20	15.75	
e)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		11.00	34.25	-	-	0.20	75.35	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
f)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		11.00	5.61	-	-	0.20	12.34	
1.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS								1,097.25 m ²
l)	PISO 1 - PISO								
a)	Losa entre eje B-C y eje 6-7		11.00	3.53	-	-	-	38.83	
b)	Losa entre eje B-C y eje 4-5		11.00	4.57	-	-	-	50.27	
c)	Losa entre eje C-D y eje 5-6		11.00	44.63	-	-	-	490.93	
d)	Losa entre eje D-E y eje 6-7		11.00	7.16	-	-	-	78.76	
e)	Losa entre eje D-E y eje 5-6		11.00	34.25	-	-	-	376.75	
f)	Losa entre eje D-E y eje 4-5		11.00	5.61	-	-	-	61.71	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
au)	V47		2	1	3/4"	31.47	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	76.18	-
av)	V48		2	1	3/4"	23.64	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	57.65	-
aw)	V49		2	1	3/4"	14.64	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.59	-
ax)	V50		2	1	3/4"	7.37	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	19.27	-
ay)	V51		2	1	3/4"	7.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.84	-
az)	V52		2	1	3/4"	6.96	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.38	-
ba)	V53		2	1	3/4"	6.76	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.95	-
bb)	V54		2	1	3/4"	6.55	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.5	-
bc)	V55		2	1	3/4"	6.35	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	17.06	-
bd)	V56		2	1	3/4"	6.14	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.61	-
be)	V57		2	1	3/4"	5.98	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.26	-
bf)	V58		2	1	3/4"	5.88	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	16.05	-
bg)	V59		2	1	3/4"	5.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.88	-
bh)	V60		2	1	3/4"	5.73	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.72	-
bi)	V61		2	1	3/4"	5.65	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.55	-
bj)	V62		2	1	3/4"	5.57	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.38	-
bk)	V63		2	1	3/4"	5.49	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.21	-
bm)	V64		2	1	3/4"	5.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.03	-
bn)	V65		2	1	3/4"	5.34	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.88	-
bñ)	V66		2	1	3/4"	5.26	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.71	-
bo)	V67		2	1	3/4"	5.18	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.54	-
bp)	V68		2	1	3/4"	5.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.36	-
bq)	V69		2	1	3/4"	5.03	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.21	-
br)	V70		2	1	3/4"	4.95	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-
bs)	V71		2	1	3/4"	4.87	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.87	-
bt)	V72		2	1	3/4"	4.79	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.69	-
bu)	V73		2	1	3/4"	4.72	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.54	-
bv)	V74		2	1	3/4"	4.64	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.37	-
bw)	V75		2	1	3/4"	4.56	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.2	-
bx)	V76		2	1	3/4"	4.48	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	13.02	-
by)	V77		2	1	3/4"	4.41	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.87	-
bz)	V78		2	1	3/4"	4.33	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.7	-
ca)	V79		2	1	3/4"	4.25	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.53	-
cb)	V80		2	1	3/4"	4.17	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.36	-
cc)	V81		2	1	3/4"	4.1	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.2	-
cd)	V82		2	1	3/4"	4.02	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	12.03	-
ll)	MALLA EN LA DIRECCION Y									-	-	-	-	-		
ce)	V1		2	1	3/4"	2.9	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.61	-
cf)	V2		2	1	3/4"	5.62	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	15.49	-
cg)	V3		2	1	3/4"	8.33	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	22.96	-
ch)	V4		2	1	3/4"	11.04	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	28.81	-
ci)	V5		2	1	3/4"	13.06	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.18	-
cj)	V6		2	1	3/4"	13.12	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.31	-
ck)	V7		2	1	3/4"	13.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.44	-
cm)	V8		2	1	3/4"	13.23	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.54	-
cn)	V9		2	1	3/4"	13.29	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.67	-
cñ)	V10		2	1	3/4"	13.34	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.78	-
co)	V11		2	1	3/4"	13.4	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	33.91	-
cp)	V12		2	1	3/4"	13.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.04	-
cq)	V13		2	1	3/4"	13.51	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.15	-
cr)	V14		2	1	3/4"	13.57	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.28	-
cs)	V15		2	1	3/4"	13.62	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.39	-
ct)	V16		2	1	3/4"	13.68	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.52	-
cu)	V17		2	1	3/4"	13.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.65	-
cv)	V18		2	1	3/4"	13.79	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.75	-
cw)	V19		2	1	3/4"	13.85	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.88	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)	
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"
cx)	V20		2	1	3/4"	13.9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	34.99	-	
cy)	V21		2	1	3/4"	13.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.12	-	
cz)	V22		2	1	3/4"	14.02	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.25	-	
da)	V23		2	1	3/4"	14.07	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.36	-	
db)	V24		2	1	3/4"	14.13	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.49	-	
dc)	V25		2	1	3/4"	14.18	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.6	-	
dd)	V26		2	1	3/4"	14.24	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.73	-	
de)	V27		2	1	3/4"	14.3	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.86	-	
df)	V28		2	1	3/4"	14.35	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	35.96	-	
dg)	V29		2	1	3/4"	14.41	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.09	-	
dh)	V30		2	1	3/4"	14.46	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.2	-	
dj)	V31		2	1	3/4"	14.52	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.33	-	
dj)	V32		2	1	3/4"	14.58	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.46	-	
dk)	V33		2	1	3/4"	14.63	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.57	-	
dm)	V34		2	1	3/4"	14.69	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.7	-	
dn)	V35		2	1	3/4"	14.74	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	36.81	-	
dñ)	V36		94	1	3/4"	14.96	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1752.24	-	
do)	V37		16	1	3/4"	25.05	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	485.57	-	
dp)	V38		2	1	3/4"	9	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	24.41	-	
dq)	V39		2	1	3/4"	7	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	18.47	-	
dr)	V40		2	1	3/4"	5	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	14.15	-	
ds)	V41		2	1	3/4"	3	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	9.83	-	
dt)	V42		20	1	3/4"	21.69	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	534.38	-	
du)	V43		36	1	3/4"	13.26	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	604.97	-	
III)	BASTONES INFERIORES EN LA DIRECCION X										-	-	-	-	-	-	-
dv)	B1		15	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.68	-	
dw)	B2		20	1	3/4"	1.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	34.56	-	
dx)	B3		20	1	3/4"	2.5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	54	-	
dy)	B4		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-	
dz)	B5		15	1	5/8"	3	-	-	7.00%	-	-	-	48.15	-	-	-	
ea)	B6		10	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-	
eb)	B7		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-	
ec)	B8		5	1	3/4"	4.74	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.6	-	
ed)	B9		10	1	3/4"	0.9	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	9.72	-	
ee)	B10		10	1	3/4"	1.1	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	11.88	-	
ef)	B11		18	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	38.88	-	
eg)	B12		17	1	3/4"	1.4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.7	-	
IV)	BASTONES SUPERIORES EN LA DIRECCION X										-	-	-	-	-	-	-
eh)	B1		20	1	3/4"	3	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-	
ei)	B2		30	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	64.8	-	
ej)	B3		32	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	138.24	-	
ek)	B4		8	1	5/8"	4	-	-	7.00%	-	-	-	34.24	-	-	-	
em)	B5		70	1	3/4"	5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	378	-	
en)	B6		19	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	41.04	-	
eñ)	B7		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-	
eo)	B8		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-	
ep)	B9		5	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	21.6	-	
eq)	B10		6	1	3/4"	3.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	23.33	-	
V)	BASTONES INFERIORES EN LA DIRECCION Y										-	-	-	-	-	-	-
er)	B1		50	1	5/8"	1.2	-	-	7.00%	-	-	-	64.2	-	-	-	
es)	B2		2	1	5/8"	2.7	-	-	7.00%	-	-	-	5.78	-	-	-	
VI)	BASTONES SUPERIORES EN LA DIRECCION Y										-	-	-	-	-	-	-
et)	B1		9	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	25.27	-	
eu)	B2		7	1	3/4"	7	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	52.92	-	
ev)	B3		18	1	3/4"	4	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	77.76	-	
ew)	B4		5	1	3/4"	2	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	10.8	-	

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)		
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"	
ex)	B5		8	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.46	-		
ey)	B6		8	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	22.46	-		
ez)	B7		5	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-		
fa)	B8		10	1	3/4"	5.5	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	59.4	-		
fb)	B9		5	1	3/4"	2.6	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	14.04	-		
fc)	B10		7	1	3/4"	7	-	-	8.00%	-	-	-	-	-	52.92	-		
VII)	MURO DE PIT DE ASCENSOR										-	-	-	-	-	-		
fd)	Verticales		112	1	3/4"	1.5	0.4	-	8.00%	-	-	-	-	-	229.82	-		
fe)	Horizontales		32	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%	-	-	-	-	-	114.05	-		
VIII)	LOSA DE FONDO DE PIT										-	-	-	-	-	-		
ff)	2 Mallas en Ambos sentidos		42	1	3/4"	2.5	0.8	-	8.00%	-	-	-	-	-	149.69	-		
										Longitud total x Ø	-	-	-	-	152.37	10999.46	-	
										Peso (kg/m)	-	-	-	-	1.6	2.26	-	
										Peso total(kg)	-	-	-	-	243.792	24858.78	-	
1.1.4.2.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA COLUMNAS																58129.71	
I)	PISO 1 - PISO 11										-	-	-	-	-	-	-	-
II)	Varillas longitudinales										-	-	-	-	-	-	-	-
a)	Columnas 70x70		4	9	1"	34.65	0.45	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1595.88		
b)	Columnas 70x70		12	9	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	4438.15	-		
c)	Columnas 50x50		12	17	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	8383.18	-		
d)	Columna Circular R=30cm		12	1	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	493.13	-		
III)	Estribos										-	-	-	-	-	-	-	
e)	Estribo de C70x70		99	22	3/8"	7.3	-	-	3.00%	-	-	16376.38	-	-	-	-		
f)	Estribo de C50x50		187	22	3/8"	4.2	-	-	3.00%	-	-	17797.16	-	-	-	-		
g)	Estribo de C-R=30cm		11	22	3/8"	1.88	-	-	3.00%	-	-	468.61	-	-	-	-		
IV)											-	-	-	-	-	-	-	
V)	PISO 12										-	-	-	-	-	-	-	
VI)	Varillas longitudinales										-	-	-	-	-	-	-	
h)	Columnas 70x70		4	2	1"	3.15	-	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	39.16		
i)	Columnas 70x70		12	2	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	101.09	-		
j)	Columnas 50x50		12	5	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	252.72	-		
k)	Columna Circular R=30cm		12	1	3/4"	3.15	-	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	50.54	-		
VII)	Estribos										-	-	-	-	-	-	-	
m)	Estribo de C70x70		2	22	3/8"	7.3	-	-	3.00%	-	-	330.84	-	-	-	-		
n)	Estribo de C50x50		5	22	3/8"	4.2	-	-	3.00%	-	-	475.86	-	-	-	-		
ñ)	Estribo de C-R=30cm		1	22	3/8"	1.88	-	-	3.00%	-	-	42.6	-	-	-	-		
										Longitud total x Ø	-	-	35491.45	-	13718.81	1635.04		
										Peso (kg/m)	-	-	0.58	-	2.26	4		
										Peso total(kg)	-	-	20585.041	-	31004.511	6540.16		
1.1.4.3.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA PLACAS																10951.46	
I)	PISO 1 - PISO 11										-	-	-	-	-	-	-	
II)	Varillas longitudinales										-	-	-	-	-	-	-	
a)	Varillas de los nucleos		40	1	3/4"	34.65	0.4	3	8.00%	-	-	-	-	-	1643.76	-		
b)	Varillas vericales de la malla		50	1	3/8"	34.65	0.2	1.8	3.00%	-	-	1887.48	-	-	-	-		
c)	Varillas horizontales de la malla		108	11	1/2"	2.6	0.5	0.5	5.00%	-	-	4490.64	-	-	-	-		
III)	Estribos										-	-	-	-	-	-	-	
d)	Estribos en nucleos extremos		22	18	3/8"	2.2	-	-	3.00%	-	-	897.34	-	-	-	-		
e)	Estribos en vertice L		22	18	3/8"	4.4	-	-	3.00%	-	-	1794.67	-	-	-	-		
										Longitud total x Ø	-	-	4579.49	4490.64	-	1643.76	-	
										Peso (kg/m)	-	-	0.58	1.02	-	2.26	-	
										Peso total(kg)	-	-	2656.104	4580.453	-	3714.898	-	
1.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA VIGAS																94779.31	
I)	VIGAS PRINCIPALES 40x70										-	-	-	-	-	-	-	
II)	PISO 1 - PISO 10										-	-	-	-	-	-	-	
III)	Varillas longitudinales										-	-	-	-	-	-	-	
a)	Eje 1, entre E-F		10	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	346.68	-		

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
b)	Eje 2, entre E-F		10	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	529.63	-
c)	Eje 4, entre A-F		10	3	1"	29.5	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1174.8
d)	Eje 4, entre A-F		10	4	3/4"	29.5	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	1438.56	-
e)	Eje 5, entre A-F		10	7	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	3153.15
f)	Eje 6, entre A-F		10	7	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	3304.84
g)	Eje 7, entre A-F		10	3	1"	35.95	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	1430.55
h)	Eje 7, entre A-F		10	4	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%	-	-	-	-	-	1749.6	-
IV)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-
i)	Eje 1, entre E-F		10	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	595.34	-	-	-	-
j)	Eje 2, entre E-F		10	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	654.87	-	-	-	-
k)	Eje 4, entre A-F		10	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4078.08	-	-	-	-
m)	Eje 5, entre A-F		10	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4286.45	-	-	-	-
n)	Eje 6, entre A-F		10	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4584.12	-	-	-	-
ñ)	Eje 7, entre A-F		10	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	4792.49	-	-	-	-
V)	PISO 1 1- PISO 12									-	-	-	-	-	-	-
VI)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-
o)	Eje 1, entre E-F		2	6	3/4"	3.8	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	69.34	-
p)	Eje 2, entre E-F		2	8	3/4"	4.58	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	105.93	-
q)	Eje 4, entre E-F		2	3	1"	5.92	0.9	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	53.59
r)	Eje 4, entre E-F		2	4	3/4"	5.92	0.8	0.75	8.00%	-	-	-	-	-	64.54	-
s)	Eje 4, entre A-F		2	6	3/4"	23.58	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	345.12	-
t)	Eje 5, entre A-F		1	6	1"	34.85	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	270.27
u)	Eje 5, entre E-F		1	6	1"	7.79	0.9	1.3	10.00%	-	-	-	-	-	-	65.93
v)	Eje 6, entre A-F		1	6	1"	35.52	0.9	6.5	10.00%	-	-	-	-	-	-	283.27
w)	Eje 7, entre A-F		1	7	3/4"	35.95	0.8	3.75	8.00%	-	-	-	-	-	306.18	-
VII)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-
x)	Eje 1, entre E-F		2	20	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	119.07	-	-	-	-
y)	Eje 2, entre E-F		2	22	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	130.97	-	-	-	-
z)	Eje 4, entre A-F		1	137	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	407.81	-	-	-	-
aa)	Eje 4, entre E-F		1	27	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	80.37	-	-	-	-
ab)	Eje 5, entre A-F		1	144	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	428.64	-	-	-	-
ac)	Eje 5, entre E-F		1	31	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	92.28	-	-	-	-
ad)	Eje 6, entre A-F		1	154	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	458.41	-	-	-	-
ae)	Eje 7, entre A-F		1	161	3/8"	2.04	0.4	0.45	3.00%	-	-	479.25	-	-	-	-
VIII)										-	-	-	-	-	-	-
IX)	VIGAS SECUNDARIAS 40x60									-	-	-	-	-	-	-
X)	PISO 1 - PISO 10									-	-	-	-	-	-	-
XI)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-
af)	Eje A, entre 4-7		10	6	3/4"	12.91	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	985.61	-
ag)	Eje B, entre 4-7		10	6	3/4"	13.65	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1033.56	-
ah)	Eje C, entre 4-7		10	6	3/4"	14.77	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1106.14	-
ai)	Eje D, entre 4-7		10	6	3/4"	14.86	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	1111.97	-
aj)	Eje E, entre 1-7		10	3	1"	26.13	0.9	5.2	10.00%	-	-	-	-	-	-	1063.59
ak)	Eje E, entre 1-7		10	3	3/4"	26.13	0.8	2.25	8.00%	-	-	-	-	-	945.43	-
am)	Eje F, entre 1-7		10	6	3/4"	26.45	0.8	3	8.00%	-	-	-	-	-	1960.2	-
XII)	Estribos									-	-	-	-	-	-	-
an)	Eje A, entre 4-7		10	63	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1732.56	-	-	-	-
añ)	Eje B, entre 4-7		10	67	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1842.57	-	-	-	-
ao)	Eje C, entre 4-7		10	72	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1980.07	-	-	-	-
ap)	Eje D, entre 4-7		10	65	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	1787.57	-	-	-	-
aq)	Eje E, entre 1-7		10	124	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	3410.12	-	-	-	-
ar)	Eje F, entre 1-7		10	122	3/8"	1.82	0.4	0.45	3.00%	-	-	3355.12	-	-	-	-
XIII)										-	-	-	-	-	-	-
XIV)	PISO 1 1- PISO 12									-	-	-	-	-	-	-
XV)	Varillas longitudinales									-	-	-	-	-	-	-
as)	Eje A, entre 4-7		1	6	3/4"	12.91	0.8	1.5	8.00%	-	-	-	-	-	98.56	-

Item	Descripción	Referencia	N° Elem.	Cant.	Ø	Largo	Ganch.	Empal.	% Desp.	Longitud x Ø						Total (kg)		
										6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		1"	
z)	BI3_entre 2-4		11	11	1/2"	3.34	-	-	5.00%	-	-	-	424.35	-	-	-	-	
aa)	BS4_eje 6		12	17	1/2"	2.6	-	-	5.00%	-	-	-	556.92	-	-	-	-	
ab)	BS5_eje 5		12	17	5/8"	3.65	-	-	7.00%	-	-	-	-	796.72	-	-	-	
ac)	BS6_eje 4		12	13	5/8"	3.55	-	-	7.00%	-	-	-	-	592.57	-	-	-	
ad)	BS7_eje 2		12	10	5/8"	1.7	-	-	7.00%	-	-	-	-	218.28	-	-	-	
Longitud total x Ø										-	-	9289.1	3515.46	3302.45	-	-	-	
Peso (kg/m)										-	-	0.58	1.02	1.6	-	-	-	-
Peso total(kg)										-	-	5387.678	3585.769	5283.92	-	-	-	-
1.1.4.6.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS																8353.31	
I)	PISO 1 - PISO 11																	
II)	Entre eje B-C y eje 4-5																	
a)	Malla Superior X		11	7	6mm	3.24	0.3	-	3.00%	280.76	-	-	-	-	-	-	-	
b)	Malla Superior Y		11	15	6mm	1.7	0.3	-	3.00%	339.9	-	-	-	-	-	-	-	
c)	Malla Inferior X		11	7	8mm	3.24	0.4	-	3.00%	-	288.69	-	-	-	-	-	-	
d)	Malla Inferior Y		11	15	8mm	1.7	0.4	-	3.00%	-	356.9	-	-	-	-	-	-	
III)	Entre eje B-C y eje 5-6																	
e)	Malla Inferior X		11	10	8mm	3.24	0.4	-	3.00%	-	412.41	-	-	-	-	-	-	
IV)	Malla Superior																	
f)	Malla Inferior Y		11	16	8mm	2	0.4	-	3.00%	-	435.07	-	-	-	-	-	-	
V)	Malla Inferior																	
VI)	Entre eje C-D y eje 5-6																	
g)	Malla Superior X		11	28	6mm	8.5	0.3	-	3.00%	2791.71	-	-	-	-	-	-	-	
h)	Malla Superior Y		11	41	6mm	6.12	0.3	-	3.00%	2982.28	-	-	-	-	-	-	-	
i)	Malla Inferior X		11	28	8mm	8.5	0.4	-	3.00%	-	2823.44	-	-	-	-	-	-	
j)	Malla Inferior Y		11	41	8mm	6.12	0.4	-	3.00%	-	3028.74	-	-	-	-	-	-	
VII)	Entre eje D-E y eje 4-5																	
VIII)																		
IX)																		
X)																		
k)	Malla Inferior Y		11	16	8mm	2.6	0.4	-	3.00%	-	543.84	-	-	-	-	-	-	
XI)	Entre eje D-E y eje 5-6																	
m)	Malla Superior X		11	16	6mm	4.45	0.3	-	3.00%	861.08	-	-	-	-	-	-	-	
n)	Malla Superior Y		11	22	6mm	3.4	0.3	-	3.00%	922.26	-	-	-	-	-	-	-	
ñ)	Malla Inferior X		11	16	8mm	4.45	0.4	-	3.00%	-	879.21	-	-	-	-	-	-	
o)	Malla Inferior Y		11	22	8mm	3.4	0.4	-	3.00%	-	947.19	-	-	-	-	-	-	
p)	Malla Superior X		11	13	6mm	1.7	0.3	-	3.00%	294.58	-	-	-	-	-	-	-	
q)	Malla Superior Y		11	9	6mm	2.5	0.3	-	3.00%	285.52	-	-	-	-	-	-	-	
r)	Malla Inferior X		11	13	8mm	1.7	0.4	-	3.00%	-	309.31	-	-	-	-	-	-	
s)	Malla Inferior Y		11	9	8mm	2.5	0.4	-	3.00%	-	295.71	-	-	-	-	-	-	
t)	Malla Superior X		11	22	6mm	4.7	0.3	-	3.00%	1246.3	-	-	-	-	-	-	-	
u)	Malla Superior Y		11	23	6mm	4.45	0.3	-	3.00%	1237.8	-	-	-	-	-	-	-	
v)	Malla Inferior X		11	22	8mm	4.7	0.4	-	3.00%	-	1271.23	-	-	-	-	-	-	
w)	Malla Inferior Y		11	23	8mm	4.45	0.4	-	3.00%	-	1263.86	-	-	-	-	-	-	
XII)	Entre eje D-E y eje 6-7																	
x)	Malla Superior X		11	10	6mm	4.7	0.3	-	3.00%	566.5	-	-	-	-	-	-	-	
y)	Malla Superior Y		11	23	6mm	2	0.3	-	3.00%	599.36	-	-	-	-	-	-	-	
z)	Malla Inferior X		11	10	8mm	4.7	0.4	-	3.00%	-	577.83	-	-	-	-	-	-	
aa)	Malla Inferior Y		11	23	8mm	2	0.4	-	3.00%	-	625.42	-	-	-	-	-	-	
Longitud total x Ø										12408.05	14058.85	-	-	-	-	-	-	
Peso (kg/m)										0.22	0.4	-	-	-	-	-	-	
Peso total(kg)										2729.771	5623.54	-	-	-	-	-	-	

Anexo 05.
Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022
 PROPIETARIO : TESIS: DEYVIS VICTORIO ABAD
 UBICACION : DPTO: HUANUCO PROV: HUANUCO DIST: HUANUCO LOC: MALECON LEONCIO PRADO 951 C.U.
 FECHA PROYECTO : 20/06/2023

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	SISTEMA CONVENCIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022					4,684,714.47
1.1	ESTRUCTURAS					4,684,714.47
1.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					51,675.31
1.1.1.1	EXCAVACIONES MASIVAS					51,675.31
1.1.1.1.1	EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL 125 - 155HP	m³	2,295.66	22.51	51,675.31	
1.1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					90,026.54
1.1.2.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP/VOLQ 15 m3 D=5km	m³	2,754.79	32.68	90,026.54	
1.1.3	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					226,932.46
1.1.3.1	SOLADOS					226,932.46
1.1.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA SOLADOS e=15cm C:H, 1:12	m²	553.17	410.24	226,932.46	
1.1.4	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					4,316,080.16
1.1.4.1	PLATEA DE CIMENTACIÓN					544,648.88
1.1.4.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	m³	557.70	514.98	287,204.35	
1.1.4.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLATEA DE CIMENTACION	m²	13.65	65.66	896.26	
1.1.4.1.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	kg	25,102.57	10.22	256,548.27	
1.1.4.2	COLUMNAS					1,025,739.83
1.1.4.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	140.81	535.02	75,336.17	
1.1.4.2.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	176.87	494.22	87,412.69	
1.1.4.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE COLUMNAS	m²	1,842.74	85.36	157,296.29	
1.1.4.2.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA COLUMNAS	kg	58,129.71	12.14	705,694.68	
1.1.4.3	PLACAS					194,000.31
1.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	35.44	545.03	19,315.86	
1.1.4.3.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	42.53	504.23	21,444.90	
1.1.4.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLACAS	m²	259.88	78.07	20,288.83	
1.1.4.3.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLACAS	kg	10,951.46	12.14	132,950.72	
1.1.4.4	VIGAS					1,733,622.53
1.1.4.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA VIGAS	m³	641.80	469.16	301,106.89	
1.1.4.4.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE VIGAS	m²	3,314.46	85.05	281,894.82	
1.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA VIGAS	kg	94,779.31	12.14	1,150,620.82	
1.1.4.5	LOSA ALIGERADA					553,174.51
1.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	m³	291.20	469.16	136,619.39	
1.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS	m²	2,911.98	83.61	243,470.65	
1.1.4.5.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	kg	14,257.37	12.14	173,084.47	
1.1.4.6	LOSA MACIZA					264,894.10
1.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	m³	219.45	469.16	102,957.16	
1.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS	m²	1,097.25	69.78	76,566.11	
1.1.4.6.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	kg	8,353.31	10.22	85,370.83	
2.0	SISTEMA CON AISLADORES DE BASE: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022					7,113,184.19

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
2.1	ESTRUCTURAS					7,113,184.19
2.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					95,014.71
2.1.1.1	EXCAVACIONES MASIVAS					95,014.71
2.1.1.1.1	EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL 125 - 155HP	m³	4,221.00	22.51	95,014.71	
2.1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					165,530.74
2.1.2.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP/VOLQ 15 m3 D=5km	m³	5,065.20	32.68	165,530.74	
2.1.3	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					250,632.03
2.1.3.1	SOLADOS					250,632.03
2.1.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA SOLADOS e=15cm C:H, 1:12	m²	610.94	410.24	250,632.03	
2.1.4	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					5,056,730.73
2.1.4.1	PLATEA DE CIMENTACIÓN					544,648.88
2.1.4.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	m³	557.70	514.98	287,204.35	
2.1.4.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLATEA DE CIMENTACION	m²	13.65	65.66	896.26	
2.1.4.1.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	kg	25,102.57	10.22	256,548.27	
2.1.4.2	COLUMNAS					1,444,283.56
2.1.4.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	261.54	535.02	139,929.13	
2.1.4.2.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	176.87	494.22	87,412.69	
2.1.4.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE COLUMNAS	m²	2,187.70	85.36	186,742.07	
2.1.4.2.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA COLUMNAS	kg	84,859.94	12.14	1,030,199.67	
2.1.4.3	PLACAS					216,173.66
2.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	43.69	545.03	23,812.36	
2.1.4.3.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	42.53	504.23	21,444.90	
2.1.4.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLACAS	m²	275.88	78.07	21,537.95	
2.1.4.3.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLACAS	kg	12,304.65	12.14	149,378.45	
2.1.4.4	VIGAS					1,904,881.99
2.1.4.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA VIGAS	m³	735.45	469.16	345,043.72	
2.1.4.4.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE VIGAS	m²	3,501.75	85.05	297,823.84	
2.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA VIGAS	kg	103,955.06	12.14	1,262,014.43	
2.1.4.5	LOSA ALIGERADA					553,174.51
2.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	m³	291.20	469.16	136,619.39	
2.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS	m²	2,911.98	83.61	243,470.65	
2.1.4.5.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	kg	14,257.37	12.14	173,084.47	
2.1.4.6	LOSA MACIZA					393,568.13
2.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	m³	326.74	469.16	153,293.34	
2.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS	m²	1,526.42	69.78	106,513.59	
2.1.4.6.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	kg	13,088.18	10.22	133,761.20	
2.1.5	AISLADORES DE BASE					1,545,275.98
2.1.5.1	AISLADORES DE BASE	glb	1.00	1,545,275.98	1,545,275.98	
3.0	SISTEMA CON AMORTIGUADORES VWD: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022					19,037,569.57
3.1	ESTRUCTURAS					19,037,569.57
3.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					51,675.31
3.1.1.1	EXCAVACIONES MASIVAS					51,675.31
3.1.1.1.1	EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL 125 - 155HP	m³	2,295.66	22.51	51,675.31	
3.1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					90,026.54

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
3.1.2.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP/VOLQ 15 m3 D=5km	m³	2,754.79	32.68	90,026.54	
3.1.3	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					<u>226,932.46</u>
3.1.3.1	SOLADOS					<u>226,932.46</u>
3.1.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA SOLADOS e=15cm C:H, 1:12	m²	553.17	410.24	226,932.46	
3.1.4	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					<u>4,316,080.16</u>
3.1.4.1	PLATEA DE CIMENTACIÓN					<u>544,648.88</u>
3.1.4.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	m³	557.70	514.98	287,204.35	
3.1.4.1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLATEA DE CIMENTACION	m²	13.65	65.66	896.26	
3.1.4.1.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLATEA DE CIMENTACION	kg	25,102.57	10.22	256,548.27	
3.1.4.2	COLUMNAS					<u>1,025,739.83</u>
3.1.4.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	140.81	535.02	75,336.17	
3.1.4.2.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA COLUMNAS	m³	176.87	494.22	87,412.69	
3.1.4.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE COLUMNAS	m²	1,842.74	85.36	157,296.29	
3.1.4.2.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA COLUMNAS	kg	58,129.71	12.14	705,694.68	
3.1.4.3	PLACAS					<u>194,000.31</u>
3.1.4.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	35.44	545.03	19,315.86	
3.1.4.3.2	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA PLACAS	m³	42.53	504.23	21,444.90	
3.1.4.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLACAS	m²	259.88	78.07	20,288.83	
3.1.4.3.4	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA PLACAS	kg	10,951.46	12.14	132,950.72	
3.1.4.4	VIGAS					<u>1,733,622.53</u>
3.1.4.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA VIGAS	m³	641.80	469.16	301,106.89	
3.1.4.4.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE VIGAS	m²	3,314.46	85.05	281,894.82	
3.1.4.4.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA VIGAS	kg	94,779.31	12.14	1,150,620.82	
3.1.4.5	LOSA ALIGERADA					<u>553,174.51</u>
3.1.4.5.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	m³	291.20	469.16	136,619.39	
3.1.4.5.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS	m²	2,911.98	83.61	243,470.65	
3.1.4.5.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS	kg	14,257.37	12.14	173,084.47	
3.1.4.6	LOSA MACIZA					<u>264,894.10</u>
3.1.4.6.1	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	m³	219.45	469.16	102,957.16	
3.1.4.6.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS	m²	1,097.25	69.78	76,566.11	
3.1.4.6.3	ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS	kg	8,353.31	10.22	85,370.83	
3.1.5	AMORTIGUADORES VWD					<u>14,352,855.10</u>
3.1.5.1	AMORTIGUADORES VISCOUS WALL DAMPERS	glb	1.00	14,352,855.10	14,352,855.10	

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022
 PRESUPUESTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022
 PROPIETARIO : TESIS: DEYVIS VICTORIO ABAD
 UBICACION : DPTO: HUANUCO PROV: HUANUCO DIST: HUANUCO LOC: MALECON LEONCIO PRADO 951 C.U.
 FECHA PROYECTO : 20/06/2023

Partida: 2.1.1.1.1 EXCAVACION MASIVA PARA SOTANOS CON CARGADOR FRONTAL 125 - 155HP

Rendimiento:700 m³/Día

Costo unitario por m³ **22.51**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.43
470020006	PEON	hh	2.0000	0.0229	18.6000	0.43
EQUIPO						22.08
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.4300	0.02
490010006	CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0114	250.0000	2.85
490010007	CAMION VOLQUETE 6x4 330HP 15 m3	hm	6.0000	0.0686	280.0000	19.21

Partida: 2.1.2.1 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP/VOLQ 15 m3 D=5km

Rendimiento:345 m³/Día

Costo unitario por m³ **32.68**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.86
470020006	PEON	hh	2.0000	0.0464	18.6000	0.86
EQUIPO						31.82
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	0.8600	0.04
490010006	CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0232	250.0000	5.80
490010007	CAMION VOLQUETE 6x4 330HP 15 m3	hm	4.0000	0.0928	280.0000	25.98

Partida: 2.1.3.1.1 CONCRETO PREMEZCLADO PARA SOLADOS e=15cm C:H, 1:12

Rendimiento:80 m²/Día

Costo unitario por m² **410.24**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						21.16
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	26.1500	5.23
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	20.5700	2.06
470020006	PEON	hh	6.0000	0.6000	18.6000	11.16
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1000	27.1200	2.71
MATERIALES						388.02
800010005	CONCRETO PREMEZCLADO C:H, 1:12	m²	-	1.0200	380.0000	387.60
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						1.06
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	21.1600	1.06

Partida: 2.1.4.1.1 CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm² PARA PLATEA DE CIMENTACIONRendimiento:50 m³/DíaCosto unitario por m³ **514.98**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						27.90
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	26.1500	8.37
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	20.5700	3.29
470020006	PEON	hh	4.0000	0.6400	18.6000	11.90
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1600	27.1200	4.34
MATERIALES						484.92
800010004	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	-	1.0200	475.0000	484.50
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						2.16
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	27.9000	1.40
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.1600	4.7200	0.76

Partida: 2.1.4.1.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLATEA DE CIMENTACION

Rendimiento:15 m²/DíaCosto unitario por m² **65.66**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						24.92
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	20.5700	10.97
MATERIALES						25.89
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p ²	-	3.2000	4.2000	13.44
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0750	90.0000	6.75
EQUIPO						1.25
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	24.9200	1.25
SUB-PARTIDAS						13.60
CU0020017	DESENCOFRADO DE PLATEAS DE CIMENTACION (CARAVISTA)	und	-	1.0000	13.6000	13.60

Partida: 2.1.4.1.3 ACERO CORRUGADO GRADO 60 $f_y=4200$ kg/cm² PARA PLATEA DE CIMENTACION

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg **10.22**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.87
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	26.1500	1.05
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	20.5700	0.82
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.86
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.8700	0.06
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.4.2.1 CONCRETO PREMEZCLADO f_c=280 kg/cm² PARA COLUMNASRendimiento:30 m³/DíaCosto unitario por m³ 535.02

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						46.51
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	20.5700	5.49
470020006	PEON	hh	4.0000	1.0667	18.6000	19.84
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2667	27.1200	7.23
MATERIALES						484.92
800010004	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =280 kg/cm ²	m ³	-	1.0200	475.0000	484.50
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						3.59
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	46.5100	2.33
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.2667	4.7200	1.26

Partida: 2.1.4.2.2 CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 kg/cm² PARA COLUMNASRendimiento:30 m³/DíaCosto unitario por m³ 494.22

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						46.51
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	20.5700	5.49
470020006	PEON	hh	4.0000	1.0667	18.6000	19.84
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2667	27.1200	7.23
MATERIALES						444.12
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 kg/cm ²	m ³	-	1.0200	435.0000	443.70
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						3.59
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	46.5100	2.33
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.2667	4.7200	1.26

Partida: 2.1.4.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE COLUMNAS

Rendimiento:9 m²/DíaCosto unitario por m² 85.36

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						41.52
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	26.1500	23.24
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	20.5700	18.28
MATERIALES						24.97
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.1500	7.0000	1.05
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p ²	-	3.4200	4.2000	14.36
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0450	90.0000	4.05
720010001	TUBO PVC SEL 3m CLASE LIVIANA 3/4"	und	-	0.1500	8.0500	1.21
EQUIPO						1.25
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	41.5200	1.25
SUB-PARTIDAS						17.62
CU0020011	DESENCOFRADO DE COLUMNAS (CARAVISTA)	m ²	-	1.0000	17.6200	17.62

Partida: 2.1.4.2.4 ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA COLUMNAS

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 12.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.74
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	26.1500	2.09
470020003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	20.5700	1.65
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.91
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.7400	0.11
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.4.3.1 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 PARA PLACAS

Rendimiento:25 m³/Día

Costo unitario por m³ 545.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						55.81
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	26.1500	16.74
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	20.5700	6.58
470020006	PEON	hh	4.0000	1.2800	18.6000	23.81
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3200	27.1200	8.68
MATERIALES						484.92
800010004	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2	m³	-	1.0200	475.0000	484.50
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						4.30
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	55.8100	2.79
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.3200	4.7200	1.51

Partida: 2.1.4.3.2 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA PLACAS

Rendimiento:25 m³/Día

Costo unitario por m³ 504.23

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						55.81
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	26.1500	16.74
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	20.5700	6.58
470020006	PEON	hh	4.0000	1.2800	18.6000	23.81
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3200	27.1200	8.68
MATERIALES						444.12
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2	m³	-	1.0200	435.0000	443.70
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						4.30
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	55.8100	2.79
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.3200	4.7200	1.51

Partida: 2.1.4.3.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE PLACAS

Rendimiento:10 m²/DíaCosto unitario por m² **78.07**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						37.38
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	26.1500	20.92
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	20.5700	16.46
MATERIALES						21.95
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2700	7.0000	1.89
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p ²	-	2.5000	4.2000	10.50
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0450	90.0000	4.05
720010001	TUBO PVC SEL 3m CLASE LIVIANA 3/4"	und	-	0.1500	8.0500	1.21
EQUIPO						1.12
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	37.3800	1.12
SUB-PARTIDAS						17.62
CU0020015	DESENCOFRADO DE PLACAS (CARAVISTA)	m ²	-	1.0000	17.6200	17.62

Partida: 2.1.4.3.4 ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm² PARA PLACAS

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg **12.14**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.74
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	26.1500	2.09
470020003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	20.5700	1.65
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.91
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.7400	0.11
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.4.4.1 CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 kg/cm² PARA VIGASRendimiento:60 m³/DíaCosto unitario por m³ **469.16**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.25
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	26.1500	6.97
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	20.5700	2.74
470020006	PEON	hh	4.0000	0.5333	18.6000	9.92
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	27.1200	3.62
MATERIALES						444.12
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 kg/cm ²	m ³	-	1.0200	435.0000	443.70
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						1.79
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	23.2500	1.16
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.1333	4.7200	0.63

Partida: 2.1.4.4.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE VIGAS

Rendimiento:10 m²/DíaCosto unitario por m² 85.05

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						37.38
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	26.1500	20.92
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	20.5700	16.46
MATERIALES						26.71
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.3000	7.0000	2.10
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.2500	7.0000	1.75
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p ²	-	3.5000	4.2000	14.70
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0450	90.0000	4.05
720010001	TUBO PVC SEL 3m CLASE LIVIANA 3/4"	und	-	0.1500	8.0500	1.21
EQUIPO						1.12
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	37.3800	1.12
SUB-PARTIDAS						19.84
CU0020012	DESENCOFRADO DE VIGAS (CARAVISTA)	m ²	-	1.0000	19.8400	19.84

Partida: 2.1.4.4.3 ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm² PARA VIGAS

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 12.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.74
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	26.1500	2.09
470020003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	20.5700	1.65
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.91
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.7400	0.11
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.4.5.1 CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 kg/cm² PARA LOSAS ALIGERADASRendimiento:60 m³/DíaCosto unitario por m³ 469.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.25
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	26.1500	6.97
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	20.5700	2.74
470020006	PEON	hh	4.0000	0.5333	18.6000	9.92
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	27.1200	3.62
MATERIALES						444.12
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 kg/cm ²	m ³	-	1.0200	435.0000	443.70
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						1.79
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	23.2500	1.16
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.1333	4.7200	0.63

Partida: 2.1.4.5.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS ALIGERADAS

Rendimiento:9 m²/Día

Costo unitario por m² 83.61

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						41.52
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	26.1500	23.24
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	20.5700	18.28
MATERIALES						22.39
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.1000	7.0000	0.70
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.1000	7.0000	0.70
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p²	-	2.7000	4.2000	11.34
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0750	90.0000	6.75
EQUIPO						2.08
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	41.5200	2.08
SUB-PARTIDAS						17.62
CU0020014	DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS (CARAVISTA)	m²	-	1.0000	17.6200	17.62

Partida: 2.1.4.5.3 ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS ALIGERADAS

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 12.14

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.74
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	26.1500	2.09
470020003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	20.5700	1.65
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.91
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	3.7400	0.11
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.4.6.1 CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS

Rendimiento:60 m³/Día

Costo unitario por m³ 469.16

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.25
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	26.1500	6.97
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	20.5700	2.74
470020006	PEON	hh	4.0000	0.5333	18.6000	9.92
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	27.1200	3.62
MATERIALES						444.12
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2	m³	-	1.0200	435.0000	443.70
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	-	0.0070	60.0000	0.42
EQUIPO						1.79
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	23.2500	1.16
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.1333	4.7200	0.63

Partida: 2.1.4.6.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA DE LOSAS MACIZAS

Rendimiento:14 m²/Día

Costo unitario por m² 69.78

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						26.69
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	26.1500	14.94
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	20.5700	11.75
MATERIALES						25.89
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	-	0.2000	7.0000	1.40
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	-	0.0100	150.0000	1.50
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p²	-	3.2000	4.2000	13.44
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	-	0.0750	90.0000	6.75
EQUIPO						1.33
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5.0000	26.6900	1.33
SUB-PARTIDAS						15.87
CU0020013	DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS (CARAVISTA)	m²	-	1.0000	15.8700	15.87

Partida: 2.1.4.6.3 ACERO CORRUGADO GRADO 60 fy=4200 kg/cm2 PARA LOSAS MACIZAS

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 10.22

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.87
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	26.1500	1.05
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	20.5700	0.82
MATERIALES						7.49
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	-	0.0200	7.0000	0.14
030020074	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.0500	7.0000	7.35
EQUIPO						0.86
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	1.8700	0.06
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	0.0000	0.1000	6.0000	0.60
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	1.0000	0.0400	5.0000	0.20

Partida: 2.1.5.1 AISLADORES DE BASE

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 1,545,275.98

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						1,545,275.98
300010021	AISLADORES DE BASE (LRB, RB) Y DESLIZADORES FRICCIONALES (SLIDER)	und	-	1.0000	1,545,275.98 00	1,545,275.98

Partida: 3.1.5.1 AMORTIGUADORES VISCOUS WALL DAMPERS

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 14,352,855.10

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						14,352,855.10
560010002	AMORTIGUADORES VISCOUS WALL DAMPERS (VWD)	und	-	1.0000	14,352,855.1	14,352,855.10

Detalle de sub-partidas del presupuesto

CU0020017	DESENCOFRADO DE PLATEAS DE CIMENTACION (CARAVISTA)	Rendimiento:35 und/Día
		Costo unitario por und 13.60

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						13.20
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2286	20.5700	4.70
470020006	PEON	hh	2.0000	0.4571	18.6000	8.50
EQUIPO						0.40
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	13.2000	0.40

CU0020011	DESENCOFRADO DE COLUMNAS (CARAVISTA)	Rendimiento:27 m²/Día
		Costo unitario por m² 17.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						17.11
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2963	20.5700	6.09
470020006	PEON	hh	2.0000	0.5926	18.6000	11.02
EQUIPO						0.51
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	17.1100	0.51

CU0020015	DESENCOFRADO DE PLACAS (CARAVISTA)	Rendimiento:27 m²/Día
		Costo unitario por m² 17.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						17.11
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2963	20.5700	6.09
470020006	PEON	hh	2.0000	0.5926	18.6000	11.02
EQUIPO						0.51
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	17.1100	0.51

CU0020012	DESENCOFRADO DE VIGAS (CARAVISTA)	Rendimiento:24 m²/Día
		Costo unitario por m² 19.84

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						19.26
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	20.5700	6.86
470020006	PEON	hh	2.0000	0.6667	18.6000	12.40
EQUIPO						0.58
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	19.2600	0.58

CU0020014	DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS (CARAVISTA)	Rendimiento:27 m²/Día
		Costo unitario por m² 17.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						17.11
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2963	20.5700	6.09
470020006	PEON	hh	2.0000	0.5926	18.6000	11.02
EQUIPO						0.51
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	17.1100	0.51

CU0020013

DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS (CARAVISTA)

Rendimiento:30 m²/DiaCosto unitario por m² **15.87**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						15.41
470020003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	20.5700	5.49
470020006	PEON	hh	2.0000	0.5333	18.6000	9.92
EQUIPO						0.46
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3.0000	15.4100	0.46

LISTA DE INSUMOS DEL PRESUPUESTO

PROYECTO : TESIS: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL - 2022
 PRESUPUESTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO - HUANUCO 2022
 PROPIETARIO : TESIS: DEYVIS VICTORIO ABAD
 UBICACION : DPTO: HUANUCO PROV: HUANUCO DIST: HUANUCO LOC: MALECON LEONCIO PRADO 951 C.U.
 FECHA PROYECTO : 20/06/2023

Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo	Total
MANO DE OBRA					1,332,641.35
470020001	OPERARIO	hh	24,114.0978	26.15	630,583.66
470020003	OFICIAL	hh	26,634.6120	20.57	547,873.97
470020006	PEON	hh	7,694.5560	18.60	143,118.74
470010001	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	408.0009	27.12	11,064.98
MATERIALES					2,998,708.56
800010004	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =280 kg/cm ²	m ³	748.6290	475.00	355,598.78
490010005	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	glb	18.6128	60.00	1,116.77
800010003	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 kg/cm ²	m ³	1,399.2870	435.00	608,689.85
800010005	CONCRETO PREMEZCLADO C:H, 1:12	m ²	564.2334	380.00	214,408.69
020020067	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	6,119.4666	7.00	42,836.27
020020010	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	1,854.2946	7.00	12,980.06
020020071	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	1,762.5170	7.00	12,337.62
300010020	ADITIVO - DESMOLDANTE SIKA LAC	gln	94.3996	150.00	14,159.94
170010111	MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12" DE LONGITUD	p ²	29,967.9518	4.20	125,865.40
450010001	TRIPLAY LUPUNA 4"x8"x18mm/cc	pln	545.4846	90.00	49,093.61
720010001	TUBO PVC SEL 3m CLASE LIVIANA 3/4"	und	814.2443	8.05	6,554.67
030020074	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	222,152.4165	7.00	1,555,066.92
EQUIPO					353,364.56
490090001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	353.3701	4.72	1,667.91
490010006	CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd ³	hm	90.0817	250.00	22,520.41
490010007	CAMION VOLQUETE 6x4 330HP 15 m ³	hm	413.1038	280.00	115,669.07
370010006	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	und	21,157.3730	6.00	126,944.24
480010002	DOBLADORA DE FIERRO	hm	8,462.9492	5.00	42,314.75
370020002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.2825	1,332,641.35	43,743.45
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	0.0379	1,332,641.35	504.74

TOTAL: 4,684,714.47

Anexo 06
Cotizaciones

INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

Lima, 17 de Julio del 2023

PARA : DEYVIS VICTORIO ABAD
ALUMNO : UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN - HUANUCO
ATENCIÓN : **MG. MOISÉS EDGARD TORRES RAMIREZ (ASESOR)**

AISLADORES SÍSMICOS BASADO EN LAS SIGUIENTES
CARACTERÍSTICAS:

N°	Descripción	Cant.
1	Aislador elastomérico con núcleo de plomo tipo LRB, Pmax=1314 ton, DTM=380mm, keff@DM=206 ton/m. Ch=30.43 ton-s/m	6
2	Aislador elastomérico tipo RB, Pmax=687 ton, DTM=380mm, keff@DM=114 ton/m	15
3	Deslizador plano de fricción tipo Slider, Pmax=380 ton, DTM=380mm, $\mu=11.78\%$	7

PRECIO: 428,500.00 DÓLARES USA



CONSIDERACIONES:

1. La presente información se entrega para fines de desarrollo del proyecto de investigación: “RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL – 2022”.
2. CDV está colaborando con el presente trabajo mediante la emisión de costos referenciales de los dispositivos previamente diseñados por el estudiante. CDV no asume ninguna responsabilidad por el diseño y las metodologías empleadas en el desarrollo de la misma.
3. El precio de los dispositivos varía en función a las cantidades que se requieren.
4. Estos precios no son fijos en el tiempo, por lo tanto, no podrán ser usados para trabajos académicos posteriores a estas fechas. La actualización de precios se da mensualmente.
5. La información presentada es únicamente para fines académicos, no podrá ser usada como referencia oficial por alguna empresa o entidad, tampoco para el desarrollo de otra investigación. Se prohíbe la difusión cuyo objetivo sea diferente a los fines de la presente investigación.

NOTAS:

6. Precios dados en US\$ dólares USA
7. Aisladores Sísmicos fabricados en su totalidad en EE.UU. por DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS
8. Los precios incluyen ensayos a todos los dispositivos, requeridos de acuerdo a Norma ASCE 7-16, Capítulo 17.
9. Las cantidades y características de los amortiguadores usadas para la presente cotización fueron tomadas en base a *INFORMACIÓN ENTREGADA POR EL(LOS) INVESTIGADOR (ES)*.
10. No están considerados costos de nacionalización o importación a otros países distintos a Perú.
11. El presente costo está referido a suministro, no considera costos de instalación ni de materiales complementarios que se requieran.

Atentamente,

CDV INGENIERÍA ANTISÍSMICA



INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

Lima, 17 de Julio del 2023

PARA : DEYVIS VICTORIO ABAD
ALUMNO : UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN - HUANUCO
ATENCIÓN : **MG. MOISÉS EDGARD TORRES RAMIREZ (ASESOR)**

MUROS DE FLUIDO VISCOSO BASADO EN LAS SIGUIENTES
CARACTERÍSTICAS:

N°	Descripción	Cant.
1	Muros de fluido viscoso $\alpha=0.5$, $C=150$ ton-s/m, $F_n=60$ ton, Stroke= ± 50 mm	25
2	Muros de fluido viscoso $\alpha=0.5$, $C=301$ ton-s/m, $F_n=105$ ton, Stroke= ± 50 mm	29
3	Muros de fluido viscoso $\alpha=0.5$, $C=301$ ton-s/m, $F_n=130$ ton, Stroke= ± 50 mm	52

PRECIO: 3'980,000 DÓLARES USA



CONSIDERACIONES:

1. La presente información se entrega para fines de desarrollo del proyecto de investigación: “RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL – 2022”.
2. CDV está colaborando con el presente trabajo mediante la emisión de costos referenciales de los dispositivos previamente diseñados por el estudiante. CDV no asume ninguna responsabilidad por el diseño y las metodologías empleadas en el desarrollo de la misma.
3. El precio de los dispositivos varía en función a las cantidades que se requieren.
4. Estos precios no son fijos en el tiempo, por lo tanto, no podrán ser usados para trabajos académicos posteriores a estas fechas. La actualización de precios se da mensualmente.
5. La información presentada es únicamente para fines académicos, no podrá ser usada como referencia oficial por alguna empresa o entidad, tampoco para el desarrollo de otra investigación. Se prohíbe la difusión cuyo objetivo sea diferente a los fines de la presente investigación.

NOTAS:

6. Precios dados en US\$ dólares USA
7. Muros de fluido viscoso fabricados en su totalidad en EE.UU. por DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS
8. Los precios incluyen ensayos a todos los dispositivos, requeridos de acuerdo a Norma ASCE 7-16, Capítulo 18.
9. Las cantidades y características de los amortiguadores usadas para la presente cotización fueron tomadas en base a *INFORMACIÓN ENTREGADA POR EL(LOS) INVESTIGADOR (ES)*.
10. No están considerados costos de nacionalización o importación a otros países distintos a Perú.
11. El presente costo está referido a suministro, no considera costos de instalación ni de materiales complementarios que se requieran.

Atentamente,

CDV INGENIERÍA ANTISÍSMICA





CONCRETERA WUANUKO MIX FULL E.I.R.L.

RUC: 20602664989

Venta de Concreto Pre Mezclado
OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.
VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METÁLICOS
Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, arena gruesa, etc.



COTIZACIÓN N° 025-2023

Huánuco 01 de Agosto del 2023

SEÑORES : AGENCIA DE SERVICIOS MULTIPLES MARITIMA S.A.C.

RUC : 20489409608

OBRA : EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO

De nuestra mayor consideración:

Me es grato saludarlos y al mismo tiempo poner a su disposición nuestra mejor Propuesta De Concreto Premezclado. De acuerdo a las especificaciones técnicas solicitadas Puesto en obra.

ITEM	UND.	DESCRIPCIÓN	CEMENTO	PRECIO M ³
1	1 M ³	CONCRETO PREMEZCLADO F"C=280 KG/CM2	TIPO I	S/.475.00
2	1 M ³	CONCRETO PREMEZCLADO F"C=210 KG/CM2	TIPO I	S/.435.00
3	1 M ³	CONCRETO PREMEZCLADO F"C=210 KG/CM2	TIPO I	S/.380.00
4		SERVICIO DE BOMBA		S/.60.00

- Precio incluye I.G.V.
- Forma de pago Contado
- Requerimiento de atención será con 48 horas de anticipación
- Supervisión en planta por parte del contratista
- Las roturas de los testigos elaborados en planta se realizará en el laboratorio de la concreteta a los 7, 14, 28 días
- El máximo de tiempo de permanencia del concreto premezclado en obra será de 1 hora.
- Los testigos se elaboraran tanto en planta como en obra.
- Los operadores y demás trabajadores de parte de la concreteta contaran con SCTR.
- Dicha cotización tiene una vigencia de 15 días desde su emisión, pasada la fecha se realizará una nueva cotización.

Aprovechamos la oportunidad para agradecerle la confianza depositada en nosotros para trabajar juntos en este proyecto. Sin otro particular, quedamos de ustedes.

BANCO CREDITO CTA: 365-2486990-0-77 CCI: 002-365-002486990077-59

BANCO CONTINENTAL CTA: 0011-0210-010006172624 CCI: 011-210-000100061726-24

CTA DETRACCION: 00-580-015301

CONTACTOS: RHONALD FIGUEROA CRUZ CEL: 980 651 293
SERGIO RAUL LAVERIANO GHIO CEL: 990 908 690 / 941 537 558

CONCRETERA WUANUKO MIX FULL E.I.R.L.
RUC: 20602664989

Isaac Rhonal Figueroa Cruz
GERENTE GENERAL

JR. MARIANO MELGAR N° 146 PAUCARBAMBA - AMARILIS - HUÁNUCO

TELÉFONO 980651293 - 990908690 - 950379152

E - mail concretera wuanuko mix.full@hotmail.com

NOTA BIOGRÁFICA



Mis nombres y apellidos son **Deyvis Victorio Abad**, con DNI N° **73351130**, nacido un 19 de mayo de 1995 en el distrito de Obas, provincia de Yarowilca, departamento Huánuco.

Curse mis estudios del nivel inicial en la **Institución Educativa Inicial N° 050** del distrito de Obas, Yarowilca, Huánuco. Mis estudios primarios en la **Institución Educativa N° 32231 Hipólito Unanue** del distrito de Obas, Yarowilca, Huánuco. Mis estudios secundarios en la **Institución Educativa Inca Pachacutec** del distrito de Obas, Yarowilca, Huánuco.

Realicé mis estudios superiores en la **Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco**, cursando la **carrera profesional de Ingeniería Civil** en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura en el periodo entre abril del 2014 – diciembre del 2018.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



DECANATO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 28 días del mes de setiembre de 2023, siendo las 10:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N° 666-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N° 783-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 27.SET.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL – 2022**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil del Bachiller **DEYVIS VICTORIO ABAD**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Jesús Francisco Ascencio Condor, VOCAL y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

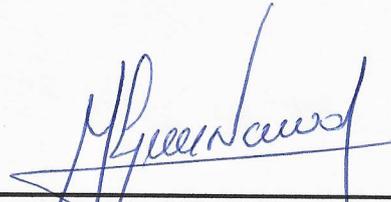
Concluido el acto de defensa, los miembros de jurado procedieron a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

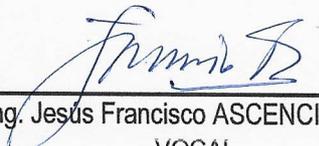
APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
VICTORIO ABAD DEYVIS	Aprobado	14	Bueno

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL - Título VII- Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las.....11:25 horas..... del mismo día 28/09/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


Mg. Ing. Elisa Raquel QUINTANILLA HERRERA
PRESIDENTE


Mg. Ing. Luis Fernando NARRO JARA
SECRETARIO


Mg. Ing. Jesús Francisco ASCENCIO CONDOR
VOCAL

**RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS**



RESOLUCIÓN VIRTUAL N°783-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 27 setiembre 2023

VISTO: La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 26.SET.2023, del Bachiller de Ingeniería Civil **DEYVIS VICTORIO ABAD**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis;

CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 26.SET.2023 del Bachiller de Ingeniería Civil **DEYVIS VICTORIO ABAD**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD – RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL 2022;

Que, con Resolución Virtual N°666-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 25.AGO.2023, se designo a la comisión de Revisar y Evaluar el Proyecto de Tesis a los docentes: PRESIDENTE: Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, SECRETARIO: Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, VOCAL: Mg. Ing. Hamilton Denniss Abal García, ACCESITARIO: Mg. Ing. Jesús Francisco Ascencio Córdor de la Tesis de la Bachiller de Ingeniería Civil **DEYVIS VICTORIO ABAD**;

Que, con Carta N° 85-2023-JD-ERQH, del Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, CARTA N° 052-2023/Mg.LFNJ, Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, OFICIO N° s/n-JFAC/FICA, del Mg. Ing. Jesús Francisco Ascencio Córdor, dan la conformidad a la tesis Titulado: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD – RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL 2022, del Bachiller de Ingeniería Civil **DEYVIS VICTORIO ABAD**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 24 de octubre, del 2022 en el Capítulo IV – Título III – Tesis – Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada: RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD – RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL 2022, del Bachiller de Ingeniería Civil **DEYVIS VICTORIO ABAD**, para el **jueves 28 setiembre 2023 a horas 10.00 am**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la FICyA por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.





D^o Víctor Manuel Golcochea Vargas
DECANO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TESIS



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°060-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VWD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL – 2022 del Bachiller Deyvis Victorio Abad de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 12 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 25 de setiembre 2023



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

REPORTE TURNITIN DE TESIS

NOMBRE DEL TRABAJO

**RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DE
L EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO
USANDO AMORTIGUADORES VWD RESP
ECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL
SISTEMA CONVENCIONAL - 2022**

AUTOR

Deyvis Victorio Abad

RECuento de palabras

34282 Words

RECuento de caracteres

178416 Characters

RECuento de páginas

190 Pages

Tamaño del archivo

18.2MB

Fecha de entrega

Sep 25, 2023 8:49 AM GMT-5

Fecha del informe

Sep 25, 2023 8:52 AM GMT-5

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
DOCENTE DE LA FICA

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRONICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	VICTORIO ABAD DEYVIS								
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	910 585 359	
Nro. de Documento:	73351130				Correo Electrónico:				deyvictorioabad@gmail.com

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>				
Apellidos y Nombres:	TORRES RAMIREZ MOISÉS EDGARD			ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-1036-7573			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	22494112

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	ASCENCIO CONDOR JESUS FRANCISCO
Vocal:	-----
Vocal:	-----
Accesitario	ABAL GARCIA HAMILTON DENNISS

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
“RESPUESTA ESTRUCTURAL Y COSTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CALICANTO USANDO AMORTIGUADORES VVD RESPECTO A LOS AISLADORES DE BASE Y AL SISTEMA CONVENCIONAL – 2022”
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico	Otros (especifique modalidad)	
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	VISCOUS WALL DAMPERS	AISLADOR DE BASE	SISTEMA CONVENCIONAL
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto <input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)	Fecha de Fin de Embargo:	
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):			SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	VICTORIO ABAD DEYVIS	Huella Digital
DNI:	73351130	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 29 DE SETIEMBRE DE 2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.