



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EL EDIFICIO “RESIDENCIAL SAMIRIA II” INCORPORANDO DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOSO EN DISPOSICIÓN DIAGONAL SIN MODIFICAR SU DISEÑO ARQUITECTÓNICO, LIMA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Emer Rider Eguizabal Espinoza

Asesor:

Ing. Mg. Gerson Elías Vega Rivera

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A dios que me dio las fuerzas y facultades para pensar en mi futuro;

A mi madre por su constante apoyo e incondicional afecto y cariño;

A mi linda esposa Sulema L. M., por sus palabras de apoyo

en los momentos más difíciles, quienes me apoyaron

a culminar con éxito esta gran meta soñado.

Emer R. Eguizabal Espinoza

AGRADECIMIENTO

A mi familia, ya que dieron parte de sus vidas para dar vida a mis ilusiones y metas de niño que ahora se hacen realidad, a mis profesores, mi asesor, ingenieros, por el apoyo incondicional en la elaboración de la investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLAS DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	13
RESUMEN	15
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad problemática	19
1.1.1. Antecedentes	30
1.1.2. Definiciones	32
1.2. Formulación del problema.....	34
1.2.1. Problema general.....	34
1.2.2. Problemas específicos	34
1.3. Justificación del estudio	34
1.3.1. Criterio teórico	34
1.3.2. Criterio aplicativo.....	35
1.3.3. Criterio académico	35
1.4. Limitaciones del estudio.....	36
1.5. Objetivos.....	36
1.3.1. Objetivo general	36
1.3.2. Objetivos específicos.....	37
1.6. Hipótesis	37
1.6.1. Hipótesis general	37
1.6.2. Hipótesis específicas	37
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	39
2.1. Tipo de investigación	39
2.1.1. Tipo de estudio.....	39
2.1.2. Diseño de investigación	39

2.1.3. Variables.....	40
2.1.3.1. Operacionalización de las variables.....	40
2.2. Población y muestra	41
2.2.1. Población.....	41
2.2.2. Muestra.....	41
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	41
2.3.1. Técnica de recolección de datos	41
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos	43
2.3.3. Análisis de datos	44
2.4. Procedimientos	45
2.4.1. Del objetivo específico 1	47
A. Procedimiento	47
B. Marco teórico	47
C. Desarrollo	54
2.4.2. Del objetivo específico 2	70
A. Procedimiento	70
B. Marco teórico	71
C. Desarrollo	78
a) Criterio 01: Arquitectura del proyecto.....	78
b) Criterio 02: Tipo de sistema estructural.....	82
c) Criterio 03: Tipo de disipador seleccionado	88
d) Criterio 04: Costos de inversión.	101
e) Criterio 05: Costos de mantenimiento	105
2.4.3. Del Objetivo específico 3	107
A. Procedimiento	107
B. Marco teórico	108
C. Desarrollo	120
Descripción y adecuación de la edificación en estudio.....	120
Pre-dimensionamiento de elementos estructurales de la edificación.....	125
Desplazamientos y Distorsiones	133
Calculo de los parámetros inherentes que definen el comportamiento de los Disipadores de Fluido Viscoso de disposición diagonal.....	143
Diseño Estructural Con Amortiguadores Lineales	149
Análisis comparativo de los resultados de las edificaciones con y sin disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal	152
Determinación de parámetros y comportamiento de la edificación con disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal	155
Diseño de Elementos Metálicos.....	159

CAPÍTULO III: RESULTADOS	161
3.1. Del objetivo específico 1	161
3.2. Del objetivo específico 2	164
Criterio 1	164
Criterio 2	164
Criterio 3	165
Criterio 4	165
Criterio 5	165
3.3. Del objetivo específico 3.	166
3.3.1. Respuesta comparativa del edificio con amortiguadores	166
3.3.2. Respuesta comparativa del edificio	166
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	170
4.1. Discusión.....	170
4.1.1. Del objetivo específico 1	170
4.1.2. Del objetivo específico 2.....	171
4.1.3. Del objetivo específico 3.....	172
4.2. Conclusiones	174
4.2.1. Del objetivo específico 1	174
4.2.2. Del objetivo específico 2.....	174
4.2.3. Del objetivo específico 3.....	175
4.3. Recomendaciones.....	176
REFERENCIAS	177
ANEXOS	179
Anexos 1: Matriz de consistencia.....	180
Anexos 2: Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del edificio.....	182
Anexos 3: Planos de arquitectura	209
Anexos 4: Planos de estructuras	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables	40
Tabla 2: Resumen de la descripción del proyecto	46
Tabla 3: Tabla de periodos de la Estructura	65
Tabla 4: Periodos de Vibración edificación	66
Tabla 5: Deriva de los sismos en X sin cambios en la arquitectura	67
Tabla 6: Deriva de los sismos en Y sin cambios en la arquitectura	68
Tabla 7: Deriva de los sismos en X sin modificar la arquitectura.....	84
Tabla 8: Deriva de los sismos en Y sin modificar la arquitectura.....	85
Tabla 9: Comparativo Chevron vs Diagonal para determinar el tipo de disipador a usar... 90	
Tabla 10: Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X.....	90
Tabla 11: Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y.....	92
Tabla 12: Coeficientes de periodo por sistema estructural.....	93
Tabla 13: Categoría de la edificación	94
Tabla 14: Costo de las especialidades en la edificación en estudio con amortiguamiento en disposición chevron	97
Tabla 15: Comparativo Chevron vs Diagonal para determinar el tipo de disipador a usar. 97	
Tabla 16: Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X.....	99
Tabla 17: Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y.....	100
Tabla 18: Coeficientes de periodo por sistema estructural	101
Tabla 19: Categoría de la edificación	102
Tabla 20: Costo de las especialidades en la edificación en estudio con amortiguamiento en disposición chevron	102
Tabla 21: Costo de los dispositivos según el tipo.....	103
Tabla 22: Costo de las especialidades en la edificación en estudio con amortiguamiento en disposición diagonal.....	104
Tabla 23: Costo de mantenimiento de los dispositivos según el tipo	106

Tabla 24: Tabla de periodos de la Estructura	131
Tabla 25: Periodos de Vibración edificación	133
Tabla 26: Niveles de Desempeño para estructuras	139
Tabla 27: Descripción de daño y deriva característica para edificios tipo CM1 (HAZUS)	139
Tabla 28: Niveles de desempeño y derivas objetivo para edificios tipo CM1 (HAZUS Y SEAOC VISION 2000).....	140
Tabla 29: Dimensiones PIPE 10 STD	148
Tabla 30: Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X.....	150
Tabla 31: Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y.....	151
Tabla 32: Resultados de distorsiones con y sin disipadores X - X.....	152
Tabla 33: Resultados de distorsiones con y sin disipadores Y - Y.....	153
Tabla 34: Comparación de derivas de entrepiso: edificio sin amortiguadores y edificio con Amortiguadores en el eje X	154
Tabla 35: Resultados de distorsiones en ambas direcciones de la edificación.....	161
Tabla 36: Resultados de distorsiones con disipadores en X - X.....	166
Tabla 37: Resultados de distorsiones con disipadores en Y - Y.....	167
Tabla 38: Derivas de entrepiso: edificio con Amortiguadores en el eje X.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas sísmicas del Perú	22
Figura 2: Zonas sísmicas del Perú por región.....	23
Figura 3: Mapa de Ubicación de la provincia de Lima	26
Figura 4: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas en el Perú	28
Figura 5: Localización de la edificación de 8 pisos.....	45
Figura 6: Pre-dimensionamiento de losa maciza	47
Figura 7: Pre- dimensionamiento de vigas	48
Figura 8: Carga viva mínima	49
Figura 9: Zonas sísmicas del Perú	50
Figura 10: Clasificación de los suelos	50
Figura 11: Parámetros de los suelos	51
Figura 12: Categorías de la Edificación y factor U	51
Figura 13: Sistema estructural del edificio	52
Figura 14: Irregularidad en estructuras en altura.....	52
Figura 15: Irregularidad en estructuras en planta	53
Figura 16: Límites para la distorsión de los entrepisos	54
Figura 17: Modelo asistido por el software Etabs 9.7.4	61
Figura 18: Aceleración espectral de la edificación en la zona 4.....	63
Figura 19: Modelo matemático Edificación asistido por el software Etabs 9.7.4.....	64
Figura 20: Pre-dimensionamiento de losa maciza	71
Figura 21: Pre- dimensionamiento de vigas	72
Figura 22: Carga viva mínima	73
Figura 23: Zonas sísmicas del Perú	73
Figura 24: Clasificación de los suelos	74
Figura 25: Parámetros de los suelos	74
Figura 26: Categorías de la Edificación y factor U	75

Figura 27: Sistema estructural del edificio	75
Figura 28: Irregularidad en estructuras en altura	76
Figura 29: Irregularidad en estructuras en planta	76
Figura 30: Límites para la distorsión de los entrepisos	78
Figura 31: Distribución del semi	79
Figura 32: Distribución del primer nivel	80
Figura 33: Distribución del segundo al octavo piso	81
Figura 34: Modelo matemático edificación asistido por el software Etabs 9.7.4.....	83
Figura 35: Ubicación en planta de los disipadores de fluido viscoso.....	88
Figura 36: Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 4.....	89
Figura 37: Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 7.....	89
Figura 38: Ubicación en planta de los disipadores de fluido viscoso.....	95
Figura 39: Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 4.....	96
Figura 40: Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 7.....	96
Figura 41: Pre-dimensionamiento de losa maciza	108
Figura 42: Pre- dimensionamiento de vigas	109
Figura 43: Carga viva mínima	110
Figura 44: Zonas sísmicas del Perú	110
Figura 45: Clasificación de los suelos	111
Figura 46: Parámetros de los suelos	111
Figura 47: Categorías de la Edificación y factor U	112
Figura 48: Sistema estructural del edificio	112
Figura 49: Irregularidad en estructuras en altura.....	113
Figura 50: Irregularidad en estructuras en planta	113
Figura 51: Límites para la distorsión de los entrepisos	114
Figura 52: Componentes de los disipadores viscosos	115
Figura 53: Disposiciones comunes, (I) en Chevron y (II) en diagonal.....	116

Figura 54: Coeficiente de amortiguamiento en función del amortiguamiento equivalente	119
Figura 55: Localización de la edificación de 8 pisos.....	120
Figura 56: Distribución del semi sótano – estacionamiento de vehículos.....	122
Figura 57: Distribución del primer nivel	123
Figura 58: Distribución del segundo al octavo piso	124
Figura 59: Modelo asistido por el software Etabs 9.7.4	127
Figura 60: Aceleración espectral de la edificación en la zona 4.....	129
Figura 61: Modelo matemático Edificación asistido por el software Etabs 9.7.4	130
Figura 62: Solicitaciones Sísmicas en la Ciudad de Lima.....	134
Figura 63: Componente (E-W) Huacho 1966.....	135
Figura 64: Componente (N-S) Huacho 1966.....	135
Figura 65: Componente (E-W) Huaraz 1970.....	136
Figura 66: Componente (N-S) Huaraz 1970.....	136
Figura 67: Componente (E-W) Cañete 1974.....	137
Figura 68: Componente (N-S) Cañete 1974	137
Figura 69: Ubicación en planta de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal.....	142
Figura 70: Ubicación en elevación de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal en el eje 4	142
Figura 71: Ubicación en elevación de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal en el eje 7	143
Figura 72: Propiedades del Dispositivo Taylor Devices - Argollas	146
Figura 73: Propiedades del Dispositivo Taylor Devices - Plancha Base.....	147
Figura 74: Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores X - X.....	153
Figura 75: Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores Y - Y.....	154
Figura 76: Ubicación de los disipadores en el eje X - X	157
Figura 77: Propiedades del Dispositivo – Placa base	158

Figura 78: Propiedades geométricas HSS9.625 – HSS6.875	159
Figura 79: Resultados de distorsiones en la edificación máxima deriva 0.0101 según la normal debe ser menor al 0.007	162
Figura 80: Resultados de distorsiones en la edificación máxima deriva 0.0027 según la normal debe ser menor al 0.007	163
Figura 81: Resultados de distorsiones en la edificación.....	163
Figura 82: Diferencias de Distorsiones con disipadores X - X	167
Figura 83: Diferencias de Distorsiones con disipadores Y - Y	168

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuacion 1	48
Ecuacion 2	48
Ecuacion 3	48
Ecuacion 4	48
Ecuacion 5	53
Ecuacion 6	53
Ecuacion 7	53
Ecuacion 8	62
Ecuacion 9	62
Ecuacion 10	66
Ecuacion 11	84
Ecuacion 12	117
Ecuacion 13	117
Ecuacion 14	117
Ecuacion 15	118
Ecuacion 16	118
Ecuacion 17	118
Ecuacion 18	119
Ecuacion 19	119
Ecuacion 20	128
Ecuacion 21	129
Ecuacion 22	133
Ecuacion 23	141
Ecuacion 24	144
Ecuacion 25	145
Ecuacion 26	148

Ecuacion 27 149

RESUMEN

La presente investigación estudiara los sistemas de protección sísmica con disipadores de energía, dando énfasis al sistema de fluido viscoso en disposición diagonal, que se centra en desarrollar y mostrar todo el proceso de análisis, desempeño, diferencias entre un edificio sin y con disipadores de energía incorporando al edificio dual con uso multifamiliar y diseño de sistemas de protección sísmica modernos como lo son los disipadores sísmicos de fluido viscoso en disposición diagonal.

El objetivo primario de esta investigación es el determinar cómo influye la incorporación de Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal en el control de la respuesta sísmica de la edificación, para tal efecto se realizó un estudio de las variables que se involucran en su desarrollo, así como la determinación del sistema estructural del edificio y elementos que conforman la estructura, la evaluación de irregularidades en planta y altura para las consideraciones estructurales. Además, determinar el factor R y los desplazamientos laterales de cada nivel, la obtención de los registros sísmicos compatibles para nuestras condiciones locales, escalatoria de los registros sísmicos a nuestro espectro de diseño normativo, análisis Tiempo Historia, determinación de las características de los disipadores, diseño de los Disipadores entre otras (Vela, 2011).

Para tal fin se desarrollaron modelo matemático de la edificación en el software ETABS v18 (versión de prueba de 30 días). Los métodos utilizados para el cumplimiento de nuestros objetivos fueron analíticos a la edificación en estudio (Planos, estudio de suelos, entre otros.).

Se concluye el proceso de análisis y diseño estructural de la edificación de uso multifamiliar (vivienda), la estructura ante el evento de un sismo severo, estará en la capacidad de soportar sin ninguna falla estructural y brindar el resguardo de vida y estabilidad global en la estructura principal que conforma la edificación, teniendo un daño de leve ha moderado reparable la estructura principal y ante un evento sísmico severo, en una estructura convencional sin disipadores de energía, la absorción de las fuerzas sísmicas lo realizan los muros estructurales (placas) y columnas que conforman la estructura principal, en un edificio con disipadores, son ellos los primeros en realizar la absorción sísmica dejando la diferencia a la estructura principal de la edificación y al suelo de fundación si se considerase el efecto de interacción sísmica suelo estructura con la finalidad de disminuir la fuerza sísmica generado en la estructura principal (Vargas, 2018).

Los disipadores de energía fluido viscoso en disposición diagonal no alteran los periodos naturales de vibración ni las frecuencias en la edificación, manteniendo dichos valores estables en los diferentes modelos matemáticos elaborados en el presente estudio. La incorporación de disipadores viscosos logró satisfacer las necesidades estructurales y cumplir el requerimiento arquitectónico y otros requerimientos principales del proyecto en estudio.

Finalmente los resultados de la evaluación económica basada en precios propuestos por el fabricante indican que el costo del sistema de amortiguamiento de fluido-viscoso en disposición diagonal en esta estructura y para este nivel de desempeño, está alrededor de los \$ 112 600 para el edificio en estudio lo cual varía en otra edificación (Corrales, 2010).

Palabras clave: Disipadores de energía, desempeño sísmico, análisis lineal, Análisis no lineal rápido, control de derivas, base de datos IGP.

ABSTRACT

This research will study seismic protection systems with energy dissipators, emphasizing the viscous fluid system in diagonal arrangement, which focuses on developing and showing the entire analysis process, performance, differences between a building without and with energy dissipators. incorporating the dual building with multi-family use and design of modern seismic protection systems such as viscous fluid seismic dissipators in diagonal arrangement.

The primary objective of this research is to determine how the incorporation of Viscous Fluid Dissipators in diagonal arrangement influences the control of the seismic response of the building, for this purpose a study of the variables that are involved in its development was carried out, thus such as the determination of the structural system of the building and elements that make up the structure, the evaluation of irregularities in plan and height for structural considerations. In addition, determining the R factor and the lateral displacements of each level, obtaining the compatible seismic records for our local conditions, scaling the seismic records to our regulatory design spectrum, Time History analysis, determining the characteristics of the dissipators, design of the Heatsinks among others (Vela, 2011).

For this purpose, a mathematical model of the building was developed in the ETABS v18 software (30-day trial version). The methods used to fulfill our objectives were analytical to the building under study (Plans, soil study, among others.).

The process of analysis and structural design of the building for multifamily use (housing) is concluded, the structure in the event of a severe earthquake, will be able to withstand

without any structural failure and provide the protection of life and global stability in the

The main structure that makes up the building, having a slight damage, the main structure has been repairable, and in the event of a severe seismic event, in a conventional structure without energy dissipators, the absorption of seismic forces is carried out by the structural walls (plates) and columns that make up the main structure, in a building with dissipators, they are the first to carry out seismic absorption, leaving the difference to the main structure of the building and the foundation soil if the effect of seismic soil-structure interaction is considered in order to decrease the seismic force generated in the main structure (Vargas, 2018).

The viscous fluid energy dissipaters in diagonal dissipation do not alter the natural periods of vibration or the frequencies in the building, keeping said values stable in the different mathematical models elaborated in the present study. The incorporation of viscous dissipators was able to satisfy the structural needs and meet the architectural requirement and other main requirements of the project under study.

Finally, the results of the economic evaluation based on prices proposed by the manufacturer indicate that the cost of the fluid-viscous damping system in diagonal arrangement in this structure and for this performance level, is around \$ 112,600 for the building in study which varies in another building (Corrales, 2010).

Keywords: Energy sinks, seismic performance, linear analysis, fast nonlinear analysis, drift control, IGP database.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Con el paso de los años, el mundo entero vio como la naturaleza ha demostrado su fuerza. Los desastres asociados a terremotos han generado grandes pérdidas a la humanidad a lo largo de la historia, tanto en términos de vidas como en términos económicos, superioridad e imponencia ante el ser humano. Se tiene registro de su comportamiento impredecible, poco controlado y lo devastador de su actuación.

Vargas, (2012) “Tras el terremoto que sucedió el 11 de Marzo del 2011 en Japón, dejó alrededor de 21000 muertos, pero pudo haber dejado más víctimas de no ser por la existencia de la estricta normativa antisísmica que desde hace décadas se aplica en Japón, desde 1981 se cambió la normativa en Japón”.

Corrales M. (2010) “**Análisis comparativo del comportamiento estructural entre una edificación destinada a una vivienda de ocho, doce y dieciséis pisos, con sistemas de aislación y disipación de energía sísmica**” nos comenta que los últimos 25 años 10 desastres naturales que generaron mayor cantidad de pérdidas económicas, también 6 fueron terremotos (y tsunamis producidos por terremotos), Es decir, de un total de 1.022.200 víctimas causadas por esas diez catástrofes, 617.200 son imputables a eventos de origen sísmico. Los cuales causaron pérdidas por 497.000 millones de US\$, lo cual constituye un 62% del total de 771.000 millones de US\$, producidos por los 10 desastres mencionados. En un análisis presentado en Corrales y Miquelena (2010) se estudian los casos de países que presentan limitaciones extremas de

comercio, graves dificultades para cubrir las necesidades alimenticias de su población, y, adicionalmente, son países ubicados en zonas de fuertes amenazas naturales y con altos niveles de vulnerabilidad.

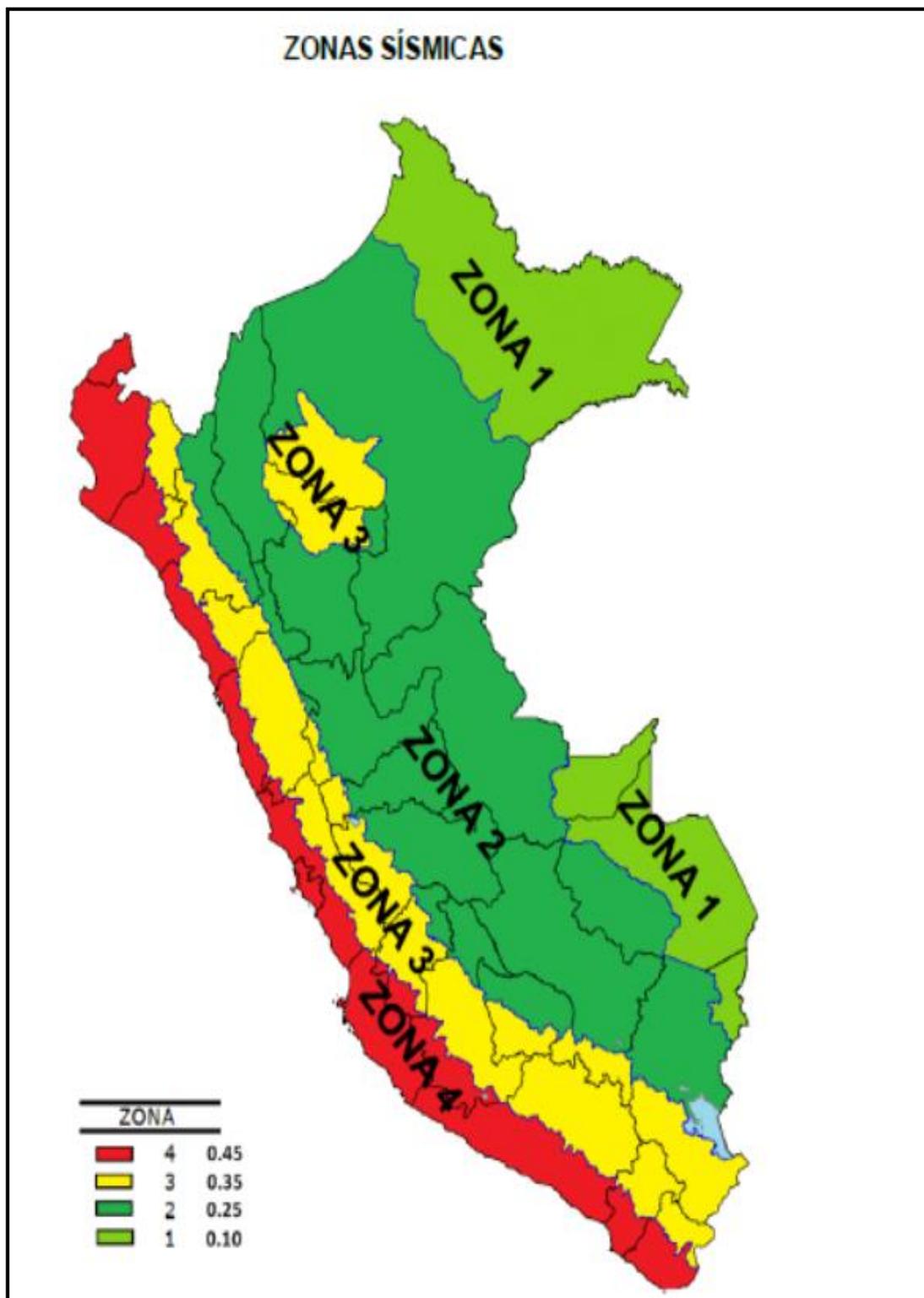
La zona costera del Perú es la de mayor riesgo ante la ocurrencia de sismos de elevada magnitud con relativa frecuencia. Durante los últimos 500 años de historia, todas las ciudades cercanas a la zona costera han sido afectadas por sismos en menor y mayor grado. A la vez, dependiendo de la morfología de sus costas, los tsunamis se han hecho presentes en zonas puntuales con mayor intensidad. Del mismo modo, la presencia de procesos de licuación han sido más frecuentes en zonas costeras; mientras que, los deslizamientos se hicieron presentes en zonas de acantilados y en las vertientes de la cordillera Andina (Vela, 2011).

El Perú es un país altamente sísmico y según la clasificación mundial le corresponde 9 grados en la escala Mercalli Modificada. Cerca de 18 millones de peruanos viven en zonas sísmicas y están expuestos a las constantes amenazas de ocurrencias de sismos. Está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo (Vargas, 2018) (ver figura, pág. 17 y pág. 18).

La primera alternativa representa al diseño sísmico convencional, en donde se trabaja en función de la resistencia y la ductilidad de la estructura para que esta soporte las diferentes sollicitaciones sísmicas producidas por un sismo. El ingeniero a cargo del diseño se apoya en el amortiguamiento inherente de la estructura; este diseño permite cierto grado de daño en la estructura, pero sin llegar al colapso.

La segunda alternativa consiste en utilizar sistemas modernos de protección sísmica. La experiencia mundial ha demostrado a la comunidad de ingenieros y usuarios a nivel mundial que frente a sismos intensos estos sistemas son sumamente eficientes y han evitado posibles daños tanto a la estructura como a sus ocupantes.

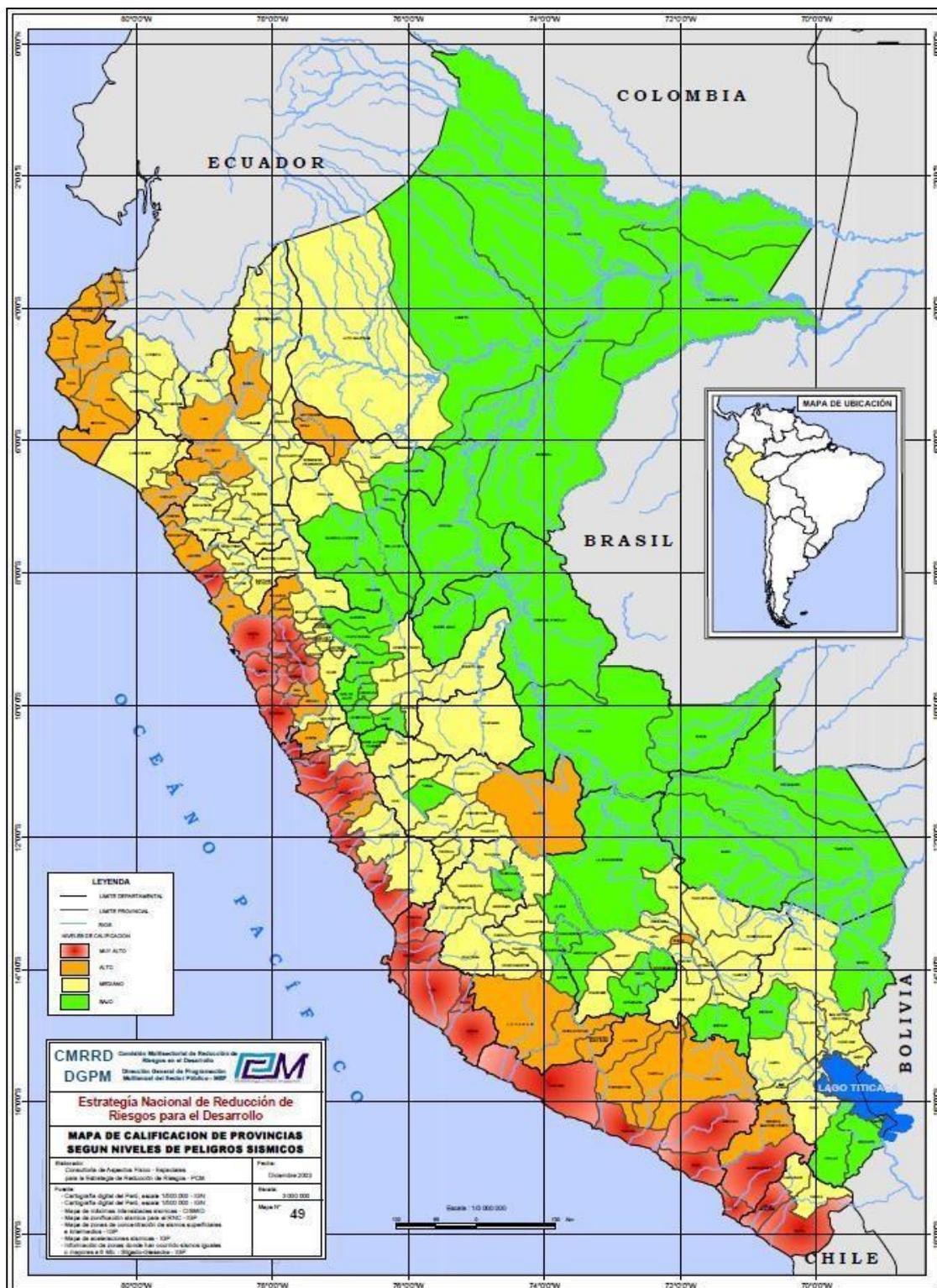
Los sistemas que más se emplean en edificaciones de mediana a gran altura, por las ventajas técnicas y económicas que ofrecen, son los disipadores sísmicos viscosos en diferentes disposiciones (Taylor, 2015). Durante un evento sísmico, estos dispositivos disipan gran parte de la energía sísmica, una pequeña parte se disipa por histéresis y otra porción es absorbida por la estructura (Aguilar, 2010). Es así que se reduce substancialmente la cantidad de energía que debe ser disipada por la estructura, evitando así posibles fallas o daños en los mismos generados por las fuerzas sísmicas.



Fuente: RNE - 2016

Figura 1. Zonas sísmicas del Perú.

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio "Residencial Samiria II" incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020



Fuente: CMRRD - DGPM

Figura 2. Zonas sísmicas del Perú por región.

estos son los factores determinantes y alternativas para establecer un modelo físico y matemático del problema, cuyo mecanismo de falla los identifica como deslizamientos y comportamiento de las edificaciones, los disipadores de energía se encuentran dentro de lo que son los sistemas de control pasivo. Son elementos de carácter reactivo cuya respuesta no es confiable y depende exclusivamente de las condiciones de trabajo. Este tipo de dispositivos, a su vez se dividen en: Disipadores Histeréticos y Dispositivos Viscoelásticos (Báez, 2009).

Actualmente se vienen usando los Disipadores Fluido Viscosos (DFV) en muchos países tales como Japón, Taiwán, China, entre otros y la historia de su uso prueba la capacidad de estos sistemas de reducir la demanda sísmica sobre las diferentes edificaciones.

En los edificios aporticados estos dispositivos suelen ser muy efectivos para el control de la deriva y la reducción de las solicitaciones internas en los elementos estructurales. En el mercado local ya se encuentran disponibles dispositivos de amortiguamiento y es de esperar que paulatinamente se vayan incorporando en el proyecto de nuevas edificaciones.

Se ha demostrado experimentalmente que los disipadores fluido viscosos, incrementan amortiguamiento y reducen las deformaciones, derivas de entrepisos, fuerzas cortantes, velocidades y aceleraciones (Constantinou, 2010). Además, la experiencia del uso de disipadores de fluido viscoso en diversos países como Estados Unidos,

Japón, México, Chile entre otros muestra su gran capacidad para reducir hasta en un 70% la energía sísmica en las estructuras (CDV Ingeniería).

La región Lima no sólo se encuentra en la zona más sísmica de nuestro país, sino del planeta por encontrarse en la zona llamada “Cinturón de Fuego del Pacífico”, que está constituida por la placa de Nazca y la placa de Cocos debajo de la placa sudamericana que se desplaza hacia el oeste.

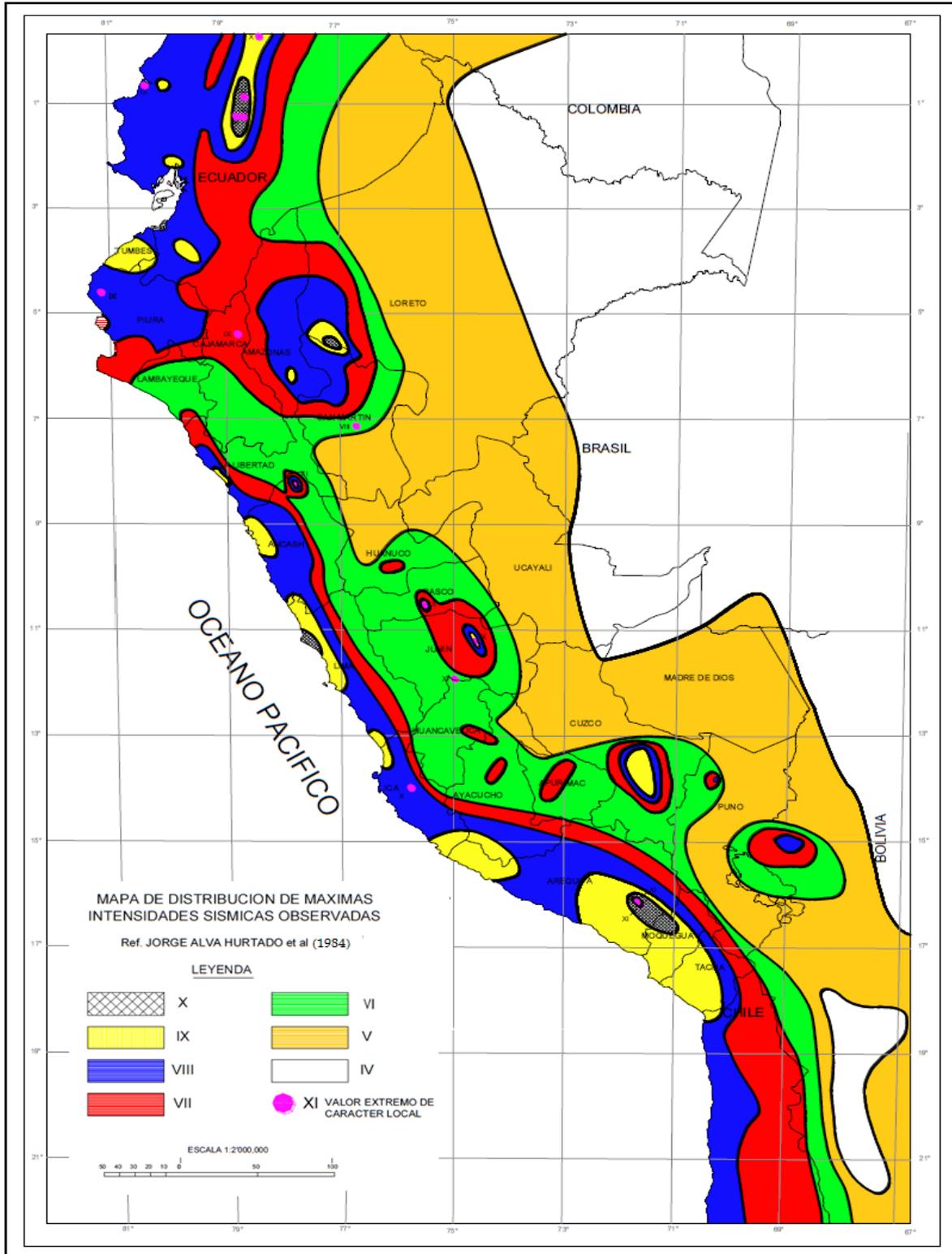
El lecho del océano Pacífico reposa sobre varias placas tectónicas, las cuales están en permanente fricción y por ende, acumulan tensión. Cuando esa tensión se libera, origina terremotos en los países del cinturón. Además, la zona concentra actividad volcánica constante. En esta zona las placas de la corteza terrestre se hunden a gran velocidad y a la vez acumulan enormes tensiones que deben liberarse en forma de sismos. (Ver mapas en la figura. 1 y 2).



Fuente: INEI

Figura 3. Mapa de Ubicación de la provincia de Lima.

La ciudad de Lima se encuentra localizada a orillas del Océano Pacífico, a los 12°04' Latitud Sur y 72°22' de Longitud Oeste; tiene una extensión de 2812 Km² de los cuales 798,6 Km² son de área urbanizada, 179.9 Km² de tierras de cultivo y 1833.5 Km² de tierras montañosas con pocas posibilidades de ser urbanizadas. Limita por el Este con las estribaciones de la Cordillera de los Andes y por el Oeste con el Océano Pacífico. La altitud es de 154 m.s.n.m., en promedio. Tiene una extensión territorial de 4669 km², y según el XII Censo Nacional de Población y VII de vivienda de 2017, su población es de 9 174 855 habitantes, distribuida en cuarenta y tres distritos (Lima, Ancón, Ate, Barranco, Breña, Carabayllo, Chaclacayo, Chorrillos, Cieneguilla, Comas, El Agustino, Independencia, Jesús María, La Molina, La Victoria, Lince, Los Olivos, Lurigancho, Lurín Magdalena del Mar, Miraflores, Pachacámac, Pucusana, Pueblo Libre, Puente Piedra, Punta Hermosa, Punta Negra, Rímac, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, San Luis, San Martín de Porres, San Miguel, Santa Anita, Santa María del Mar, Santa Rosa, Santiago de Surco, Surquillo, Villa El Salvador, Villa María del Triunfo). Los poblados más importantes de la provincia de Lima. La población económicamente activa es de 73 443 habitantes. La densidad poblacional de la región Lima es de 3 436 hab/km².



Fuente: ministerio de energía y minas.

Figura 4. Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas en el Perú.

Los disipadores viscosos son dispositivos que dependen de la velocidad y no del desplazamiento, razón por la cual no varía la rigidez de la estructura, ni tampoco incrementan los esfuerzos en los elementos estructurales.

Actualmente existen dos grandes fabricantes: Kajima Corporation de Japón y Taylor Devices Incorporation de Estados Unidos. Los disipadores manufacturados por ambas empresas se basan en el mismo concepto: disipar energía mediante el flujo forzado de un fluido (aceite o silicona).

En esta investigación, se emplearon disipadores viscosos Taylor, por ser el principal fabricante a nivel mundial y el que puede encontrarse en el mercado nacional.

Los disipadores viscosos Taylor se vienen manufacturando desde hace aproximadamente 50 años, donde su uso era limitado solo para aplicaciones militares.

Con el fin de la guerra fría en 1990 se permitió la comercialización para el público en general. Dado que esta tecnología era confiable y había demostrado un buen comportamiento a través de las décadas, la implementación a estructuras comerciales se llevó a cabo rápidamente.

Fueron pocas las empresas capaces de hacer la transición de su tecnología para el mercado comercial. Taylor Devices Inc., con sede en Nueva York, es un fabricante de productos de disipación de energía para uso militar y de defensa, iniciando en 1987 sus salidas comerciales para sus productos de defensa. Hasta la fecha, más de 240 estructuras están empleando estos disipadores viscosos para obtener un mejor comportamiento estructural ante excitaciones sísmicas o de viento.

La experiencia ha demostrado que el uso de los sistemas de Amortiguamiento de Fluido-Viscoso (SAFV) como los disipadores de fluido viscoso en sus disposiciones diferente de uso han demostrado la mejora del desempeño sísmico de los edificios, disminuyendo el

riesgo de pérdida de vidas humanas y de materiales importantes o de valor histórico. Los SAFV y disipadores de energía permiten un ahorro importante en gastos de reparación en los edificios comunes, importantes y esenciales y como también en costos indirectos producidos por la interrupción del servicio de la edificación, prevención reparaciones generales por fallas en estructuras principales que conforma el edificio en la ciudad de lima.

1.1.1. Antecedentes

(Orellana y Sánchez, 2006) Las técnicas de recolección de datos basadas en la observación y participación, practicadas en entornos convencionales, consisten en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos. En base a esto puede decirse que en los entornos virtuales la participación y observación del investigador se desarrolla de forma similar, potencialmente con mayor dinamismo e interacción; indudablemente la participación constituye implícitamente la observación del investigador.

(Chávez 2008) define a la observación como una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo

presente”; y no permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado. Así mismo, la observación no permite conocer los proyectos de vida, expectativas, ni actitudes latentes en los individuos y grupos que el investigador observa. Al respecto, la técnica de la observación se complementa con la técnica de la entrevista o el cuestionario y/o la técnica del análisis de contenido; dependiendo esto del tipo y alcances de la investigación.

Calduch (2014) Se analiza los datos estadísticos mediante el método de inferencia estadística, ya que es una técnica que permite conocer cuál será la posible conducta de una población con un determinado margen de error calculado en probabilidad; para eso se recoge información empírica de una muestra.

Gongora (2019) En los instrumentos de análisis de datos se utilizan gráficos estadísticos y tablas de frecuencias por lo que se emplea el software de Microsoft Excel. Así como también, para el análisis de datos se recurre al software estadístico donde se aplicará la prueba de normalidad Shapiro Wilk, seguido se procede al análisis de varianza o ANOVA, luego la homogeneidad de varianza, dentro de esta se encuentra Test de Levene, finalmente se realiza la prueba de Turkey.

Carbajal (2012) define a los instrumentos de recolección de datos como un mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información,

los instrumentos asociados a la observación sería: la guía de observación, lista de control, registro anecdótico, escalas de opinión, ficha de observación, listas de chequeo.

Fariñas (2018) indica que un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados.

Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos Fernando Castro Márquez indica que las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación.

1.1.2. Definiciones

Sistemas de disipación sísmica

Un dispositivo denominado disipador sísmico tiene como función principal absorber (quemar) la energía sísmica que ingresa al edificio a través de su interacción con su suelo de fundación para luego disiparla en otra forma de energía como la es el calor,

el sonido, la plastificación de materiales, deformación de fluidos de alta viscosidad, entre otras.

Sistemas de aislación de base

Estos sistemas lo que realizan es el impedir por medio de unos dispositivos que son colocados en la base de la edificación que todo el movimiento del suelo se transfiera hacia la superestructura de la edificación, reduciendo de esta manera considerablemente los esfuerzos en elementos estructurales y no estructurales, también se ven bastante reducidas los desplazamientos y por ende el nivel de daño se reduce en un buen porcentaje.

Construcción de Edificaciones con Disipadores de Energía Sísmica

Edificaciones con Disipadores de Energía, desarrolla la ejecución de los cálculos de edificios con los diferentes tipos de disipadores de energía (Disipadores de fluido viscoso en cual quera de las disposiciones, disipadores por fricción, disipadores viscoelásticos sólidos y los disipadores por la plastificación de materiales) de acuerdo al análisis tiempo-historia bajo la acción de un acelerograma real e intenso en la historia nacional para luego realizar la comparación de los resultados obtenidos y la elaboración de las recomendaciones para el cálculo sísmico del edificio investigado, donde se consideró el efecto de disipación de energía.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo evaluar y analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020?
- ¿Qué criterios y consideraciones se utilizaron para la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020?
- ¿Cómo diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020?

1.3. Justificación del Estudio

1.3.1. criterio teórico

Al no conocerse algún uso de disipadores de energía de fluido viscoso y otros disipadores, es necesario saber y conocer si realmente se puede alcanzar la estabilidad y disipación necesaria en nuestro país, con los métodos existentes en las construcciones modernas, si así fuese, se lograría reducir los daños sísmicos y a su

mínima expresión en seguridad de los ocupantes de los inmuebles afectados por los danos generados por el evento sísmico.

1.3.2. criterio aplicativo

Para el rubro de construcción que actualmente está aplicado este método en diferentes partes de las construcciones en general en nuestro país a nivel nacional, la seguridad sísmica se ha tomado en cuenta como debería ser en los últimos años pero si existen lugares y zonas que a un no se ha tomado en cuenta las grandes tecnología para la protección e implementación de los amortiguadores en diferentes disposiciones, por lo tanto el desafío de la ingeniería moderna es lograr que el edificio no colapse ante los evento sísmicos en un sismo moderado y que la estructura quede operativa o con menos danos materiales y con 0% de daños humanos.

1.3.3. criterio académico

La principal motivación para iniciar ésta investigación es mejorar la seguridad estructural en todos las estructuras principales e secundarias son elementos que conforman la estructura ante un evento sísmico principalmente en las edificaciones que albergan gran cantidad de ser humanos, en la presente investigación nos enfocamos a la estructura de edificaciones y la proteger a la población que albergan dentro de la estaciones de las edificaciones principales e esenciales, empezar una construcción más segura con el entorno ya que las edificaciones en general no están afectos con este nuevo proceso constructivo moderno para la aplicación en las

construcciones modernas que permite reducir potencial de daños ante un evento sísmico entre el 70% y 40% en la estructuras principales y esenciales.

1.4. Limitaciones del Estudio

- ✓ Limitado número de pruebas puesto que no se cuenta con un laboratorio propio o en la universidad.
- ✓ Limitado número de cotejos, en el mismo caso que en las pruebas, no se cuenta con un laboratorio propio para poder realizar todas las pruebas necesarias.
- ✓ No se cuenta con una edificación en proceso de ejecución ni existente que acepte realizar las pruebas constructivas directas en la construcción y poder tener un antecedente más contundente para su futura aplicación en las diferentes estructuras, aun así se alcance la estabilización y disipación solicitada en la edificación en estudio.
- ✓ En estos últimos tiempos estamos sujetos a la aplicación directa del disipador en estudio, con la incrementación de elemento estructural en una edificación existente o en proceso de construcción y/o otros elementos estructurales, con la importación de protección ante un evento sísmico leve o moderado.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

- Evaluar y analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.
- Determinar los criterios y consideraciones que se utilizaron en la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.
- Diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

El diseño y evaluación del desempeño sísmico ayudaran a mejorar las condiciones estructurales del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La evaluación y el analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional será factible para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.

- Los criterios y consideraciones que se utilizaron ayudaron en la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.
- El diseño y evaluación del desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal ayudara a que no se modifique el diseño arquitectónico, Lima – 2020.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 Tipo de Estudio

La investigación es de tipo descriptiva debido a que trata de investigar los niveles, tipos, etc., con alcance exploratorio y comparativo de carácter experimental. La investigación responde a una problemática que exige precisar el estado de una variable cuando es afectado por la condición de otra. De forma específica, sobre la base de antecedentes analizados en edificios con otros sistemas estructurales convencionales se postula que tras implementar dispositivos de disipadores de energía en disposición diagonal en un proyecto, este, debería mejorar su desempeño sísmico pero se necesita precisar “cuánto” y si existe una mejora en los resultados, de manera que permita catalogar la mejora del desempeño como un cambio importante y satisfactorio para resolver el problema de la solución estructural en esta estructura frente a sismos moderados con una población en particular, por lo que realiza mediciones, califica y cuantifica una variable (Hernández-Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

2.1.2 Diseño de investigación

(Vargas, 2018) define a la investigación descriptiva como aquella que se encarga de calificar, medir, mensurar y cuantificar una variables en las investigaciones científicas para el desarrollo de nuestra sociedad.

De acuerdo a la definición planteada por Vargas nuestra investigación propuesta cumplen las características planteadas por el autor, generalidades que definan y hacen cumplir la investigación, por lo que se puede definir que esta investigación es descriptiva pura con

comparación de una investigación no descriptiva, porque se encargará de calificar y medir la influencia de un sismo severo en una edificación con disipadores de energía de fluido viscoso en cualquier disposición entre el mismo edificio sin disipadores de energía incorporados. La estabilidad prima ante fuerzas externas en el edificio de 8 pisos en la ciudad de lima generalmente en el distrito de surco donde se encuentra ubicado nuestro proyecto en estudio y niveles de investigación explicativo no experimental en la presente investigación por ello toma dos variables independiente de forma confiable a través de una metodología con operaciones matemáticas.

2.1.3 Variables

- **Variable independiente:** Disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal.
- **Variable dependiente:** desempeño sísmico de una edificación de 8 pisos en Lima.

3.1.1 Operacionalización de las variables

En el siguiente cuadro se mostrará la matriz de consistencia.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Desempeño sísmico en edificio existente con disipadores de energía de fluido viscoso en		Tipo de sistema estructural	Sistema Constructivo Dual
		Análisis Estático	Fuerzas Equivalentes
		Análisis Dinámico	Tiempo - Historia

disposición diagonal		
	Análisis no lineal-elástico	Sismo Severo

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

La población destinada para esta investigación será el conjunto o grupo con características definidas o también conjunto de individuos al que se refiere una pregunta del presente estudio, respecto al cual se pretende concluir algo. De acuerdo a las definiciones anteriores, para esta investigación se considera como población a todo el proyecto de la residencial Samiria II en la ciudad de lima.

2.2.2 Muestra

Para nuestro caso la muestra está conformado como un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc. Sobre el cual se abra de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia en la presente investigación. De acuerdo a las definiciones anteriores, para esta investigación no se considera trabajo con muestra procesada puesto que se tiene acceso a toda la información del proyecto de la residencia Samiria II en la ciudad de lima.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnica de recolección de datos

(Orellana y Sánchez, 2006) Las técnicas de recolección de datos basadas en la observación y participación, practicadas en entornos convencionales, consisten en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos. En base a esto puede decirse que en los entornos virtuales la participación y observación del investigador se desarrolla de forma similar, potencialmente con mayor dinamismo e interacción; indudablemente la participación constituye implícitamente la observación del investigador.

(Chávez 2008) define a la observación como una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo presente”; y no permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado. Así mismo, la observación no permite conocer los proyectos de vida, expectativas, ni actitudes latentes en los individuos y grupos que el investigador observa. Al respecto, la técnica de la observación se complementa con la técnica de la entrevista o el cuestionario y/o la técnica del análisis de contenido; dependiendo esto del tipo y alcances de la investigación.

Esta investigación utilizará la observación estructurada como técnica de recolección de datos, ya que el observador es presentado físicamente y maneja los criterios para poder registrar la característica de la estructura del proyecto y la funcionalidad de la estructura las características de los elementos del sistema de proyección sísmica.

2.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Carbajal (2012) define a los instrumentos de recolección de datos como un mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información, los instrumentos asociados a la observación sería: la guía de observación, lista de control, registro anecdótico, escalas de opinión, ficha de observación, listas de chequeo.

Fariñas (2018) indica que un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados.

Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos Fernando Castro Márquez indica que las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación.

Para ésta investigación se usará el instrumento de la guía de observación, para la descripción de los fenómenos actuantes en la caracterización de materiales y el análisis

del comportamiento mecánico de los sistemas de protección sísmica y el comportamiento de la estructura en su estado inicial sin la protección sísmica.

2.3.3 Análisis de datos

Calduch (2014) Se analiza los datos estadísticos mediante el método de inferencia estadística, ya que es una técnica que permite conocer cuál será la posible conducta de una población con un determinado margen de error calculado en probabilidad; para eso se recoge información empírica de una muestra.

Gongora (2019) En los instrumentos de análisis de datos se utilizan gráficos estadísticos y tablas de frecuencias por lo que se emplea el software de Microsoft Excel. Así como también, para el análisis de datos se recurre al software estadístico donde se aplicará la prueba de normalidad Shapiro Wilk, seguido se procede al análisis de varianza o ANOVA, luego la homogeneidad de varianza, dentro de esta se encuentra Test de Levene, finalmente se realiza la prueba de Turkey.

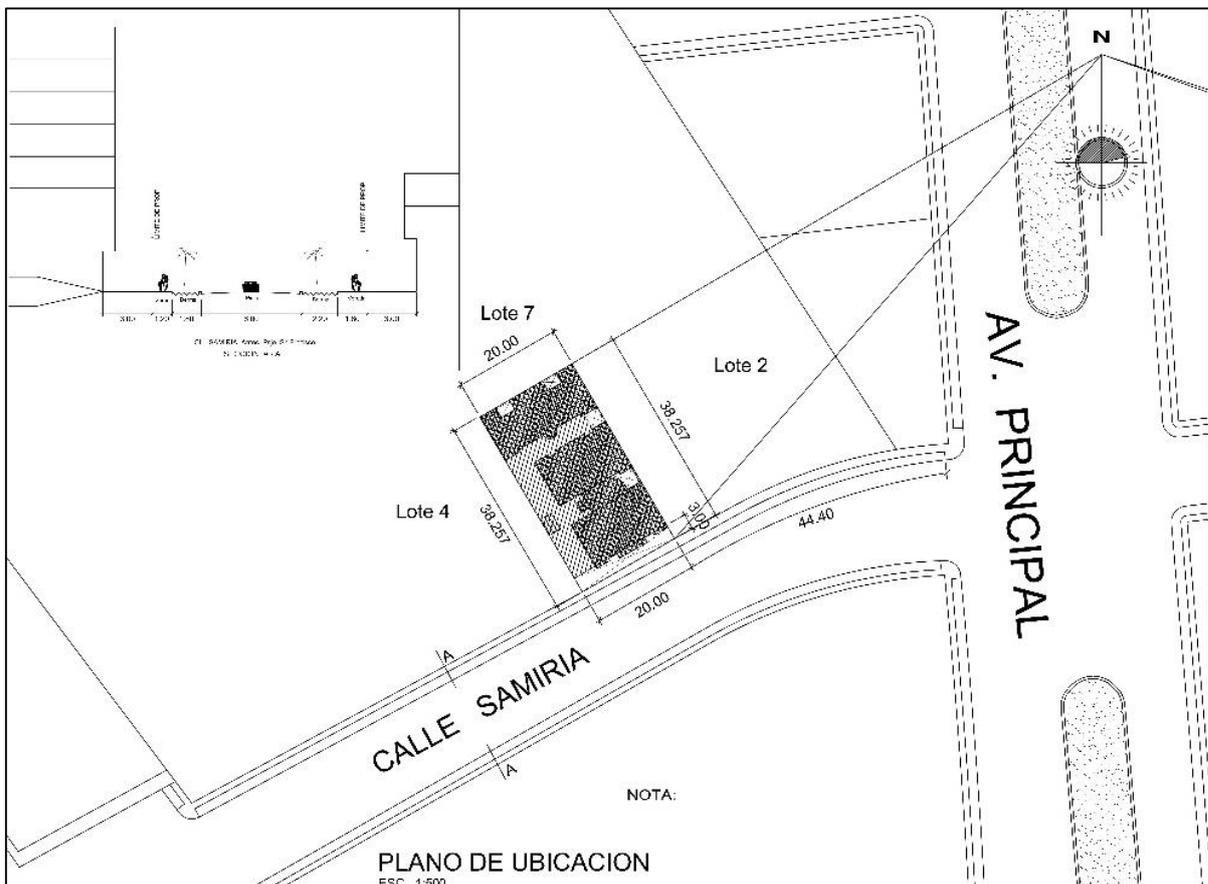
La variable de respuesta para esta investigación se evaluará estadísticamente mediante la aplicación de análisis de varianza (ANOVA), para comprobar la heterogeneidad de tres muestras ordinales.

2.4 PROCEDIMIENTO

Previo al desarrollo de los objetivos específicos se dará a conocer el alcance del proyecto como se detalla a continuación:

Ubicación del proyecto:

Se encuentra en el distrito de Surquillo, departamento de Lima, cuyo ingreso principal es a través de la calle Samiria como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Localización de la edificación de 8 pisos.

Descripción arquitectónica aprobada en la Fase de Diseño:

En la tabla N° 2, se presenta un resumen de la descripción del proyecto:

Tabla 2. Resumen de la descripción del proyecto.

CARACTERÍSTICAS	PROYECTO
Proceso constructivo	Elementos de pórticos, muros de corte (dual)
N° Edificación en estudio	01 edificio
N° de departamentos por piso	07 departamentos
N° de departamentos totales	49 departamentos
N° de pisos	08 pisos
Ambientes de cada departamento	Sala-comedor, baños, dormitorios, ascensores, hall, pasadizos y escaleras.
Área común de la edificación	estacionamientos
Área de edificio en planta	765.12 m ²

Fuente: Elaboración Propia.

Ver anexo N° 2, donde se presentan los planos de arquitectura aprobados en la fase de diseño.

2.4.1 Del objetivo específico 1

A. Procedimiento

1. Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales que conforman al edificio.
2. Análisis modal y espectral para determinar la resistencia, rigidez y ductilidad del edificio.
3. Determinación de la derivas para determinar el desplazamiento lateral.
4. Determinación de respuesta de la rigidez según la arquitectura propuesta.

B. Marco teórico

Capítulo 2, señalada que el pre-dimensionamientos mínimos en estructuras de gran importancia y elementos principales en edificaciones.

Para el pre dimensionamiento de las losas macizas en dos direcciones se tomara las recomendaciones brindadas por el ACI (2014), para lo cual se aplicara la siguiente regla práctica y criterio inicial usado en diversos proyectos:

Relación losa maciza

Losa maciza en dos direcciones	
Mayor luz (m)	Peralte
Entre 4 a 5.5 m	L/40
Entre 5.5 a 6.5 m	L/35
Entre 6.5 a 7.5 m	L/30

Fuente: RNE - 2009

Figura 6. Pre-dimensionamiento de losa maciza

Losa Maciza

$$h = L / 35 \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Losa Aligerada

$$h = L / 25 \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

h = Peralte de la losa aligerada

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Vigas

Factores para pre-dimensionamiento de vigas:

Factores para pre dimensionamiento de vigas	
Ws/c	α
$S/C \leq 200 \text{ kg/m}^2$	12
$200 < S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2$	11
$350 < S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2$	10
$600 < S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2$	9

Fuente: RNE - 2009

Figura 7. Pre- dimensionamiento de vigas.

$$h = Ln / 11 \quad (\text{Ec. 3})$$

$$b = h / 2 \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

h = Peralte de la viga

Ln = Luz máxima libre en metros

b = Ancho de la viga

Columnas

Columna centrada $= H / 8$

Columna excéntrica $= H / 9$

Columna esquinada $= H / 10$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

Artículo 6, carga viva del piso.

Carga Viva Mínima Repartida

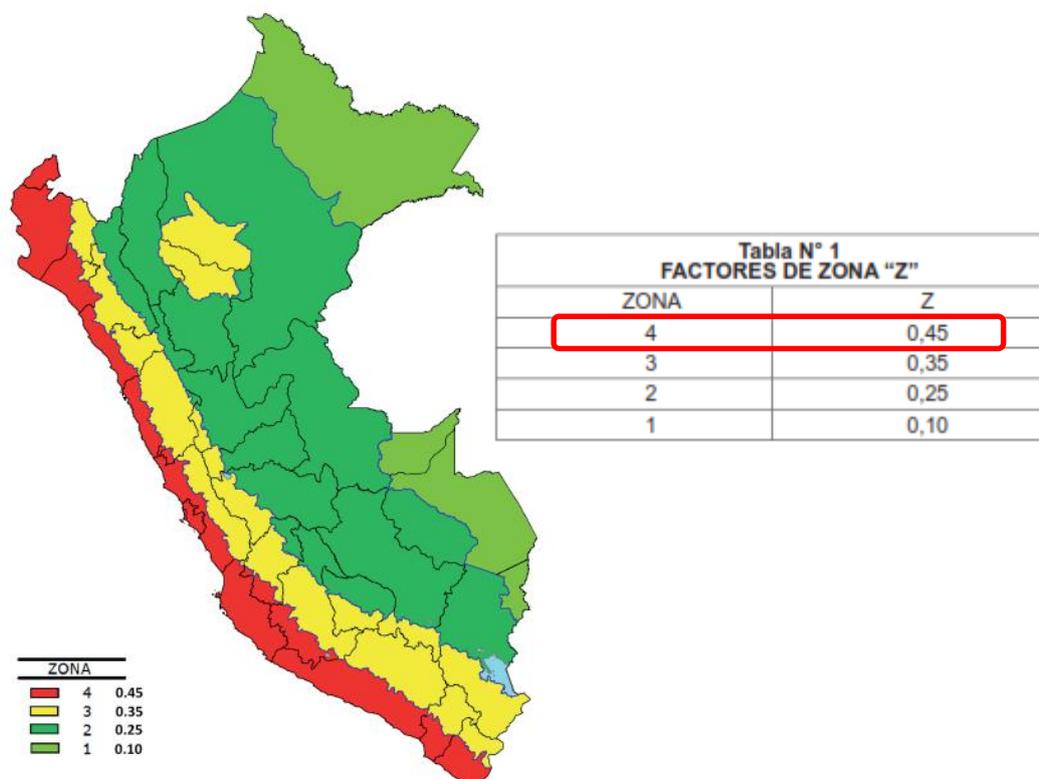
TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS

OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: RNE - 2009

Figura 8. Carga viva mínima.

Capítulo 2, Ubicación en la ciudad de lima, perteneciente a la zona 4 del mapa de zonas sísmicas de la E-030 (2019).



Fuente: RNE - 2019

Figura 9. Zonas sísmicas del Perú.

Artículo 12, al suelo le corresponde una clasificación del tipo S2, según nuestra normativa sismorresistente (E030 vigente).

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: RNE - 2019

Figura 10. Clasificación de los suelos.

Artículo 10, Zonificación.

Parámetros de Suelo

Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE - 2019

Figura 11. Parámetros de los suelos.

Artículo 15, Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: RNE - 2019

Figura 12. Categorías de la Edificación y factor U

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

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

Fuente: RNE - 2019

Figura 13. Sistema estructural del edificio.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_s
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,75
<p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	

Fuente: RNE - 2019

Figura 14. Irregularidad en estructuras en altura.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad / _p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

Fuente: RNE - 2019

Figura 15. Irregularidad en estructuras en planta.

Artículo 27, Procedimientos de Análisis.

Análisis Dinámico:

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad (Ec. 5)$$

Dónde:

Z = 0.45 (Zona 4 – Lima)

U = 1.00 (categoría C: Edificación común)

S = 1.00 ($T_p = 0.40$ suelo intermedio, $T_L = 2.50$)

R_x = 7.00 (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en X-X)

R_y = 7.00 (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en Y-Y)

g = 9.81 (aceleración de la gravedad m/s²)

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times (T_p \times T_L / T^2) \quad (Ec. 6)$$

Artículo 32, Desplazamientos Laterales.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2019 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para muros de concreto armado (DUAL).

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

Fuente: RNE - 2019

Figura 16. Límites para la distorsión de los entrepisos.

C. Desarrollo

1. Pre-dimensionamiento de elementos estructurales de la edificación

Losas de entrepiso:

Aligerado en una dirección (1-8 piso)

$$h = L / 35$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

$$h = 6.45 / 35$$

$$h = 0.184 \text{ m}$$

Por lo tanto redondeando se decide emplear un espesor de losa aligerado de 20 cm.

Aligerado en una dirección (semi sótano piso)

$$h = L / 25$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

$$h = 6.45 / 25$$

$$h = 0.258 \text{ m}$$

Por lo tanto, redondeando al valor más crítico y evitando a seguridad las deflexiones en la losa, se decide emplear un espesor de losa aligerada de 30 cm.

Losa maciza (1-8 piso)

$$h = L / 35$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

$$h = 6.45 / 35$$

$$h = 0.184 \text{ m}$$

Por lo tanto redondeando se decide emplear un espesor de losa maciza de 20 cm.

Maciza (semi sótano)

$$h = L / 30$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

$$h = 6.45 / 30$$

$$h = 0.215 \text{ m}$$

Por lo tanto redondeando se decide emplear un espesor de losa maciza de 25 cm.

Resumen de losas

Aligerado en una dirección (1-8 piso) : 0.20m de espesor

Aligerado en una dirección (semi sótano piso) : 0.30m de espesor

Maciza (semi sótano) : 0.25m de espesor

Maciza (1-8 piso) : 0.20m de espesor

Vigas

Elementos estructurales con capacidad de recibir todas las cargas provenientes de la losa y transmitirlos directamente hacia las columnas, muros portantes o placas, dependiendo del sistema estructural de la edificación en análisis.

Según el imagen yy

La edificación en estudio es una vivienda multifamiliar de 08 niveles, la cual contara con una sobrecarga de acuerdo a la E-020 de 200 kg/m² en toda su área, por lo tanto se aplicara la siguiente relación:

$$h = \frac{Ln}{12}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

Dónde:

h = Peralte de la viga

Ln = Luz máxima libre en metros

b = Ancho de la viga

$$h = \frac{6.45}{12} = 0.538m = 0.60m$$

$$b = \frac{0.60}{2} = 0.30m$$

Por lo tanto, las vigas en toda la edificación en forma ortogonal tendrán dimensiones fijas de **30 x 60 cm.**

$$h = \frac{6.45}{12} = 0.538m = 0.55m$$

$$b = \frac{0.55}{2} = 0.28m = 0.30m$$

Por lo tanto, las vigas en toda la edificación en forma ortogonal tendrán dimensiones fijas de **30 x 55 cm.**

$$h = \frac{6.00}{12} = 0.50m$$

$$b = \frac{0.50}{2} = 0.25m$$

Por lo tanto, las vigas en toda la edificación en forma ortogonal tendrán dimensiones fijas de **25 x 50 cm.**

Resumen de vigas:

Las vigas presentes en ambas direcciones de análisis en los 3 bloques que conforman el edificio son:

- ✓ Vigas de 0.30 x 0.60 m
- ✓ Vigas de 0.30 x 0.55 m
- ✓ Vigas de 0.25 x 0.60 m

Columnas

Las columnas son elementos sometidos a trabajo de flexión y compresión (flexo-compresión) así como también a cortantes, en este caso la edificación contara con una combinación de pórticos y muros estructurales (DUAL), ambos elementos encargados de aportar gran rigidez lateral a la estructura en análisis.

Columna centrada

$$b = \frac{h}{8}$$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

Se tiene alturas de entrepiso de 4.8 m en el primer nivel y típicos del 2do al 8vo nivel de 3.0 m.

$$b = \frac{4.80}{8} = 0.60m$$

Columnas centradas = 0.60 m

Según las cargas tributarias del metrado de cargas:

Losa maciza = 0.48 t/m²

Tabiquería = 0.15 t/m²

Acabados = 0.10 t/m²

y concreto = 2.4 t/m³

Sobrecarga = 0.20 t/m²

Para la presente unidad de análisis, las columnas centradas se podrán pre dimensionar con la siguiente formula:

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.45f'_c} \quad (Ec.7)$$

Columna excéntrica

$$b = \frac{h}{9}$$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

$$b = \frac{4.80}{9} = 0.53m = 0.55m$$

Columnas centradas = 0.55 m

Columna esquinada

$$b = \frac{h}{10}$$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

$$b = \frac{4.80}{10} = 0.48m = 0.50m$$

Columnas centradas = 0.50 m

Resumen de columnas:

Las columnas que se encuentran en los bloques son:

- ✓ Columna tipo -01 (semi, 1-8 piso) : 0.30 x 0.55m
- ✓ Columna tipo -01 (1-8 piso) : 0.30 x 0.60m
- ✓ Columna tipo -01 (1-8 piso) : 0.25 x 0.50m
- ✓ Columna tipo -01 (semi, 1-8 piso) : 0.35 x 0.55m

Muros estructurales:

Para placas o muros estructurales como muro de corte se recomienda en zonas de alta sismicidad placas de espesores como mínimo de 20 cm para elementos principales, para el presente proyecto la edificación es de mediana altura y se encuentra ubicada en la ciudad de lima, perteneciente a la zona 4 del mapa de zonas sísmicas de la E-030 (2016), se detallan las placas en la edificación.

- ✓ Muros típicos – PL2 : 0.20m de espesor, según la altura de entre pisos.
- ✓ Muros típicos – PL3 : 0.25m de espesor, según la altura de entre pisos.
- ✓ Muros típicos – PL4 : 0.30m de espesor, según la altura de entre pisos.

Características de los materiales empleados en el proyecto según la norma E-060.

- ✓ Resistencia a la compresión de concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 220000 \text{ kg/cm}^2$

- ✓ Peso específico del concreto: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Coeficiente de Poisson del concreto: $\nu = 0.20$
- ✓ Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del acero: $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Esfuerzo a la compresión de la mampostería: $f'_m = 65 \text{ Kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad de la mampostería: $E_m = 22500 \text{ Kg/cm}^2$

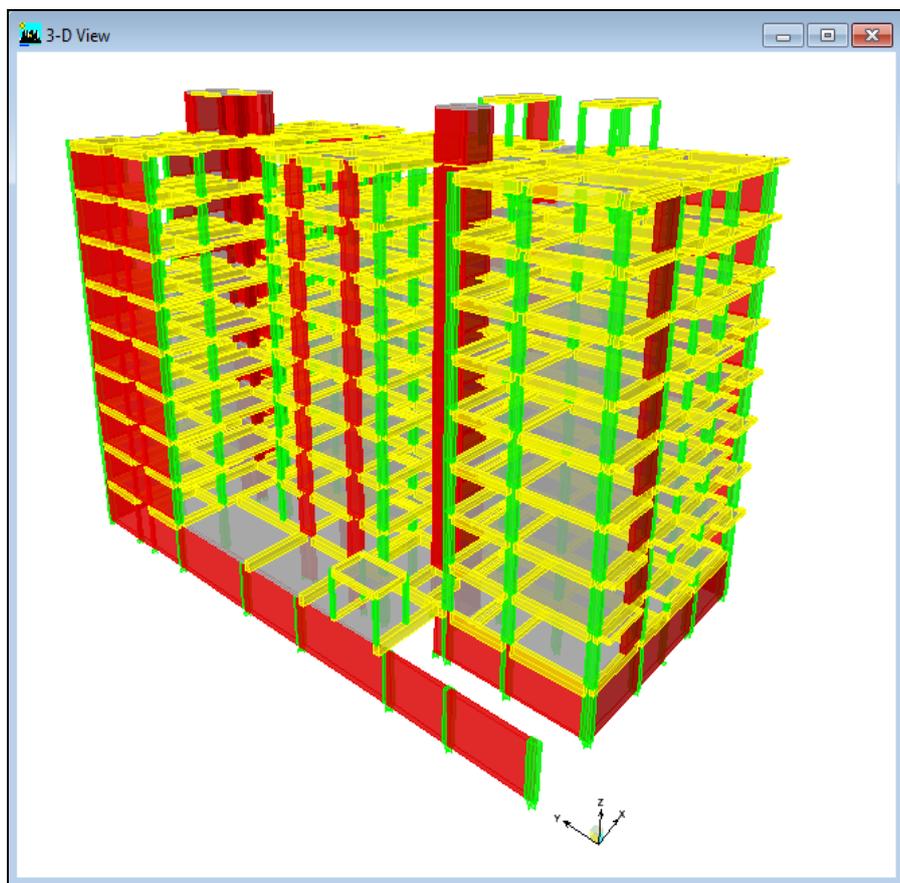
Características del suelo de cimentación:

Según el estudio de mecánica de suelos el cual se muestra en el anexo A, al suelo le corresponde una clasificación del tipo S2, según nuestra normativa sismorresistente (E030 vigente), según los resultados del EMS (Estudio de Mecánica de Suelos), ver el anexo 2.

Normatividad:

Se considera en la realización de la evaluación estructural las siguientes normas de diseño:

- Capítulo E030-2016 (Norma Sismorresistente).
- Capítulo E070 (Norma de Albañilería) correspondientes al RNE vigente.
- Capítulo E020 (Norma de Cargas) correspondientes al RNE vigente.
- Capítulo E060 (Norma de Concreto Armado) correspondientes al RNE vigente.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 17. Modelo asistido por el software Etabs 9.7.4.

Análisis de la edificación.

Metrado de cargas edificación

Carga Muerta según la norma E-060 y la norma E-020:

Peso propio elementos de concreto armado	=	2400	Kg/m ³
Peso propio de muros confinados	=	1900	Kg/m ³
Peso propio de losa aligerada (h=20)	=	300	Kg/m ²
Peso propio de losa aligerada (h=25)	=	350	Kg/m ²
Peso propio de losa maciza de (h=15cm)	=	360	Kg/m ² .

Peso propio de losa maciza de (h=20cm) = 480 Kg/m².

Peso propio de losa maciza de (h=25cm) = 600 Kg/m².

Peso propio piso terminado = 100 Kg/m²

Peso propio de tabiquería = 100 Kg/m²

Cargas Vivas según la norma E-020:

Sobrecarga de piso típico = 200 Kg/m²

Sobrecarga de azotea = 100 Kg/m²

Análisis Dinámico según el capítulo 3 de la RNE E-030.

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

(Ec. 8)

Dónde:

Z = 0.45 (Zona 4 – Lima)

U = 1.00 (categoría C: Edificación común)

S = 1.05 (Tp = 0.60 suelo intermedio, TL=2.00)

R_x = 4.50 (Factor para Pórticos y M. estructurales (Dual) Irregular en X-X)

R_y = 4.50 (Factor para Pórticos y M. estructurales (Dual) Irregular en Y-Y)

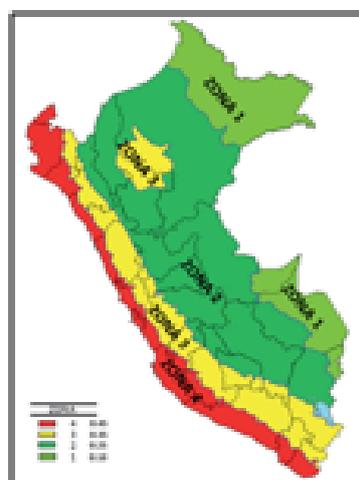
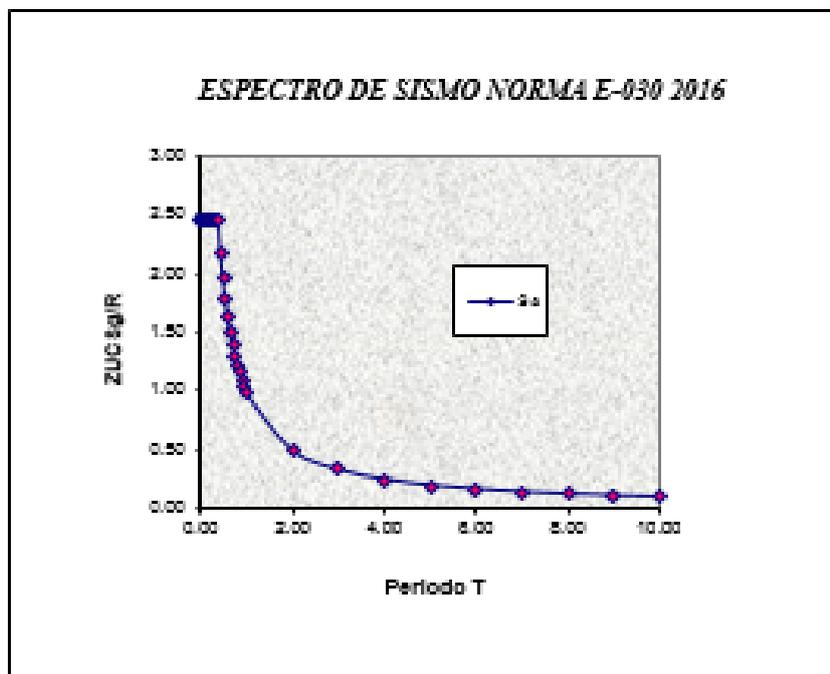
g = 9.81 (aceleración de la gravedad m/s²)

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times (T_p \times T_L / T^2) \quad (\text{Ec. 9})$$

T (s)	S _a
0.00	2.453
0.02	2.453
0.04	2.453
0.06	2.453
0.08	2.453
0.10	2.453
0.12	2.453
0.14	2.453
0.16	2.453
0.18	2.453
0.20	2.453
0.25	2.453
0.30	2.453
0.35	2.453
0.40	2.453
0.45	2.180
0.50	1.962
0.55	1.784
0.60	1.635
0.65	1.509
0.70	1.401
0.75	1.308
0.80	1.226
0.85	1.154
0.90	1.090
0.95	1.033
1.00	0.981
2.00	0.491
3.00	0.327
4.00	0.245
5.00	0.196
6.00	0.164
7.00	0.140
8.00	0.123
9.00	0.109
10.00	0.098

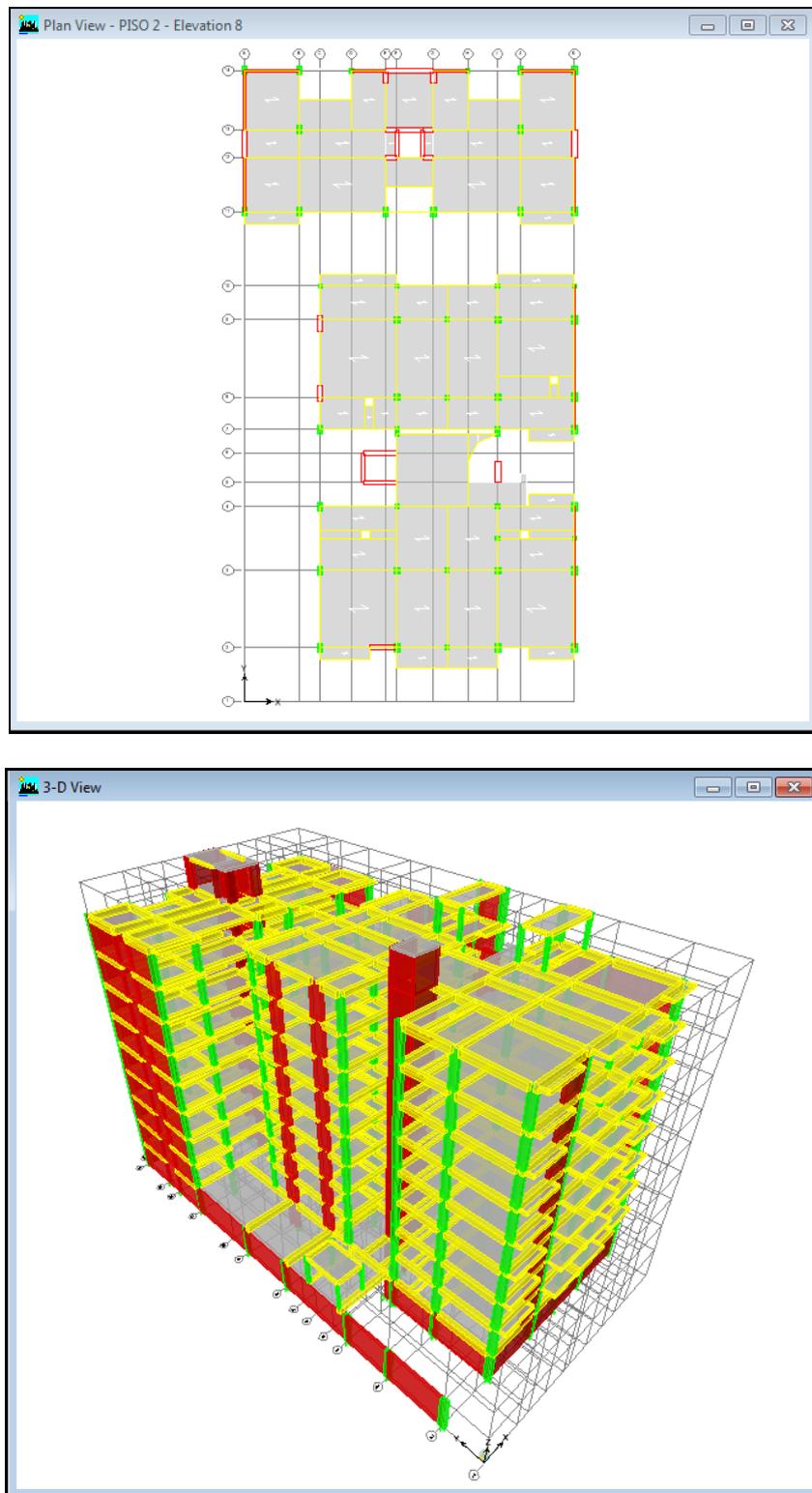


Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18. Aceleración espectral de la edificación en la zona 4.

Derivas máximas inelásticas a través del análisis modal espectral

Análisis modal de la estructura:



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19. Modelo matemático Edificación asistido por el software Etabs 9.7.4.

✓ **Masas de la estructura:**

Según los lineamientos de la Norma de Diseño Sismoresistente E-030 – 2019, que forma parte del RNE, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizaron el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la estructura consideró el 100% de la carga muerta y únicamente el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación tipo C.

✓ **Tabla de periodos de la Estructura:**

El programa ETABS calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. En el análisis tridimensional se ha empleado la superposición de los primeros modos de vibración por ser los más representativos de la estructura.

Tabla 3. Tabla de periodos de la Estructura.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.995086	50.4086	0.091	0	50.4086	0.091	0
2	0.490147	1.3297	57.4852	0	51.7384	57.5763	0
3	0.443612	8.8252	5.1508	0	60.5636	62.727	0
4	0.255371	11.5397	0.0062	0	72.1033	62.7332	0
5	0.134703	0.1477	14.1005	0	72.2509	76.8338	0
6	0.119384	1.3187	0	0	73.5696	76.8338	0
7	0.113853	6.3977	0.2126	0	79.9673	77.0464	0
8	0.072985	1.8473	0	0	81.8146	77.0464	0
9	0.067413	0.0115	4.3769	0	81.8261	81.4234	0
10	0.055135	2.8237	0.0081	0	84.6498	81.4315	0
11	0.051593	0.6493	0.0015	0	85.2991	81.433	0
12	0.044695	0.0058	2.51	0	85.3049	83.943	0
13	0.04107	0.9563	0.0092	0	86.2612	83.9522	0
14	0.040485	0	0	0	86.2612	83.9522	0
15	0.04034	0.0001	0	0	86.2613	83.9522	0
16	0.039638	0.0725	0.0006	0	86.3338	83.9528	0
17	0.039537	0.0752	0.0011	0	86.4091	83.9539	0
18	0.038687	0.5087	0.0002	0	86.9178	83.9541	0
19	0.038574	0.0003	0	0	86.9181	83.9541	0
20	0.037571	0.0675	0.0001	0	86.9856	83.9542	0
21	0.036822	0.2569	0.0007	0	87.2425	83.955	0
22	0.036626	1.049	0.0041	0	88.2915	83.9591	0
23	0.036524	0.0001	0.0001	0	88.2917	83.9592	0
24	0.036217	0.009	0	0	88.3007	83.9592	0
25	0.035547	0.1342	0.0002	0	88.4349	83.9594	0
26	0.035341	0.1707	0.0024	0	88.6055	83.9618	0
27	0.035049	0.0143	0	0	88.6199	83.9619	0

28	0.034823	0.0057	0.0002	0	88.6255	83.962	0
29	0.034705	0.005	0	0	88.6306	83.9621	0
30	0.03448	0.0048	0.0005	0	88.6354	83.9626	0
31	0.033836	0.1534	0.0966	0	88.7888	84.0592	0
32	0.033775	0	0.0001	0	88.7888	84.0593	0
33	0.033773	0.0088	0.0118	0	88.7976	84.0711	0
34	0.033539	0.0181	0.0088	0	88.8157	84.08	0
35	0.033532	0	0.0056	0	88.8157	84.0855	0
36	0.033495	0.0046	1.3302	0	88.8202	85.4158	0

Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Resumen de Periodos predominantes:**

Como se observa en la tabla anterior, los periodos con una mayor participación de masa fueron el modo 1 en la dirección X, y el modo 2 en la dirección Y, los periodos fundamentales son:

Tabla 4. Periodos de Vibración edificación.

	<i>T (s)</i>	<i>Núm. De Modo</i>
X	0.995	1
Y	0.490	2

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamientos y Distorsiones:

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

(Ec. 10)

La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2019 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para pórticos de concreto armado, esto se cumplirá en la dirección X-X, mientras que para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual), se establece una distorsión máxima de 0.007, esto se cumplirá en la dirección Y-Y.

Cuadro De Distorsiones:

Se obtiene la deriva de los sismos en X.

Tabla 5. Deriva de los sismos en X sin cambios en la arquitectura.

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX
PISO TECH	Diaph D10 X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	0.006686
PISO TECH	Diaph D10 Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	
PISO TECH	Diaph D10 X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	0.001423
PISO TECH	Diaph D10 Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	
PISO 8	Diaph D9 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	23.6	0.007564
PISO 8	Diaph D9 Y	SPECDX	996	0	32.77	23.6	
PISO 8	Diaph D9 X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	0.001413
PISO 8	Diaph D9 Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	
PISO 7	Diaph D8 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	21	0.008438
PISO 7	Diaph D8 Y	SPECDX	996	0	32.77	21	
PISO 7	Diaph D8 X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	0.001489
PISO 7	Diaph D8 Y	SPECDY	996	0	32.77	21	
PISO 6	Diaph D7 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	18.4	0.009289
PISO 6	Diaph D7 Y	SPECDX	898	0	38.02	18.4	
PISO 6	Diaph D7 X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	0.001545
PISO 6	Diaph D7 Y	SPECDY	996	0	32.77	18.4	
PISO 5	Diaph D6 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	15.8	0.009896
PISO 5	Diaph D6 Y	SPECDX	996	0	32.77	15.8	
PISO 5	Diaph D6 X	SPECDY	988	11.29	38.02	15.8	0.001556
PISO 5	Diaph D6 Y	SPECDY	995	0	34.47	15.8	
PISO 4	Diaph D5 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	13.2	0.010111
PISO 4	Diaph D5 Y	SPECDX	898	0	38.02	13.2	
PISO 4	Diaph D5 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	13.2	0.001596
PISO 4	Diaph D5 Y	SPECDY	996	0	32.77	13.2	
PISO 3	Diaph D4 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	10.6	0.009725
PISO 3	Diaph D4 Y	SPECDX	996	0	32.77	10.6	
PISO 3	Diaph D4 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	10.6	0.00159
PISO 3	Diaph D4 Y	SPECDY	996	0	32.77	10.6	

PISO 2	Diaph D3 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	8	0.008375
PISO 2	Diaph D3 Y	SPECDX	898	0	38.02	8	
PISO 2	Diaph D3 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	8	0.001404
PISO 2	Diaph D3 Y	SPECDY	996	0	32.77	8	
PISO 1	Diaph D2 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	0.005094
PISO 1	Diaph D2 Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	
PISO 1	Diaph D2 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	0.000853
PISO 1	Diaph D2 Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	
SEMI SOT	Diaph D1 X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	0.00043
SEMI SOT	Diaph D1 Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	
SEMI SOT	Diaph D1 X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	0.000059
SEMI SOT	Diaph D1 Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtiene la deriva de los sismos en Y.

Tabla 6. Deriva de los sismos en Y sin cambios en la arquitectura.

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY
PISO TECH	Diaph D10 X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	
PISO TECH	Diaph D10 Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	0.001182
PISO TECH	Diaph D10 X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	
PISO TECH	Diaph D10 Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	0.003417
PISO 8	Diaph D9 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	23.6	
PISO 8	Diaph D9 Y	SPECDX	996	0	32.77	23.6	0.001884
PISO 8	Diaph D9 X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	
PISO 8	Diaph D9 Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	0.003776
PISO 7	Diaph D8 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	21	
PISO 7	Diaph D8 Y	SPECDX	996	0	32.77	21	0.002152
PISO 7	Diaph D8 X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	
PISO 7	Diaph D8 Y	SPECDY	996	0	32.77	21	0.004175
PISO 6	Diaph D7 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	18.4	
PISO 6	Diaph D7 Y	SPECDX	898	0	38.02	18.4	0.002418
PISO 6	Diaph D7 X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	
PISO 6	Diaph D7 Y	SPECDY	996	0	32.77	18.4	0.004527
PISO 5	Diaph D6 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	15.8	
PISO 5	Diaph D6 Y	SPECDX	996	0	32.77	15.8	0.002627
PISO 5	Diaph D6 X	SPECDY	988	11.29	38.02	15.8	
PISO 5	Diaph D6 Y	SPECDY	995	0	34.47	15.8	0.00474
PISO 4	Diaph D5 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	13.2	
PISO 4	Diaph D5 Y	SPECDX	898	0	38.02	13.2	0.002737
PISO 4	Diaph D5 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	13.2	
PISO 4	Diaph D5 Y	SPECDY	996	0	32.77	13.2	0.004758

PISO 3	Diaph D4 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	10.6	
PISO 3	Diaph D4 Y	SPECDX	996	0	32.77	10.6	0.002684
PISO 3	Diaph D4 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	10.6	
PISO 3	Diaph D4 Y	SPECDY	996	0	32.77	10.6	0.004513
PISO 2	Diaph D3 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	8	
PISO 2	Diaph D3 Y	SPECDX	898	0	38.02	8	0.002353
PISO 2	Diaph D3 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	8	
PISO 2	Diaph D3 Y	SPECDY	996	0	32.77	8	0.003955
PISO 1	Diaph D2 X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Diaph D2 Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	0.00141
PISO 1	Diaph D2 X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Diaph D2 Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	0.002566
SEMI SOT	Diaph D1 X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Diaph D1 Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	0.000073
SEMI SOT	Diaph D1 X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Diaph D1 Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	0.000237

Fuente: Elaboración Propia.

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección X son mayores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección Y son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

En los cuadros de derivas se tiene:

- La deriva en la dirección "X" es **0.0101**.
- La deriva normativa de **0.007** (NTP E0.30 **capítulo 5** requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad), **5.2** desplazamientos laterales relativos admisibles.

Por lo tanto, la deriva de en dirección "X" es mayor que lo establecido en la norma. Por lo expuesto anteriormente, esto me obliga a incrementar la rigidez y la resistencia en esta dirección para garantizar y dar cumplimiento al marco normativo garantizando así la funcionalidad de los elementos estructurales que lo conforman, el cual me obliga a buscar la mejor alternativa para mantener la arquitectura aprobada en la fase de diseño presentada en la presente investigación.

2.4.2 Del objetivo específico 2

A. Procedimiento

En el presente objetivo se desarrollarán los criterios que se utilizaron para la selección del disipador de fluido viscoso, como diseño de solución estructural para la edificación en estudio:

- a) Criterio 01: Arquitectura del proyecto
- b) Criterio 02: Tipo de sistema estructural
 - Muros estructurales.
 - Disipador de energía.
- c) Criterio 03: Tipo de disipador seleccionado
 - Chevron
 - Diagonal
- d) Criterio 04: Costos de inversión.
 - Chevron
 - Diagonal
- e) Criterio 05: Costos de mantenimiento
 - Chevron
 - Diagonal

Posteriormente, se mostrará las consideraciones que se utilizaron para la ubicación de los disipadores de fluido viscoso, la evaluación del sistema estructural de la propuesta en el edificio de 8 pisos con diferentes disposiciones de los disipadores son satisfactorio según el requerimiento de la edificación en estudio.

B. Marco teórico

Capítulo 4, señalada que el pre-dimensionamientos mínimos en estructuras de gran importancia y elementos principales en edificaciones.

Para el pre dimensionamiento de las losas macizas en dos direcciones se tomara las recomendaciones brindadas por el ACI (2014), para lo cual se aplicara la siguiente regla práctica y criterio inicial usado en diversos proyectos:

Relación losa maciza

Losa maciza en dos direcciones	
Mayor luz (m)	Peralte
Entre 4 a 5.5 m	L/40
Entre 5.5 a 6.5 m	L/35
Entre 6.5 a 7.5 m	L/30

Fuente: RNE - 2009

Figura 20. Pre-dimensionamiento de losa maciza

Losa Maciza

$$h = L / 35$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Losa Aligerada

$$h = L / 25$$

Dónde:

h = Peralte de la losa aligerada

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Vigas

Factores para pre-dimensionamiento de vigas:

Factores para pre dimensionamiento de vigas	
Ws/c	α
S/C \leq 200 kg/m ²	12
200 < S/C \leq 350 kg/m ²	11
350 < S/C \leq 600 kg/m ²	10
600 < S/C \leq 750 kg/m ²	9

Fuente: RNE - 2009

Figura 21. Pre- dimensionamiento de vigas.

$$h = Ln / 11$$

$$b = h / 2$$

Dónde:

h = Peralte de la viga

Ln = Luz máxima libre en metros

b = Ancho de la viga

Columnas

$$\text{Columna centrada} = H / 8$$

$$\text{Columna excéntrica} = H / 9$$

$$\text{Columna esquinada} = H / 10$$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

Artículo 6, carga viva del piso.

Carga Viva Mínima Repartida

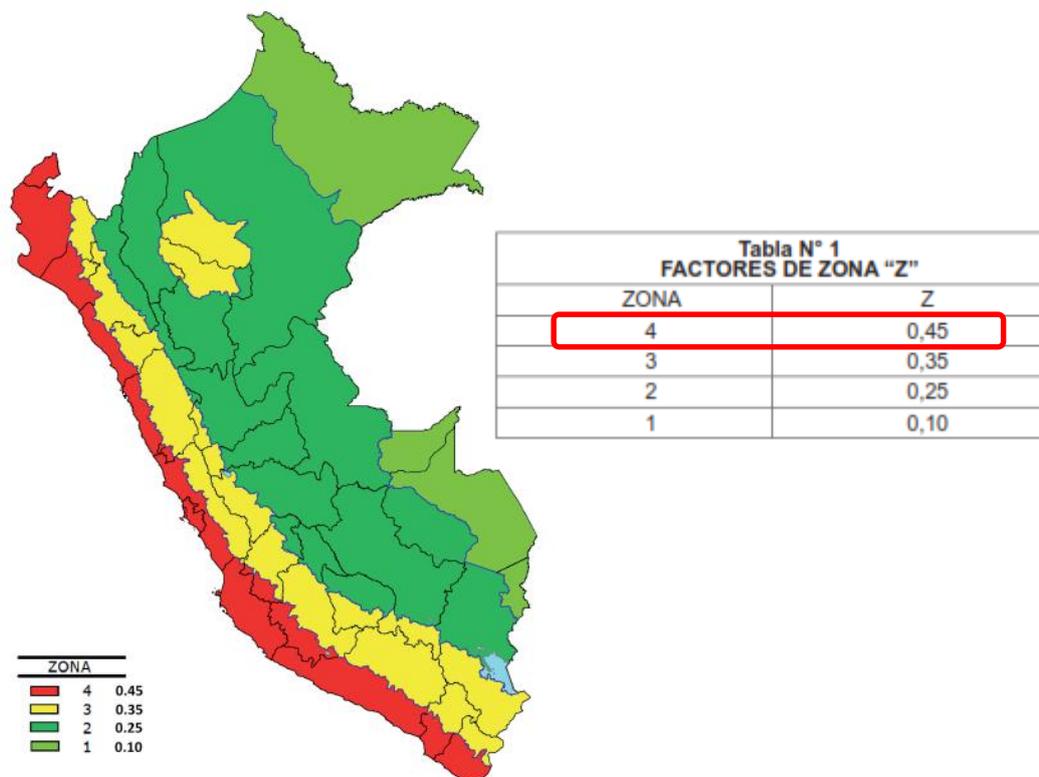
**TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: RNE - 2009

Figura 22. Carga viva mínima.

Capítulo 2, Ubicación en la ciudad de lima, perteneciente a la zona 4 del mapa de zonas sísmicas de la E-030 (2016).



Fuente: RNE - 2019

Figura 23. Zonas sísmicas del Perú.

Artículo 12, al suelo le corresponde una clasificación del tipo S2, según nuestra normativa sismorresistente (E030 vigente).

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: RNE - 2019

Figura 24. Clasificación de los suelos.

Artículo 10, Zonificación.

Parámetros de Suelo

Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE - 2019

Figura 25. Parámetros de los suelos.

Artículo 15, Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones.

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio "Residencial Samiria II" incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: RNE - 2019

Figura 26. Categorías de la Edificación y factor U

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

Fuente: RNE - 2019

Figura 27. Sistema estructural del edificio.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_s
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75

Fuente: RNE - 2019

Figura 28. Irregularidad en estructuras en altura.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

Fuente: RNE - 2019

Figura 29. Irregularidad en estructuras en planta.

Artículo 27, Procedimientos de Análisis.

Análisis Dinámico:

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Dónde:

$$Z = 0.45 \text{ (Zona 4 – Lima)}$$

$$U = 1.00 \text{ (categoría C: Edificación común)}$$

$$S = 1.00 \text{ (Tp = 0.40 suelo intermedio, TL=2.50)}$$

$$R_x = 7.00 \text{ (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en X-X)}$$

$$R_y = 7.00 \text{ (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en Y-Y)}$$

$$g = 9.81 \text{ (aceleración de la gravedad m/s}^2\text{)}$$

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times (T_p \times T_L / T^2)$$

Artículo 32, Desplazamientos Laterales.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2019 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para muros de concreto armado (DUAL).

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

Fuente: RNE - 2019

Figura 30. Límites para la distorsión de los entrepisos.

C. Desarrollo

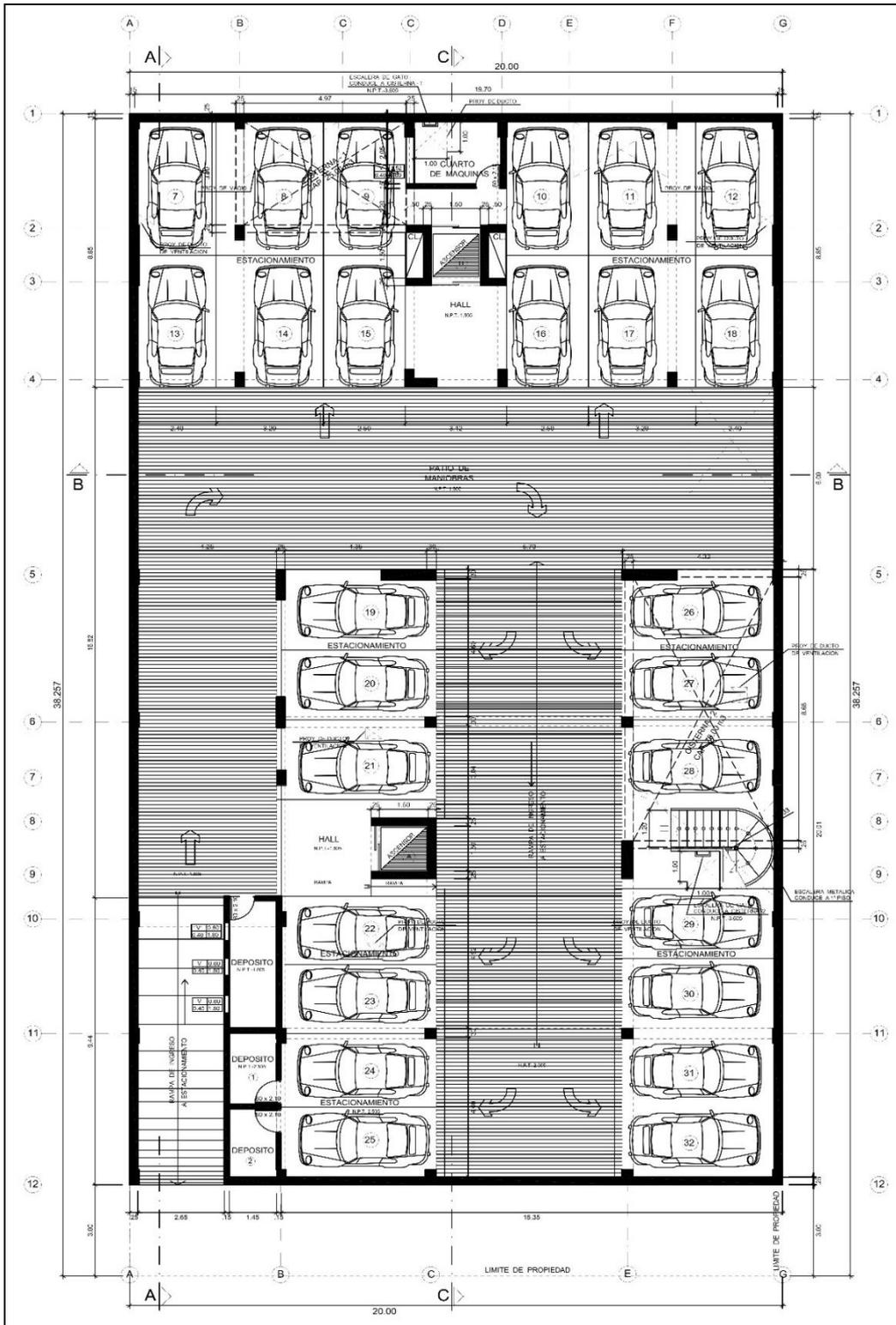
A continuación, se mostrará el desarrollo de los criterios que se utilizaron para la selección de los disipadores de fluido viscoso:

a) Criterio 01: Arquitectura del proyecto

Este criterio se utilizó para la selección de los disipadores de energía de fluido viscoso para la solución estructural sin modificar la arquitectura existente por las siguientes razones:

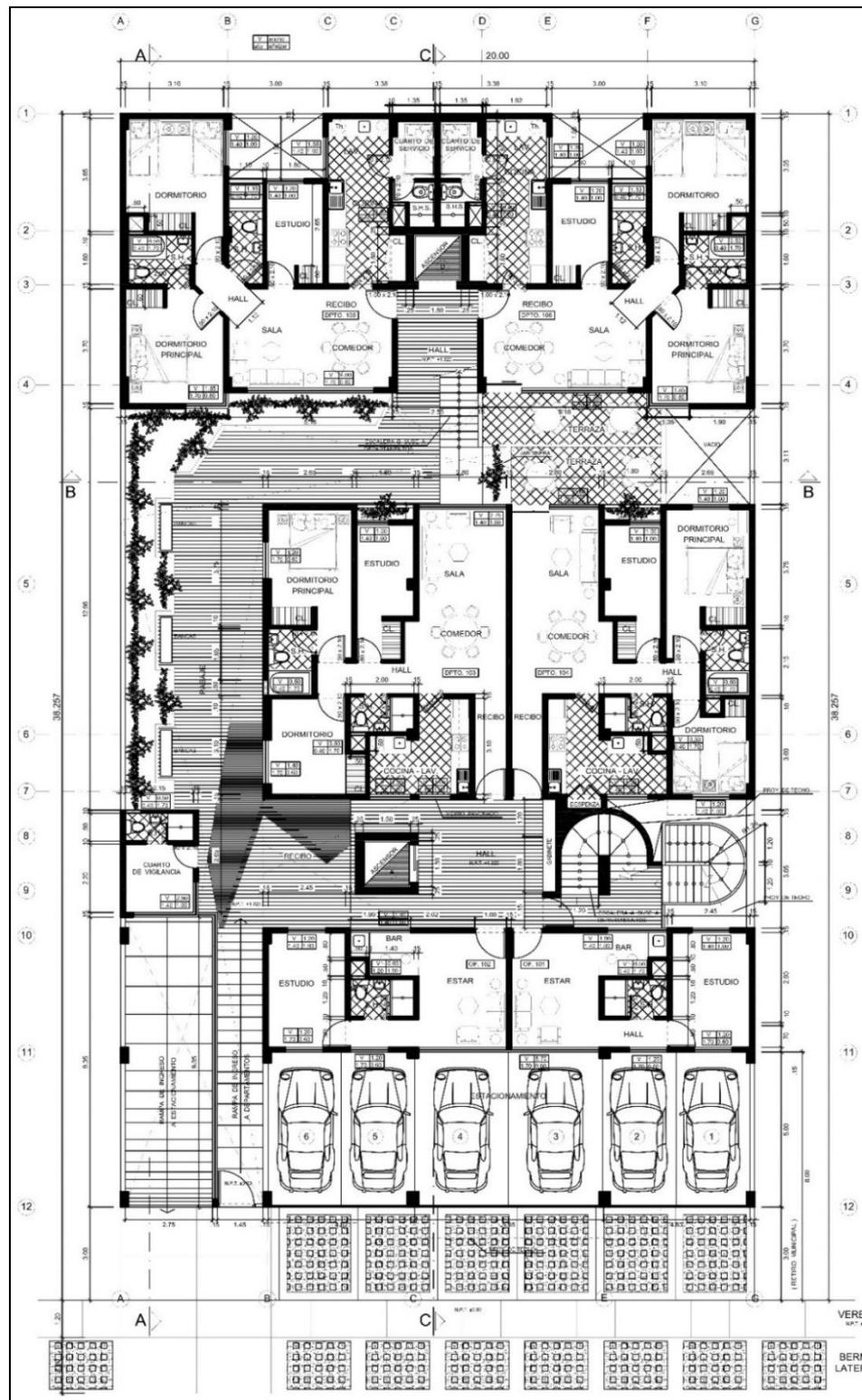
1. Debido a que el edificio en estudio es una edificación con una arquitectura aprobada por el cliente, quien no permitió la modificación de los planos de la especialidad de arquitectura, el cual nos conlleva a tener una gran restricción en cuanto al tipo de solución estructural sin modificar su arquitectura. Presento a continuación los planos de la especialidad de arquitectura:

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio "Residencial Samiria II" incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020



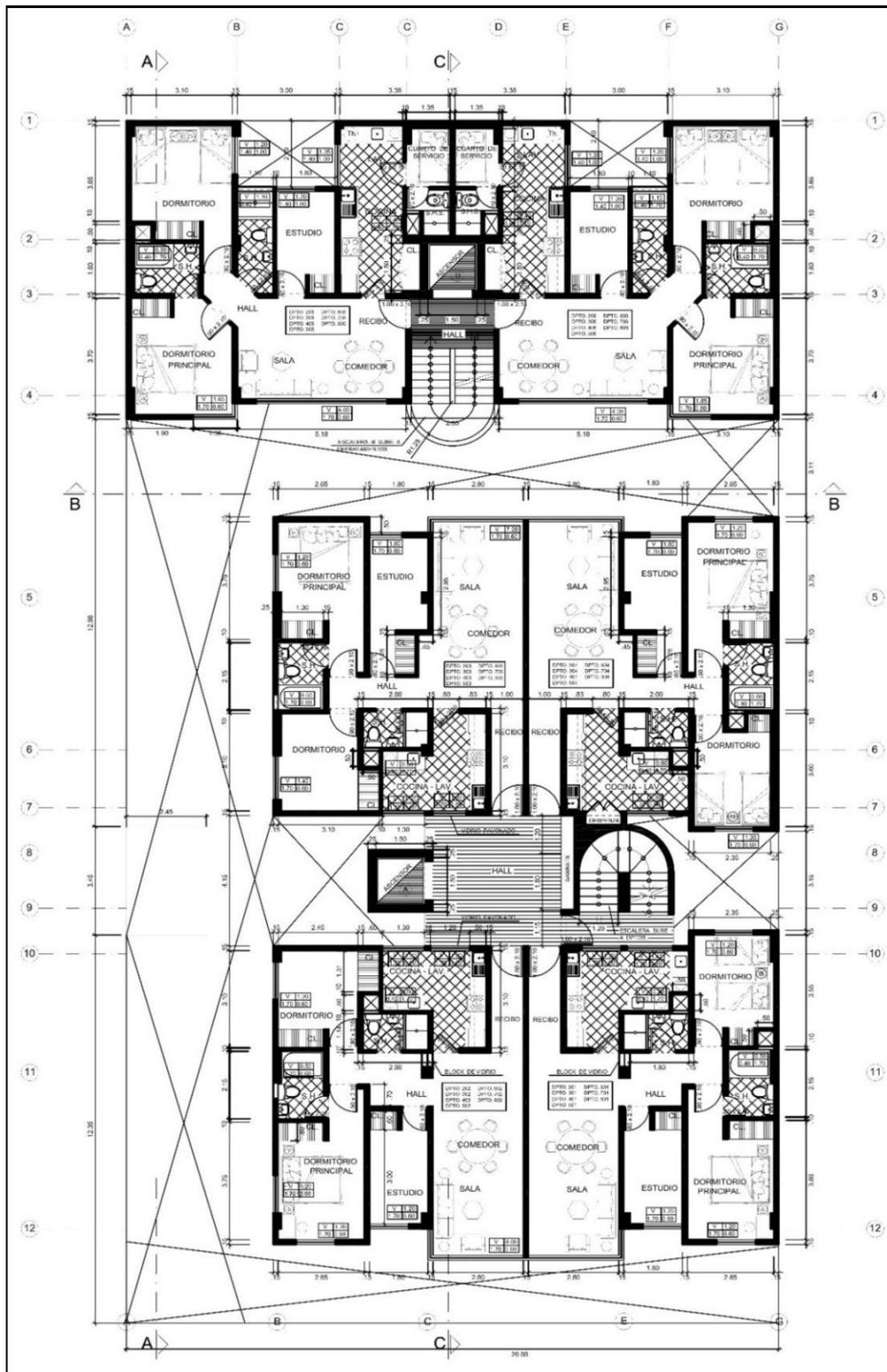
Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Distribución del semi.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Distribución del primer nivel.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Distribución del segundo al octavo piso.

2. La incorporación de los disipadores de energía de fluido viscoso, se pueden instalar por etapas y en forma global, lo cual permitiría mantener la estructuración según los criterios mencionados, considerando la estética de la propuesta arquitectónica.

Asimismo, resulta ser el mejor sistema de instalación para una edificación con arquitecturas extremas con mayor luz natural en las edificaciones propuestas, ya que se incorporan de forma adosada en los pórticos, elementos estructurales que conforman la edificación sin generar algún tipo de cambio en su arquitectura o comportamiento, el cual se puede cubrir con un sistema como el drywall para una mejor estética en zonas donde se requiere colocar muros de tabiquería, generalmente en fachadas con mamparas de vidrio.

3. Para concluir, no sería factible usar el sistema de masa resonante o sintonizada y la aplicación de aisladores debido a las modificaciones que se tendría que realizar en la arquitectura de la edificación propuesta.

b) Criterio 02: Tipo de sistema estructural

- Muros estructurales.

Las dimensiones del edificio son:

Ancho (X-X) de 20.00 m

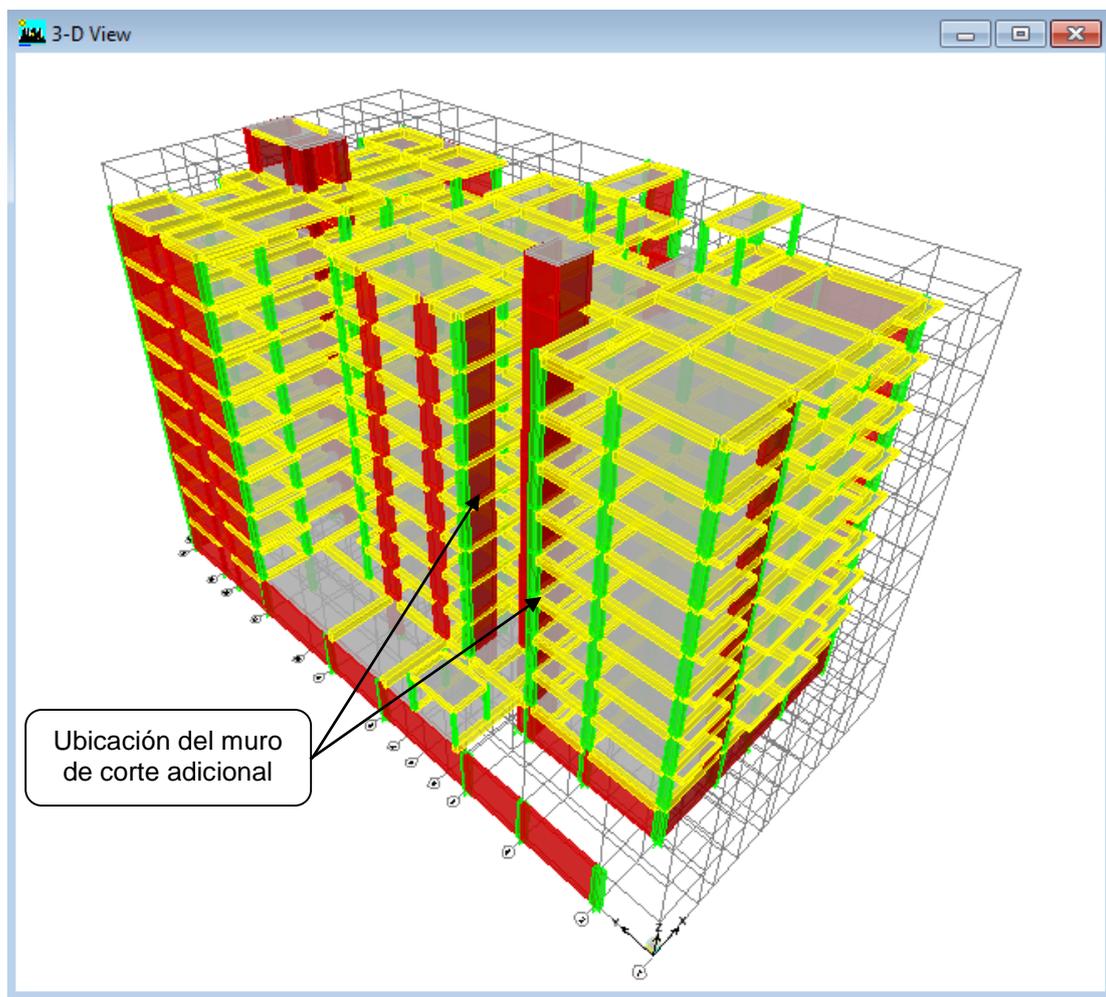
Largo (Y-Y) de 38.25 m

Con un área de terreno: 765.12 m², presentando 7 aperturas en planta que conforman

3 bloques considerados como pozos de luz que suman un total de área: 263.54 m².

En la siguiente propuesta se propone incorporar muros estructurales en los bloques donde se requieren rigidez y resistencia, según la configuración arquitectónica los bloques que conforman el edificio presenta esquinas entrantes y copa presencia de los elementos que aportan rigidez en el eje “X” con la incorporación se garantiza el buen comportamiento de la estructura y los elementos que conforman lo cual se muestra en las imágenes a continuación:

Derivas máximas inelásticas a través del análisis modal espectral Análisis modal de la estructura:



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34. Modelo matemático edificación asistido por el software Etabs 9.7.4.

Desplazamientos y Distorsiones:

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

(Ec. 11)

La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2016 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para pórticos de concreto armado, esto se cumplirá en la dirección X-X, mientras que para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual), se establece una distorsión máxima de 0.007, esto se cumplirá en la dirección Y-Y.

Cuadro De Distorsiones:

Se obtiene la deriva de los sismos en X.

Tabla 7. Deriva de los sismos en X sin modificar la arquitectura.

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	0.006458
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	0.001312
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	0.007381
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	0.001301
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21	0.007022
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21	
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	0.001381
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21	

PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	0.00664
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	0.001446
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	0.007044
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	15.8	0.001471
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	0.007080
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	0.001513
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	0.006568
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	0.001469
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8	0.007052
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8	
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8	0.001275
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8	
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	0.004388
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	0.000750
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	0.000525
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	996	0	32.77	2.8	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	0.000062
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtiene la deriva de los sismos en Y.

Tabla 8. Deriva de los sismos en Y sin modificar la arquitectura.

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	0.001103
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	0.003287
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	0.001717
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	0.003633
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21	0.001919
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21	0.00404
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	0.002109
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	0.004396
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	0.002254
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	0.004615
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	0.002309
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	0.004644
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	0.002223
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	0.004419
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8	0.001921
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8	0.003898
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	0.001176
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	0.002561
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	996	0	32.77	2.8	0.000083
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	0.000241

Fuente: Elaboración Propia.

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección X son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección Y son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

- **Disipador de energía.**

Está enfocado en el comportamiento que tienen los disipadores de fluido viscoso, ya que:

- Es el tipo de sistema cuyos dispositivos no afectan la rigidez de la estructura, ni mucho menos afectan el comportamiento que tendrán los elementos estructurales.
- Hay que tener en cuenta que los elementos estructurales del edificio en estudio no están diseñadas para considerar la incorporación de nuevos elementos estructurales como muros de corte o aumento de secciones transversales, ni mucho menos, la incorporación de dispositivos como arriostres o conexiones metálicas, debido a que estos elementos mencionados generan un análisis adicional y nuevas consideraciones estructurales además modificaría la arquitectura propuesta con ello conlleva la modificación global del edificio.
- Generan el mejor control de respuesta frente a las sollicitaciones sísmicas a diferencia del sistema de estructuración convencional (como son el aumento de secciones o la inclusión de muros de corte), ya que, generan menores esfuerzos y deformaciones. Esto, a su vez, permite reducir los daños que se pudieran generar en la estructura en un evento sísmico de gran magnitud.

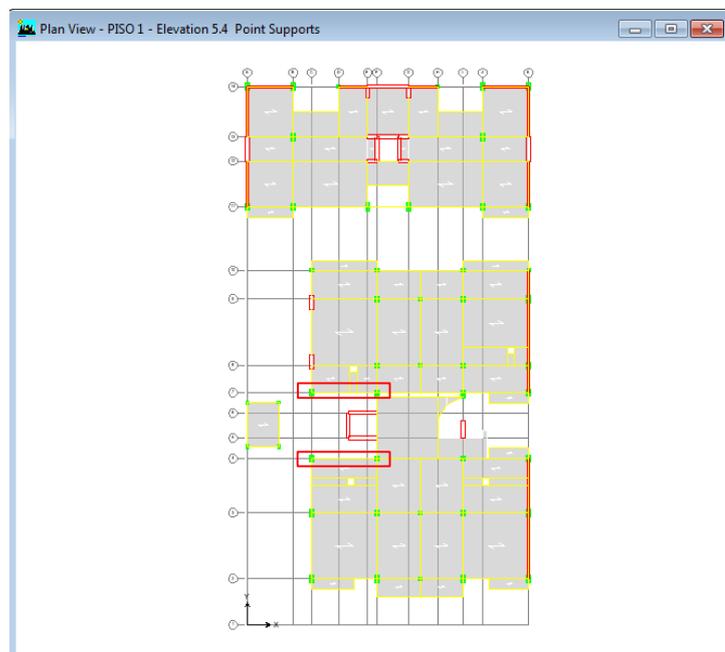
- Comienzan a trabajar ante el menor desplazamiento generado por la estructura haciendo que la estructura siempre trabaje en el rango lineal incluso aún durante un evento sísmico severo.

c) Criterio 03: Tipo de disipador seleccionado

- **Chevron**

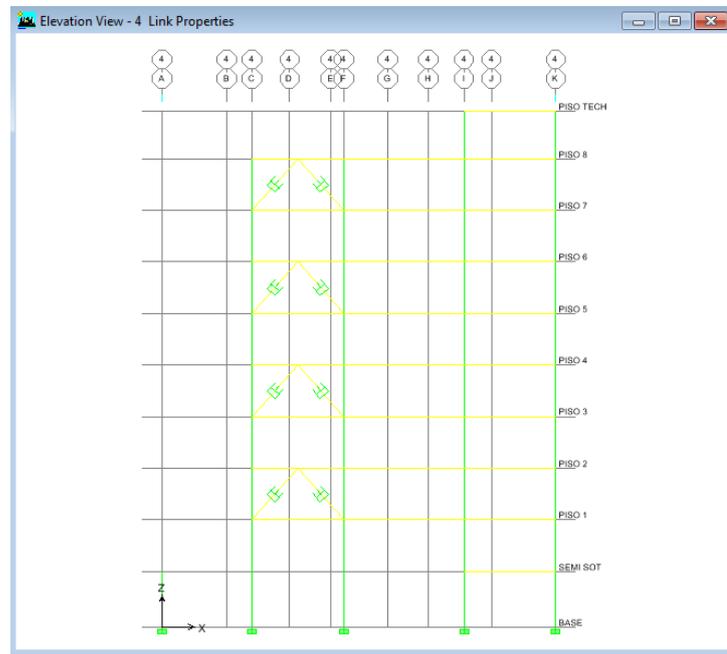
Ubicación de los Dispositivos de Amortiguación.

ASCE 7-10 exige como mínimo 2 dispositivos por dirección de análisis en cada piso y en arreglo tal que no genere torsión. Considerando un margen razonable de seguridad proponemos 2 dispositivos en cada nivel, 2 en dirección X y ubicados en los pórticos exteriores del edificio. Esta ubicación y disposición de los amortiguadores puede observarse en la figura 31, 32 y 33, lo cual también se puede observar la cantidad requerida para esta edificación en estudio.



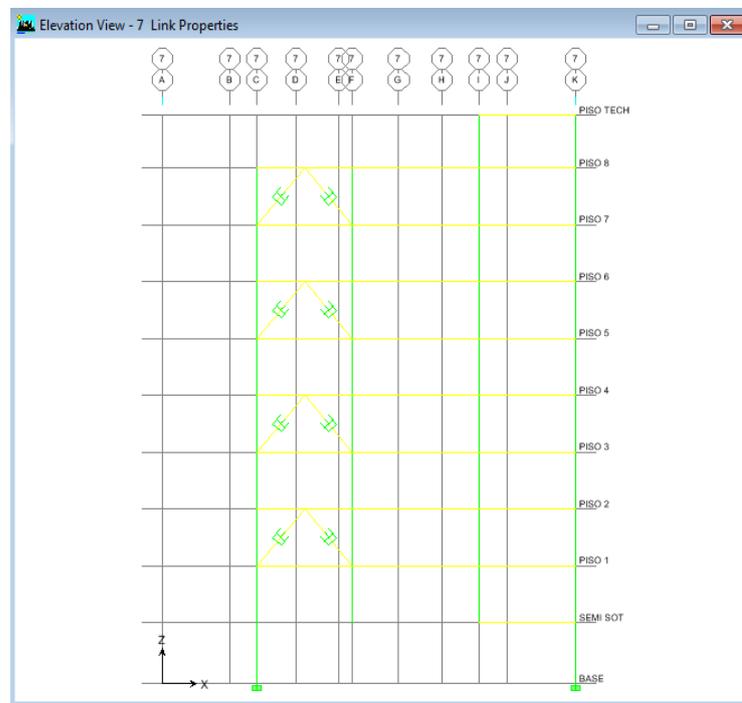
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35. Ubicación en planta de los disipadores de fluido viscoso.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 36. Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 4.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37. Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 7.

Respuesta del edificio con amortiguadores

El análisis de la estructura se desarrolló considerando secciones fisuradas, en vigas y columnas y los elementos estructurales principales que conforman la estructura.

A continuación se observa los resultados de los desplazamientos laterales de los entresijos en la dirección más crítica y donde se propuso los amortiguadores como los disipadores de energía fluido viscoso.

Tabla 9. Comparativo Chevron vs Diagonal para determinar el tipo de disipador a usar.

Chevron vs Diagonal		
COMPARATIVO	Mejor Control de Derivas	Menor solicitud de refuerzo adicional. Menor cantidad de dispositivos
	Chevron	Diagonal

Fuente: Elaboración Propia

Dirección X - X:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entresijo son menores a las normativas (0.007).

Tabla 10. Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	0.005686
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	0.001423
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	0.006735
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	0.001413
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21	0.006639
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21	
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	0.001489
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21	
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	0.006518
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	0.001545
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	0.006146
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	0.001594
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	0.006374
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	0.001701
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	0.006986
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	0.001692
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8	0.006607
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8	
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8	0.001491
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8	
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	0.004094
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	0.000853
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	0.00043
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	0.000059
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	

Fuente: Elaboración Propia.

Dirección Y - Y:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 11. Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	0.001182
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	0.002417
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	0.001884
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	0.002776
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21	0.002152
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21	0.003175
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	0.002418
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	0.003527
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	0.002627
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	0.004740
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	0.002737
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	0.003758
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	0.002684
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	0.003513
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8	0.002353
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8	0.002956

PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	0.00141
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	0.002566
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	0.000073
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	0.000237

Fuente: Elaboración Propia.

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección X son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección Y son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Esta propuesta de solución estructura con disipadores de energía en disposición chevron si es viable ya que no modifica la propuesta arquitectónica, y el aporte de resistencia, rigidez y ductilidad es satisfactorio y es el elemento de menor complejidad para satisfacer la necesidad en el edificio en estudio, **lo cual si es viable la propuesta.**

Análisis para determinar el tipo de edificación, altura e importancia.

En la parte del análisis de los criterios de configuración estructura hace mención de la norma E-060 la clasificación de la envergadura según la importancia y uso de la edificación, para el presente estudio se clasifica una edificación de mediana altura por lo que según la norma no supera los 25m de altura y también la protección sísmica según el uso de la edificación.

Tabla 12. Coeficientes de periodo por sistema estructural.

Ct = 35	Pórticos de concreto armado, pórticos de acero.
---------	---

Ct = 45	Pórticos más muros en la caja de ascensores o escaleras y pórticos arriostrados de acero.
Ct = 60	Albañilería, concreto armado duales, muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

Fuente: RNE E-030, 2019.

Tabla 13. Categoría de la edificación.

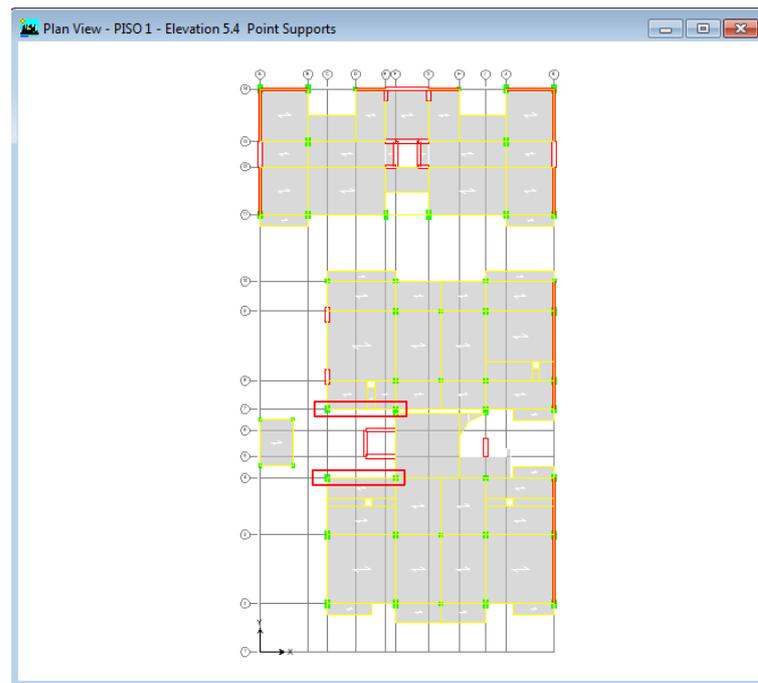
Categoría	Descripción	Factor
C EDIFICACIONES COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones comunes tales como: Viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios. 	1.0

Fuente: RNE E-030, 2019.

- **Diagonal**

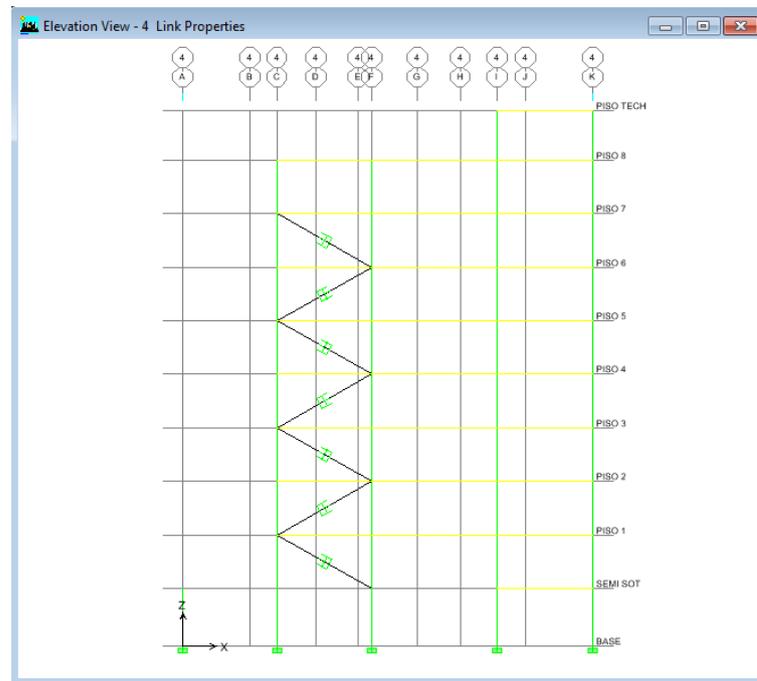
Ubicación de los dispositivos de amortiguación.

ASCE 7-10 exige como mínimo 2 dispositivos por dirección de análisis en cada piso y en arreglo tal que no genere torsión. Considerando un margen razonable de seguridad proponemos 4 dispositivos en cada nivel, 2 en dirección X y ubicados en los pórticos exteriores del edificio. Esta ubicación y disposición de los amortiguadores puede observarse en la figura 31, 32 y 33, lo cual también se puede observar la cantidad requerida para esta edificación en estudio.



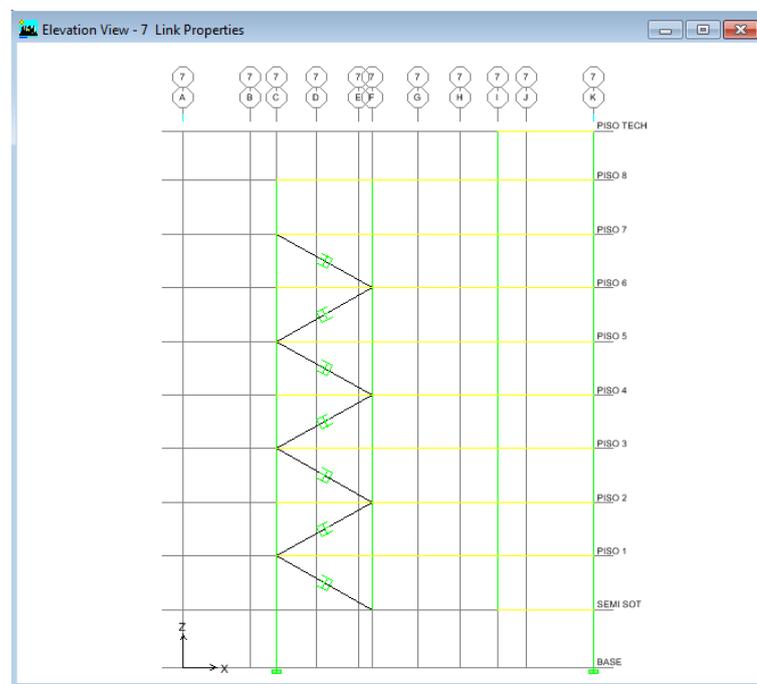
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 38. Ubicación en planta de los disipadores de fluido viscoso.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39. Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 4.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40. Ubicación en elevación de los disipadores de fluido viscoso en el eje 7.

Respuesta del edificio con amortiguadores

El análisis de la estructura se desarrolló considerando secciones fisuradas, en vigas y columnas y los elementos estructurales principales que conforman la estructura.

A continuación se observa los resultados de los desplazamientos laterales de los entrepisos en la dirección más crítico y donde se propuso los amortiguadores como los disipadores de energía fluido viscoso.

Tabla 14. Comparativo Chevron vs Diagonal para determinar el tipo de disipador a usar.

Chevron vs Diagonal		
COMPARATIVO	Mejor Control de Derivas	Menor solicitud de refuerzo adicional. Menor cantidad de dispositivos
	Chevron	Diagonal

Fuente: Elaboración Propia

Dirección X - X:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 15. Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26.0	0.005686
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26.0	
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26.0	0.001423
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26.0	
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	0.006735
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	0.001413
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21.0	0.006639
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21.0	
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21.0	0.001489
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21.0	
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	0.007518
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	0.001545
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	0.007146
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	0.001594
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	0.007374
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	0.001701
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	0.006986
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	0.001692
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8.0	0.007607
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8.0	
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8.0	0.001491
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8.0	
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	0.004094
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	0.000853
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	0.00043
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	0.000059
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	

Fuente: Elaboración Propia.

Dirección Y - Y:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 16. Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26.0	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26.0	0.001182
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26.0	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26.0	0.003417
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	0.001884
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	0.003776
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21.0	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21.0	0.002152
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21.0	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21.0	0.004175
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	0.002418
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	0.004527
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	0.002627
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	0.00474
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	0.002737
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	0.004758
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	0.002684
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	0.004513
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8.0	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8.0	0.002353
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8.0	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8.0	0.003956
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	0.00141
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	0.002566
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	0.000073
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	0.000237

Fuente: Elaboración Propia.

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección X son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Los desplazamientos máximos relativos en la dirección Y son menores que la permitida **0.007** para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual).

Esta propuesta de solución estructura con disipadores de energía en disposición diagonal si es viable ya que no modifica la propuesta arquitectónica, y el aporte de resistencia, rigidez y ductilidad es satisfactorio y es el elemento de menor complejidad para satisfacer la necesidad en el edificio en estudio, **lo cual si es viable la propuesta.**

Análisis para determinar el tipo de edificación, altura e importancia.

En la parte del análisis de los criterios de configuración estructura hace mencion de la norma E-060 la clasificación de la envergadura según la importancia y uso de la edificación, para el presente estudio se clasifica una edificación de mediana altura por lo que según la norma no supera los 25m de altura y también la protección sísmica según el uso de la edificación.

Tabla 17. Coeficientes de periodo por sistema estructural.

Ct = 35	Pórticos de concreto armado, pórticos de acero.
Ct = 45	Pórticos más muros en la caja de ascensores o escaleras y pórticos arriostrados de acero.
Ct = 60	Albañilería, concreto armado duales, muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

Fuente: RNE E-030, 2019.

Tabla 18. Categoría de la edificación.

Categoría	Descripción	Factor
C EDIFICACIONES COMUNES	<ul style="list-style-type: none"> Edificaciones comunes tales como: Viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios. 	1.0

Fuente: RNE E-030, 2019.

d) Criterio 04: Costos de inversión.

- **Chevron**

Análisis de los costos de la edificación con sistema de amortiguamiento

Evaluación de Costos

Para evaluar la incidencia el costo total del proyecto consideramos 1 niveles de semi sótano de estacionamiento, proponiendo así un área techada de 4,777.64 m², los precios fueron proporcionados por los proveedores fueron lo siguiente:

Amortiguadores (Kn)	Cantidad
500	10
Total	10

Tabla 19. Costo de los dispositivos según el tipo.

Ítem	Cantidad	P.U. (US\$)	Parcial (US\$)
Disipador 500 kN	10	8 500	85,000.00
Conexiones	10	3 500	35,000.00
		Total (US\$)	120,000.00
		Costo x m2	25.12

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20. Costo de las especialidades en la edificación en estudio con amortiguamiento en disposición chevron.

Especialidad	Ratio (USD/m2)	Area (m2)	Parcial (US\$)
Estructuras	275	4 778	1,313,950.00
Acabados	290	4 778	1,385,620.00
IISS	60	4 778	286,680.00
IIEE	62	4 778	296,236.00
IIEEM	58	4 778	277,124.00
Sistema de protección	25.12	4 778	120,024.00
		Parcial (\$)	3,672,786.00
		GG 5%	183,639.30
		Total (\$)	3,856,425.30
		Incidencia de obra	7.29%

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo una incidencia del **7.29 %**, valor mucho menor a lo que se obtendría por costos de reparación sin los disipadores de energía (**20 – 25 %**). El precio por metro cuadrado de los disipadores son de (**25.20 \$/m²**) es cercano a lo que se presenta en edificaciones con amortiguadores de fluido-viscoso en otros países (**25 – 40 \$/m²**).

- **Diagonal**

Análisis de los costos de la edificación con sistema de amortiguamiento

Evaluación de Costos

Para evaluar la incidencia el costo total del proyecto consideramos 1 niveles de semi sótano de estacionamiento, proponiendo así un área techada de 4,777.64 m², los precios fueron proporcionados por los proveedores fueron lo siguiente:

Amortiguadores (Kn)	Cantidad
500	14
Total	14

Tabla 21. Costo de los dispositivos según el tipo.

Ítem	Cantidad	P.U. (US\$)	Parcial (US\$)
Disipador 500 kN	14	6 500	91,000.00
Conexiones	14	2 500	35,000.00
Total (US\$)			126,000.00
Costo x m²			26.37

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22. Costo de las especialidades en la edificación en estudio con amortiguamiento en disposición diagonal.

Especialidad	Ratio (USD/m ²)	Area (m ²)	Parcial (US\$)
Estructuras	275	4 778	1,313,950.00
Acabados	290	4 778	1,385,620.00
IISS	60	4 778	286,680.00
IIEE	62	4 778	296,236.00
IIEM	58	4 778	277,124.00
Sistema de protección	26.37	4 778	125,996.00
Parcial (\$)			3,685,606.00
GG 5%			184,280.30
Total (\$)			3,869,886.30
Incidencia de obra			8.69%

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo una incidencia del **8.69 %**, valor mucho menor a lo que se obtendría por costos de reparación sin los disipadores de energía (**20 – 25 %**). El precio por metro cuadrado de los disipadores son de (**26.40 \$/m²**) es cercano a lo que se presenta en edificaciones con amortiguadores de fluido-viscoso en otros países (**25 – 40 \$/m²**).

e) Criterio 05: Costos de mantenimiento

Está enfocado en el mantenimiento que tienen los disipadores de fluido viscoso, ya que:

- No requieren un mantenimiento ni reemplazo en el rango de su vida útil (60 años). Esta afirmación se está fundamentada bajo dos factores importantes: el primero es basado en su instalación, ya que está conformado por un sello y un pistón que garantizan que no existan fugas en el dispositivo. El segundo factor está basado en la aprobación del Centro Nacional de Investigación de Ingeniería Sísmica (NCEER) en EEUU que abala esta afirmación debido a sus investigaciones realizadas.
- Muchas edificaciones donde se implementaron a nivel mundial desde 1955 confirman que es la opción más confiable en cuanto reforzamiento y aplicabilidad se refiere debido a que luego de un evento sísmico, los disipadores pueden seguir manteniendo la misma funcionalidad y operatividad. Por el contrario, si se compara con otros sistemas de reforzamiento como es el convencional, luego de un evento sísmico se tendrá que realizar una evaluación estructural de los posibles daños generados, y al ser elementos que se diseñan para tener un cierto grado de daños, puede requerir que se realice un nuevo reforzamiento.
- No requieren de una revisión estricta, debido a que, los disipadores empiezan a trabajar ante el mínimo desplazamiento lateral de la estructura. A diferencia de los disipadores, que si necesariamente, se necesita una revisión constante posterior a un sismo ya que, dependiendo de la magnitud de los desplazamientos, puede afectar a las estructuras

vecinas haciendo que se produzcan residuos que lleguen hacia los aisladores perjudicando su funcionalidad.

- El costo de mantenimiento según el proveedor y representate en Peru CDV ingeniería antisísmica.

Tabla 23. Costo de mantenimiento de los dispositivos según el tipo.

Ítem	Cantidad	P.U. (US\$)	Parcial (US\$)
Disipador 500 kN	1	1 500	1,500.00
Total (US\$)			1,500.00
El costo por manteniendo por cada dispositivo / cada 5 años			

Fuente: Elaboración Propia.

Esta propuesta de solución estructural con disipadores de energía en disposición diagonal es viable ya que no modifica la arquitectónica aprobada, y el aporte de resistencia, rigidez y ductilidad es satisfactorio y es el elemento de menor complejidad para satisfacer la necesidad en el edificio en estudio.

2.4.3 Del Objetivo específico 3

A. Procedimiento

1. Identificación de la ubicación del terreno para el proyecto.
2. Descripción arquitectónica del proyecto.
3. Identificación de la zona donde realizar el estudio de suelos.
4. Verificación de la zona a instalar disipadores sobre la arquitectura propuesta.
5. Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales que conforman al edificio.
6. Análisis modal y espectral para determinar la resistencia, rigidez y ductilidad del edificio.
7. Análisis tiempo historia con los últimos eventos sísmicos para determinar la resistencia, rigidez y ductilidad del edificio.
8. Determinación de la derivas para determinar el desplazamiento lateral.
9. Comparación del comportamiento de la estructura con amortiguamiento y sin amortiguamiento.
10. Determinación de los parámetros y el comportamiento del edificio con el disipador de fluido viscoso en disposición diagonal.
11. Diseño de los elementos estructurales que conforman el disipador y los refuerzos de apoyo.
12. Desempeño de los desplazamientos laterales en la edificación.

B. Marco teórico

Capítulo 4, señalada que el pre-dimensionamientos mínimos en estructuras de gran importancia y elementos principales en edificaciones.

Para el pre dimensionamiento de las losas macizas en dos direcciones se tomara las recomendaciones brindadas por el ACI (2014), para lo cual se aplicara la siguiente regla práctica y criterio inicial usado en diversos proyectos:

Relación losa maciza

Losa maciza en dos direcciones	
Mayor luz (m)	Peralte
Entre 4 a 5.5 m	L/40
Entre 5.5 a 6.5 m	L/35
Entre 6.5 a 7.5 m	L/30

Fuente: RNE - 2009

Figura 41. Pre-dimensionamiento de losa maciza

Losa Maciza

$$h = L / 35$$

Dónde:

h = Peralte de la losa maciza

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Losa Aligerada

$$h = L / 25$$

Dónde:

h = Peralte de la losa aligerada

L = Longitud de la luz mayor entre paños

Vigas

Factores para pre-dimensionamiento de vigas:

Factores para pre dimensionamiento de vigas	
Ws/c	α
S/C \leq 200 kg/m ²	12
200 < S/C \leq 350 kg/m ²	11
350 < S/C \leq 600 kg/m ²	10
600 < S/C \leq 750 kg/m ²	9

Fuente: RNE - 2009

Figura 42. Pre- dimensionamiento de vigas.

$$h = Ln / 11$$

$$b = h / 2$$

Dónde:

h = Peralte de la viga

Ln = Luz máxima libre en metros

b = Ancho de la viga

Columnas

$$\text{Columna centrada} = H / 8$$

$$\text{Columna excéntrica} = H / 9$$

$$\text{Columna esquinada} = H / 10$$

Dónde:

b = Lado de la columna

H = Altura de entrepiso

Artículo 6, carga viva del piso.

Carga Viva Mínima Repartida

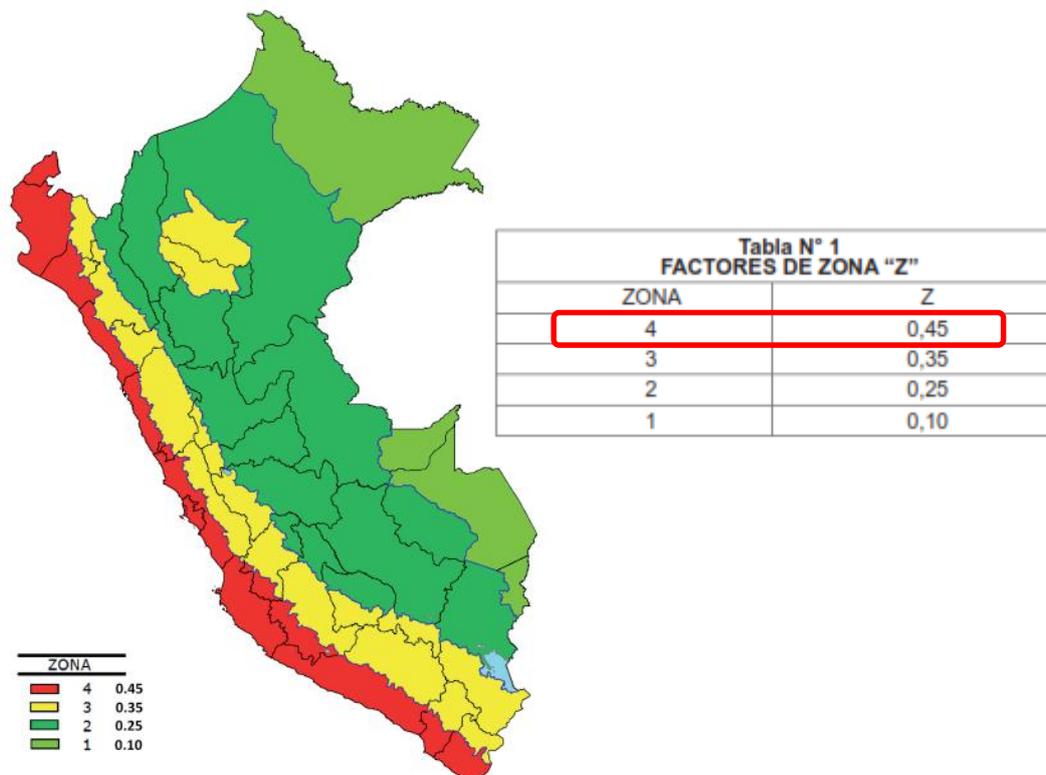
**TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: RNE - 2009

Figura 43. Carga viva mínima.

Capítulo 2, Ubicación en la ciudad de lima, perteneciente a la zona 4 del mapa de zonas sísmicas de la E-030 (2019).



Fuente: RNE - 2019

Figura 44. Zonas sísmicas del Perú.

Artículo 12, al suelo le corresponde una clasificación del tipo S2, según nuestra normativa sismorresistente (E030 vigente).

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: RNE - 2019

Figura 45. Clasificación de los suelos.

Artículo 10, Zonificación.

Parámetros de Suelo

Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE - 2019

Figura 46. Parámetros de los suelos.

Artículo 15, Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones.

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: RNE - 2019

Figura 47. Categorías de la Edificación y factor U

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

Fuente: RNE - 2019

Figura 48. Sistema estructural del edificio.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75

Fuente: RNE - 2019

Figura 49. Irregularidad en estructuras en altura.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

Fuente: RNE - 2019

Figura 50. Irregularidad en estructuras en planta.

Artículo 27, Procedimientos de Análisis.

Análisis Dinámico:

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Dónde:

- Z = 0.45 (Zona 4 – Lima)
 U = 1.00 (categoría C: Edificación común)
 S = 1.00 (Tp = 0.40 suelo intermedio, TL=2.50)
 Rx = 7.00 (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en X-X)
 Ry = 7.00 (Factor para muros de concreto armado (DUAL) Regular en Y-Y)
 g = 9.81 (aceleración de la gravedad m/s²)

$$C = \begin{cases} T < T_p & C=2.5 \end{cases}$$

$$T_p < T < T_L \quad C=2.5 \times (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad C=2.5 \times (T_p \times T_L / T^2)$$

Artículo 32, Desplazamientos Laterales.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2019 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para muros de concreto armado (DUAL).

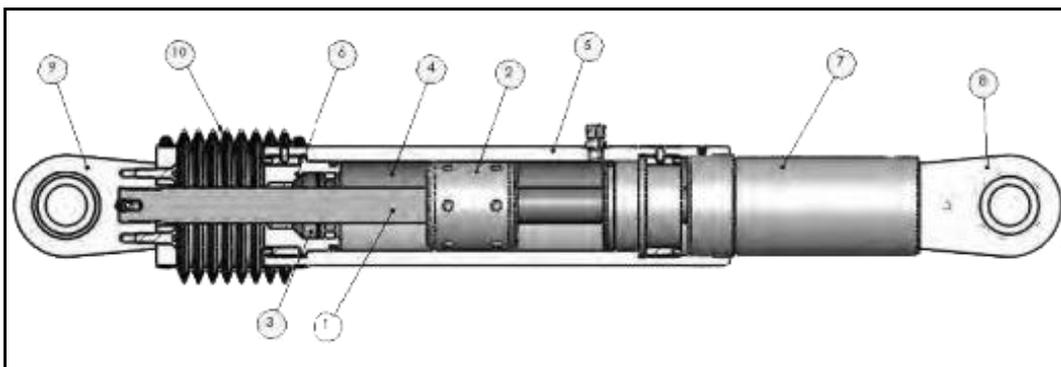
Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: RNE - 2019

Figura 51. Límites para la distorsión de los entrepisos.

Según la norma E.090 estructuras metálicas, diseño de elementos estructurales que conforman el disipador.

Partes componentes de los Disipadores Sísmicos de Fluido Viscoso (DSFV)



Fuente: Edificaciones con disipadores de energía AYLOR DEVICES INC.

Figura 52. Componentes de los disipadores viscosos.

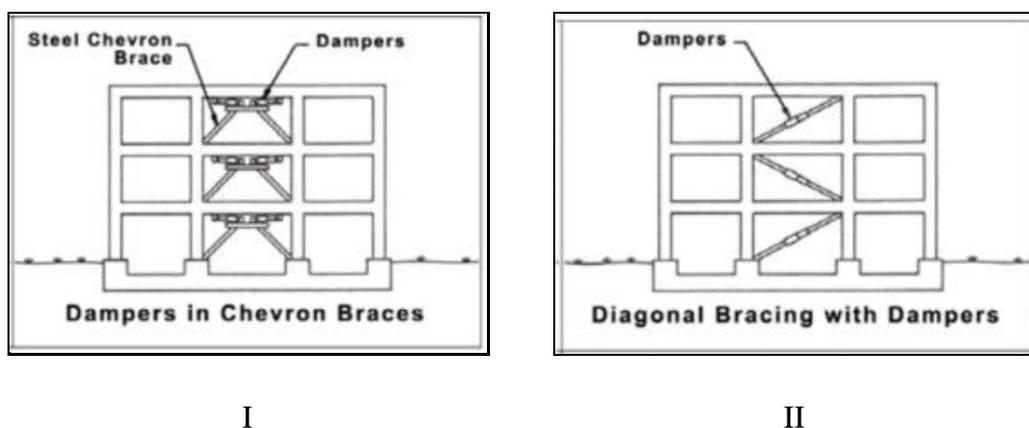
1. Vástago de acero inoxidable.
2. Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce.
3. ellos / rodamientos de sello, juntas dinámicas.
4. Fluido viscoso, silicona incompresible.
5. Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas y/o pintura.
6.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

Criterios de Ubicación y Disposición

La ubicación, disposición y número de disipadores en el edificio influyen significativamente en la efectividad del sistema de amortiguamiento en sus diferentes dispersiones. Diversas investigaciones en torno a ello han dado como resultado recomendaciones generales de ubicación como la búsqueda de simetría.

Para disipadores de fluido viscoso, se sugiere ubicarlos inicialmente en las zonas de velocidades máximas y en los entrepisos que experimentan mayor desplazamiento relativo y que cumpla con todo el requerimiento del diseño.

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



I

II

Fuente: Taylor divices INC

Figura 53. Disposiciones comunes, (I) en Chevron y (II) en diagonal

Amortiguadores Lineales

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

$$\beta_{visc.} = \frac{T \sum_j C_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum_i m_i \phi_i^2} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

$\beta_{visc.}$: Amortiguamiento Viscoso Objetivo.

T : Período de la estructura.

Φ_i : Modo de vibración del periodo fundamental.

Φ_{rI} : Desplazamiento Relativo del modo de vibración fundamental.

θ_j : Ángulo de inclinación del disipador.

m_i : Masa de entrepiso.

Amortiguadores No Lineales

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

$$\beta_{visc.} = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{4\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

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

$$\lambda = 2^{2+\alpha} \frac{\Gamma^2(1+\frac{\alpha}{2})}{\Gamma(2+\alpha)} \quad (\text{Ec. 14})$$

Γ : Función gamma.

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

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

α : Exponente de velocidad.

Rigidez del dispositivo "K" (Rigidez brazo metálico)

La rigidez del dispositivo es la rigidez brazo metálico que lo conecta a la estructura principal. Esto debido a que la rigidez axial del dispositivo es mucho menor a la del brazo, cuyo valor se determina con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{EA}{L} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

E: Coeficiente de Elasticidad del Acero.

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

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

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

$$\phi T_n = \phi F_y A_g < T_u \text{ (Tensión)} \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde:

T_n: Tensión nominal.

φ: Factor de reducción (0.9).

A_g: Área bruta de la sección del brazo metálico.

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

$$\phi P_n = \phi F_{cr} A_g < P_u \text{ (Compresión)} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

P_n: Compresión nominal.

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

Reducción de la Respuesta, Coeficiente “B”

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

$$V_{min} = \frac{v}{B_{v+1}} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$V_{min} = 0.75V \quad (\text{Ec. 19})$$

La fuerza cortante mínima en la base no puede ser menor al 0.75 de la fuerza cortante obtenida del análisis modal espectral.

Amortiguamiento Equivalente, Factor “β”

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

Effective Damping, β (percentage of critical)	$B_{v+1}, B_{LD}, B_D, B_{LM}, B_{MD}, B_{mD}$ (where period of the structure $\geq T_0$)
≤2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥100	4.0

Fuente: ASCE 7-10 Capítulo 18

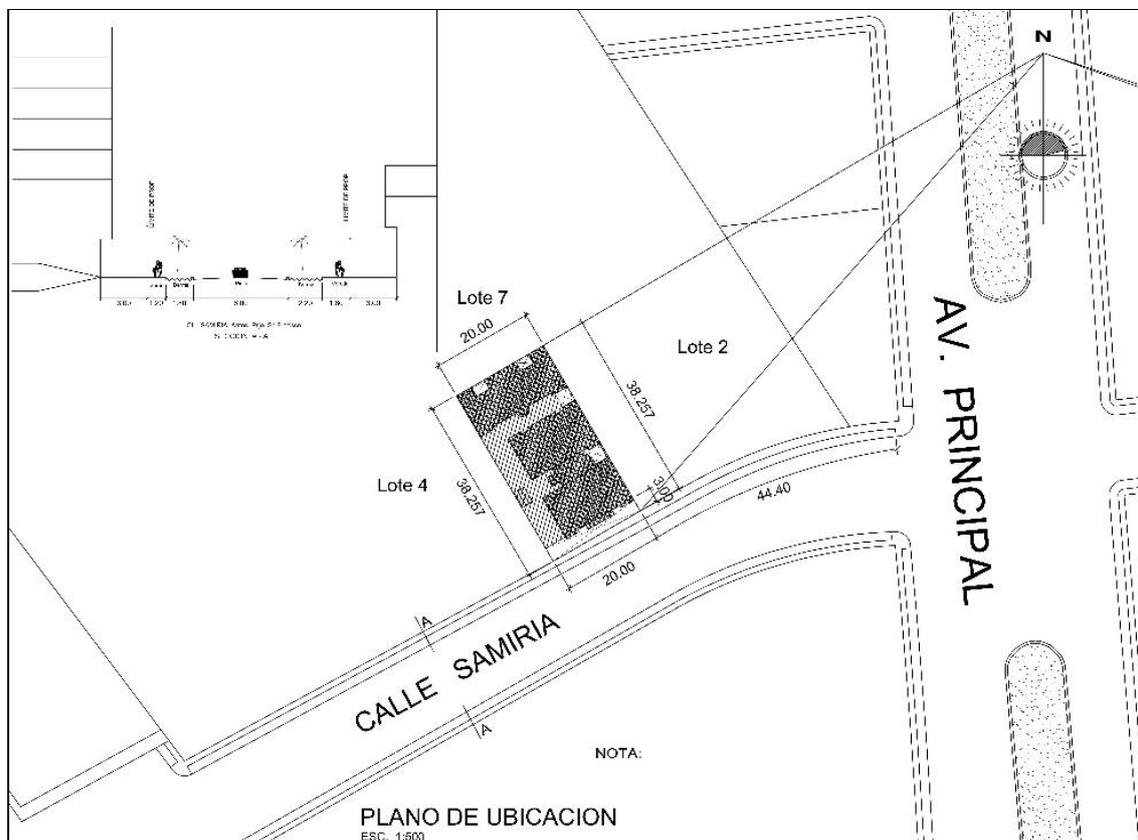
Figura 54. Coeficiente de amortiguamiento en función del amortiguamiento equivalente.

C. Desarrollo

2.3.2.1. Descripción y adecuación de la edificación en estudio.

2.3.2.1.1 Ubicación del proyecto:

La edificación se encuentra en el distrito de Surquillo y departamento de Lima. Esta edificación cuenta con su ingreso principal a través de la calle Samiria.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 55. Localización de la edificación de 8 pisos.

2.3.2.1.2 Descripción Arquitectónica del proyecto:

Sus dimensiones son aproximadamente del edificio son los siguientes:

Ancho (X-X) de 20.00 m

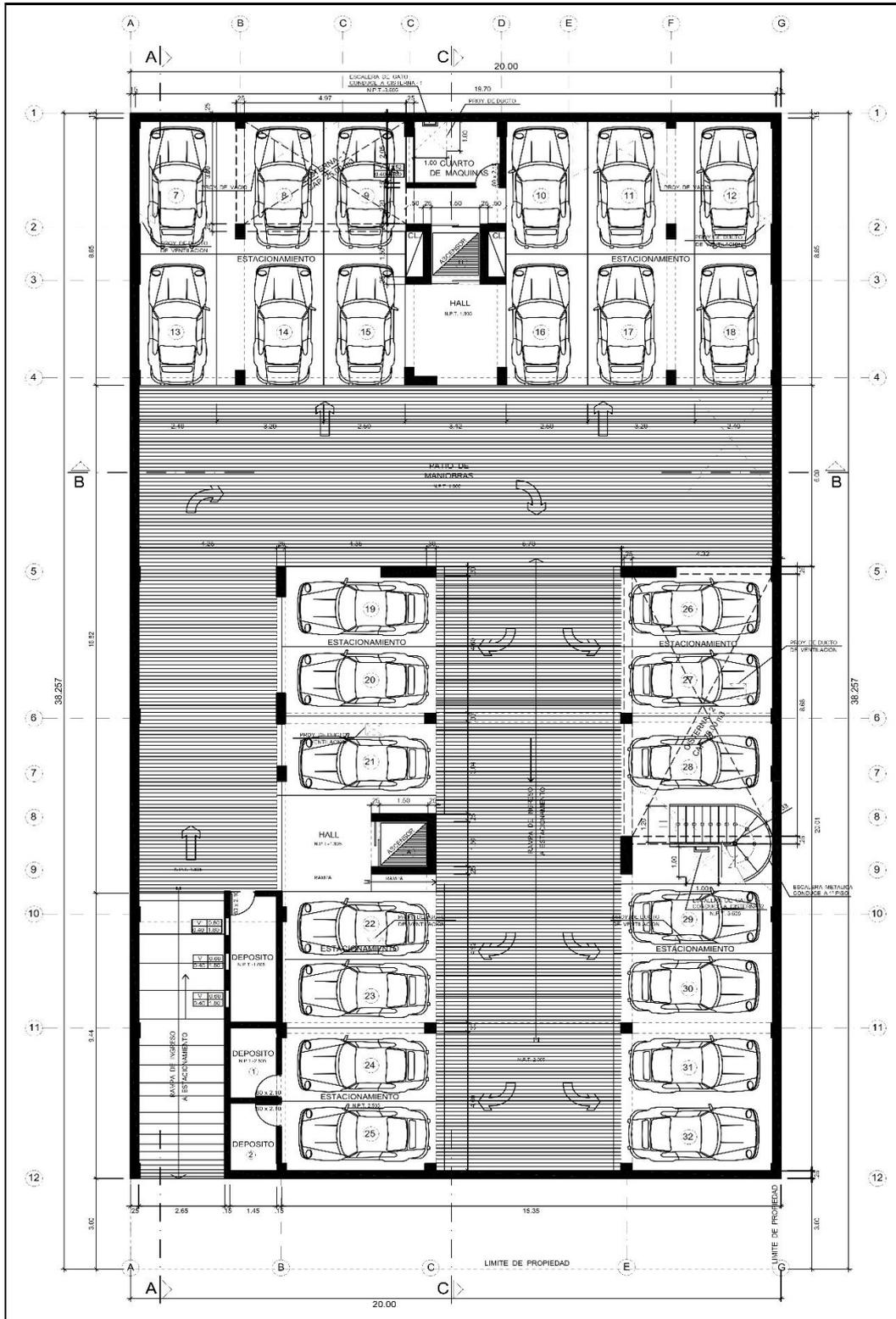
Largo (Y-Y) de 38.25 m

Con un área del terreno en planta de aproximadamente 765.12 m² Presenta principalmente 7 aperturas en planta que conforman 3 bloques considerados estructuralmente que son pozos de luz que suman un total de área de 263.54 m² aproximadamente.

Contiene dos accesos por escaleras y un par de ascensores que se encuentran en la parte central del ala derecha de la edificación.

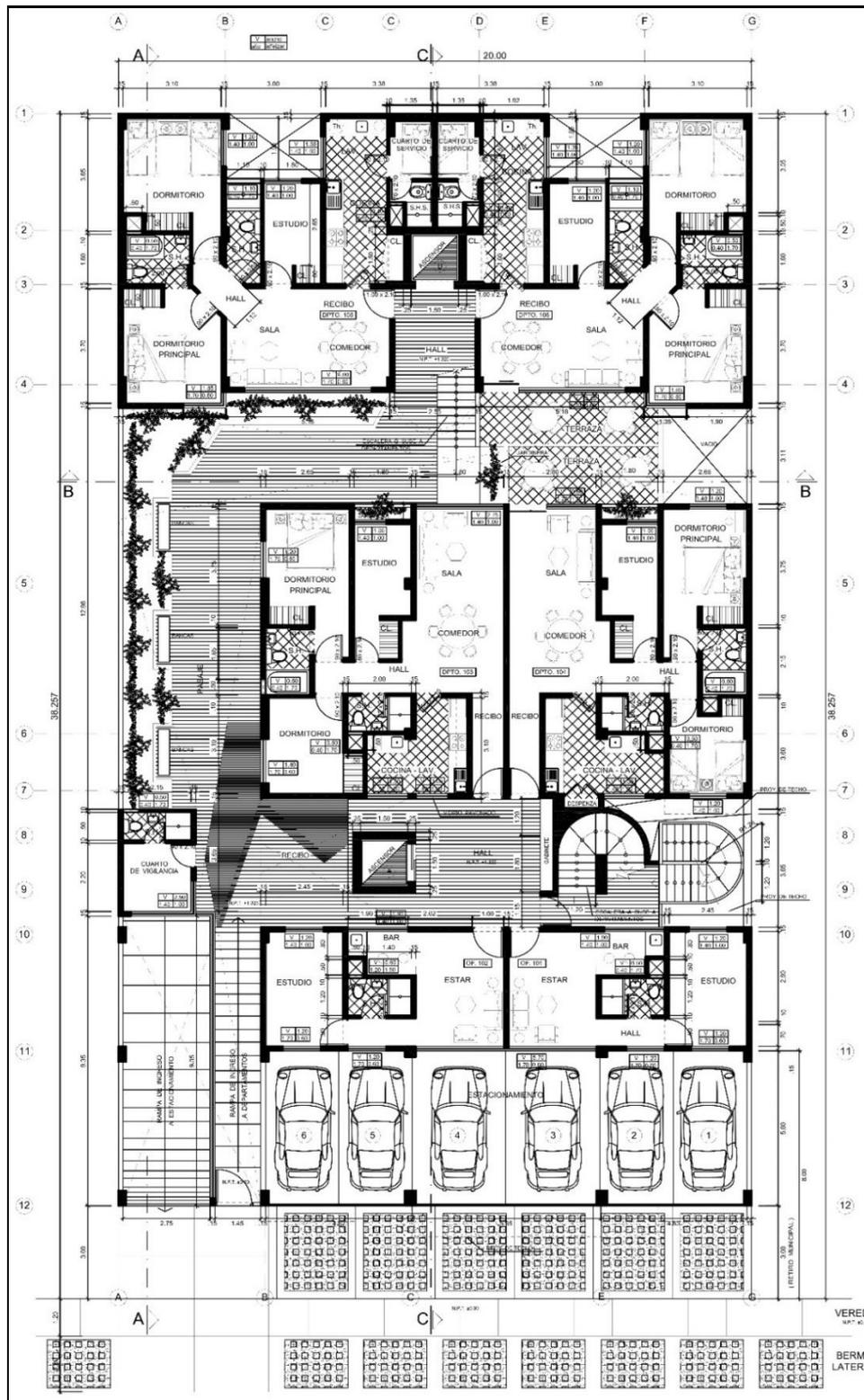
La edificación fue concebida en su primer piso para uso como mezanine, en el todos los pisos son de uso de viviendas multifamiliares con 4 departamento por cada nivel en los 8 pisos del edificio.

También cuenta con 1 semi sótanos que son la parte de la subestructura, que son ambientes destinados al uso exclusivo de estacionamientos de vehículos menores.



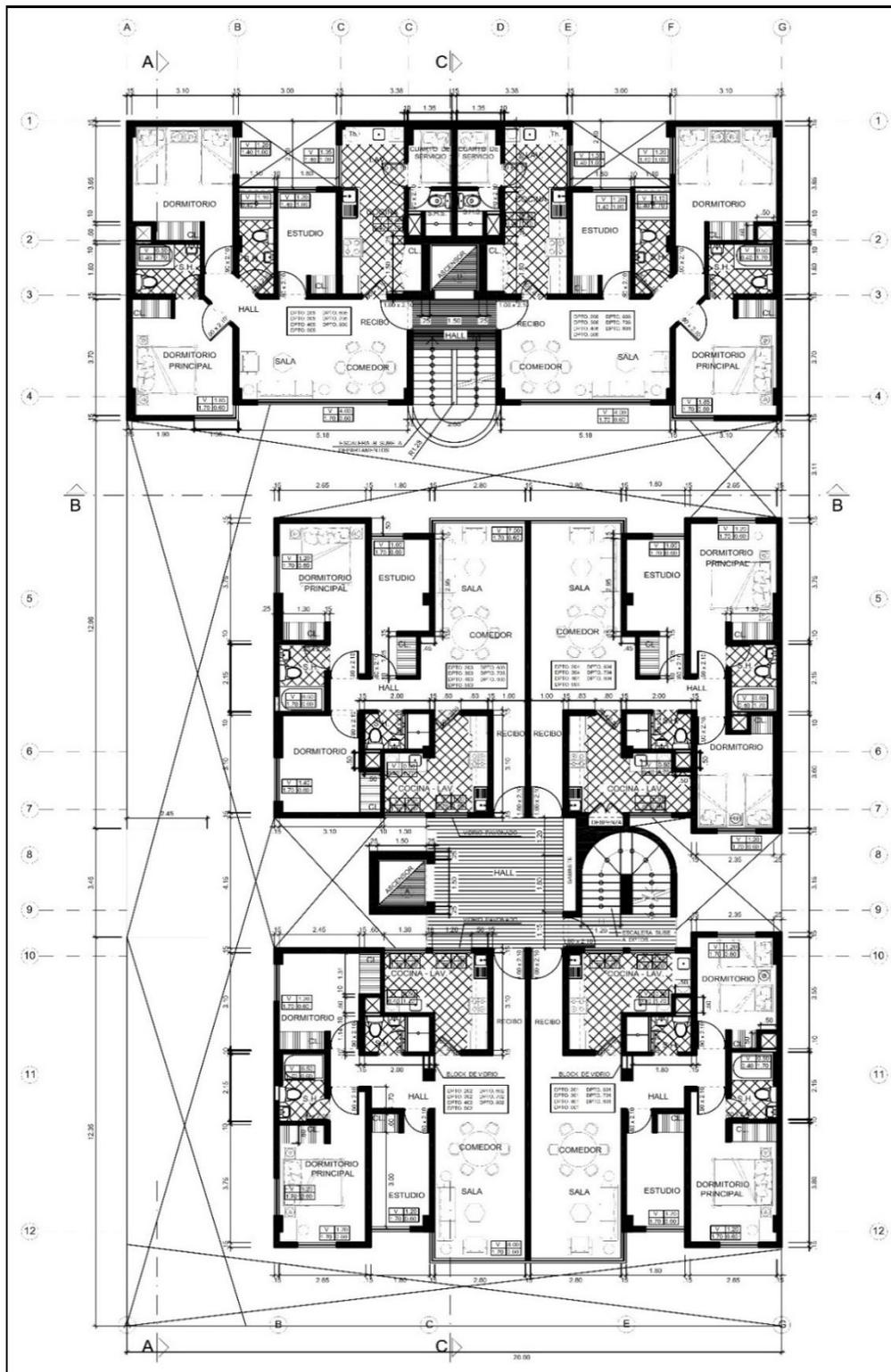
Fuente: Elaboración Propia

Figura 56. Distribución del semi sótano – estacionamiento de vehículos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 57. Distribución del primer nivel.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 58. Distribución del segundo al octavo piso.

2.3.2.1.3 Pre-dimensionamiento de elementos estructurales de la edificación

Losas de entrepiso:

Aligerado en una dirección (1-8 piso)	: 0.20m de espesor
Aligerado en una dirección (semi sótano piso)	: 0.25m de espesor
Maciza (semi sótano)	: 0.25m de espesor
Maciza (1-8 piso)	: 0.20m de espesor

Vigas:

Las vigas presentes en ambas direcciones de análisis en los 3 bloques que conforman el edificio son:

- ✓ Vigas de 0.30 x 0.50 m
- ✓ Vigas de 0.30 x 0.60 m
- ✓ Vigas de 0.35 x 0.60 m
- ✓ Vigas de 0.25 x 0.60 m
- ✓ Vigas de 0.35 x 0.60 m

Columnas:

Las columnas que se encuentran en los bloques son:

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| ✓ Columna tipo -01 (semi, 1-8 piso) | : 0.30 x 0.50m |
| ✓ Columna tipo -01 (1-8 piso) | : 0.30 x 0.60m |
| ✓ Columna tipo -01 (1-8 piso) | : 0.25 x 0.25m |
| ✓ Columna tipo -01 (semi, 1-8 piso) | : 0.35 x 0.35m |

Muros estructurales:

Para placas o muros estructurales como muro de corte se recomienda en zonas de alta sismicidad placas de espesores como mínimo de 20 cm para elementos principales, para el presente proyecto la edificación es de mediana altura y se encuentra ubicada en la ciudad de lima, perteneciente a la zona 4 del mapa de zonas sísmicas de la E-030 (2016), se detallan las placas en la edificación.

- ✓ Muros típicos - PL1 : 0.15m de espesor
- ✓ Muros típicos – PL2 : 0.20m de espesor
- ✓ Muros típicos – PL3 : 0.25m de espesor
- ✓ Muros típicos – PL4 : 0.30m de espesor
- ✓ Muros típicos – PL4 : 0.35m de espesor

Características de los materiales empleados en el proyecto.

- ✓ Resistencia a la compresión de concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 220000 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Peso específico del concreto: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Coeficiente de Poisson del concreto: $\nu = 0.20$
- ✓ Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del acero: $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Esfuerzo a la compresión de la mampostería: $f'm = 65 \text{ Kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad de la mampostería: $E_m = 22500 \text{ Kg/cm}^2$

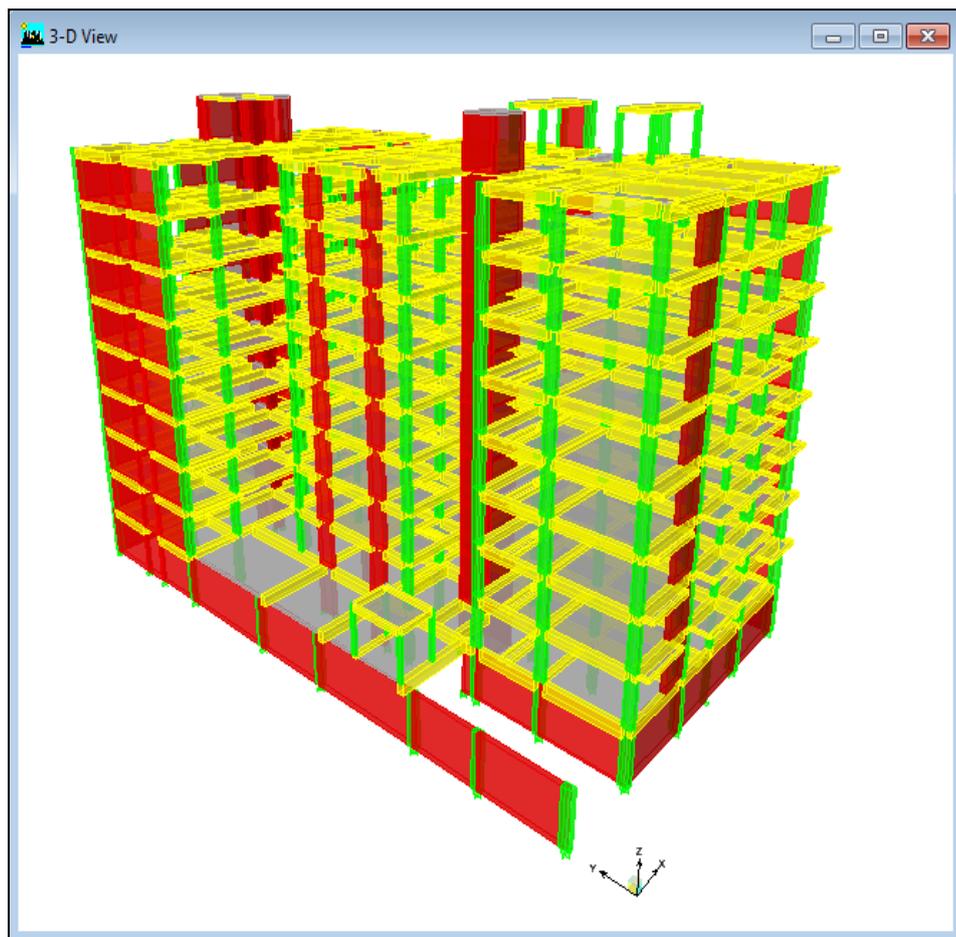
Características del suelo de cimentación:

Según el estudio de mecánica de suelos el cual se muestra en el anexo A, al suelo le corresponde una clasificación del tipo S2, según nuestra normativa sismorresistente (E030 vigente), según los resultados del EMS (Estudio de Mecánica de Suelos) se realiza los diseños estructurales en ambos casos como edificio sin disipadores y con disipadores de energía fluido visco en disposición diagonal.

Normatividad:

Se considera en la realización de la evaluación estructural las siguientes normas de diseño:

- Capítulo E030-2016 (Norma Sismorresistente).
- Capítulo E070 (Norma de Albañilería) correspondientes al RNE vigente.
- Capítulo E020 (Norma de Cargas) correspondientes al RNE vigente.
- Capítulo E060 (Norma de Concreto Armado) correspondientes al RNE vigente.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 59. Modelo asistido por el software Etabs 9.7.4.

2.2.3.2. Análisis de las edificaciones sin amortiguamiento (disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal).

2.2.3.2.1 Medrado de cargas Edificación

Carga Muerta:

Peso propio elementos de concreto armado	=	2400 Kg/m ³
Peso propio de muros confinados	=	1900 Kg/m ³
Peso propio de losa aligerada (h=20)	=	300 Kg/m ²
Peso propio de losa aligerada (h=25)	=	350 Kg/m ²
Peso propio de losa maciza de (h=15cm)	=	360 Kg/m ² .
Peso propio de losa maciza de (h=20cm)	=	480 Kg/m ² .
Peso propio de losa maciza de (h=25cm)	=	600 Kg/m ² .
Peso propio piso terminado	=	100 Kg/m ²
Peso propio de tabiquería	=	100 Kg/m ²

Cargas Vivas:

Sobrecarga de piso típico	=	200 Kg/m ²
Sobrecarga de azotea	=	100 Kg/m ²

2.2.3.2.2 Análisis Dinámico

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

(Ec. 20)

Dónde:

$$Z = 0.45 \text{ (Zona 4 - Lima)}$$

$$U = 1.00 \text{ (categoría C: Edificación común)}$$

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio "Residencial Samiria II" incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

$$S = 1.05 \text{ (Tp = 0.60 suelo intermedio, TL=2.00)}$$

$$R_x = 4.50 \text{ (Factor para Pórticos y M. estructurales (Dual) Irregular en X-X)}$$

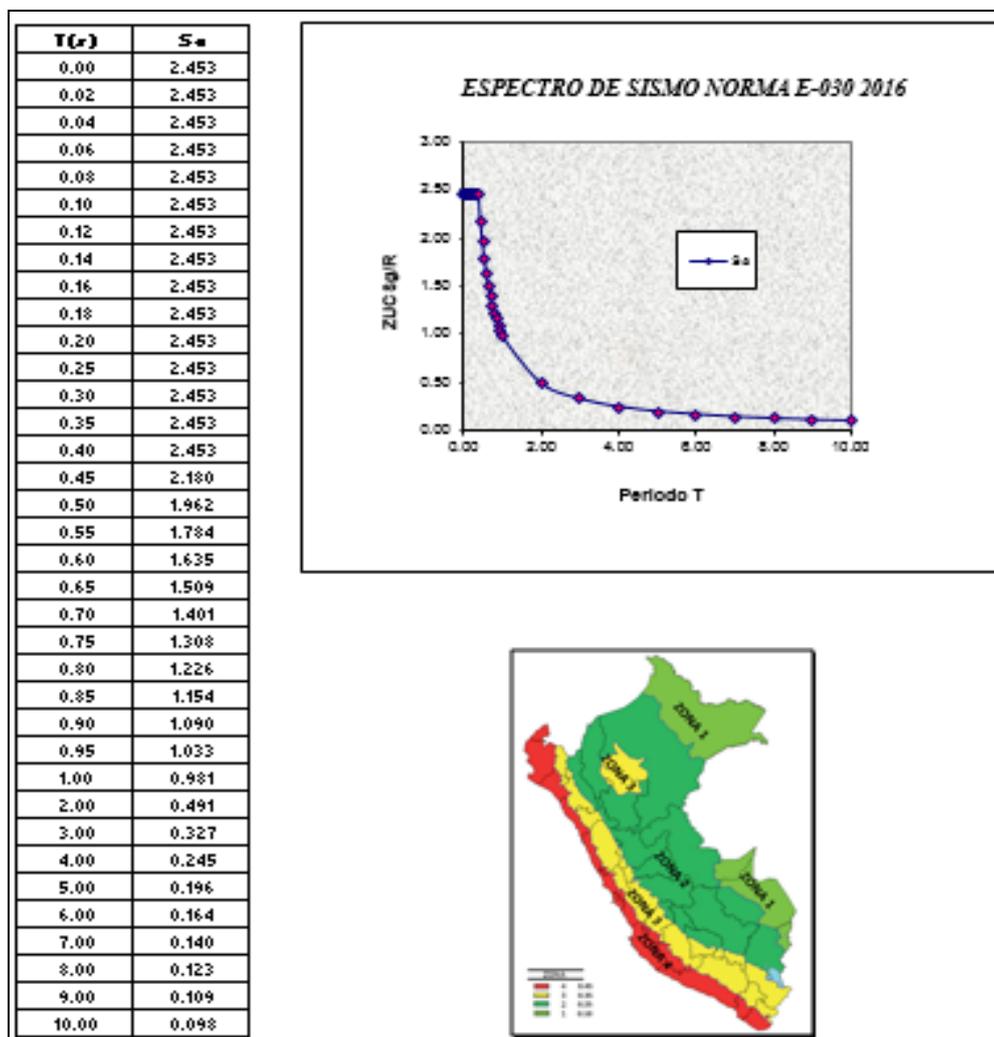
$$R_y = 4.50 \text{ (Factor para Pórticos y M. estructurales (Dual) Irregular en Y-Y)}$$

$$g = 9.81 \text{ (aceleración de la gravedad m/s}^2\text{)}$$

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times (T_p \times T_L / T^2) \quad \text{(Ec. 14)}$$

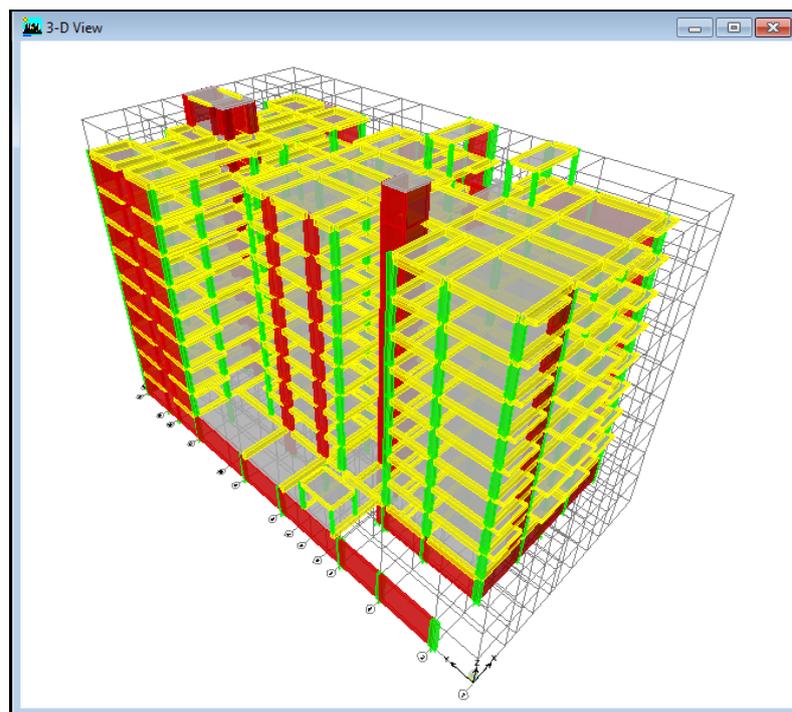
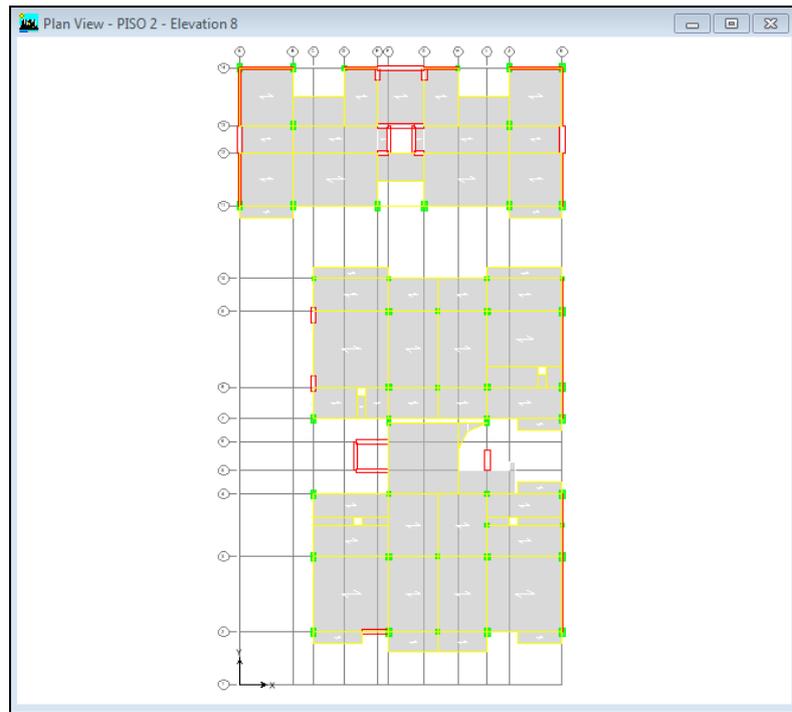


Fuente: Elaboración Propia.

Figura 60. Aceleración espectral de la edificación en la zona 4.

2.2.3.2.3 Derivas máximas inelásticas a través del análisis modal espectral

Análisis modal de la estructura:



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 61. Modelo matemático Edificación asistido por el software Etabs 9.7.4.

✓ **Masas de la estructura:**

Según los lineamientos de la Norma de Diseño Sismoresistente E-030 – 2016, que forma parte del RNE, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizaron el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la estructura consideró el 100% de la carga muerta y únicamente el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación tipo C.

✓ **Tabla de periodos de la Estructura:**

El programa ETABS calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. En el análisis tridimensional se ha empleado la superposición de los primeros modos de vibración por ser los más representativos de la estructura.

Tabla 24. Tabla de periodos de la Estructura.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.995086	50.4086	0.091	0	50.4086	0.091	0
2	0.490147	1.3297	57.4852	0	51.7384	57.5763	0
3	0.443612	8.8252	5.1508	0	60.5636	62.727	0
4	0.255371	11.5397	0.0062	0	72.1033	62.7332	0
5	0.134703	0.1477	14.1005	0	72.2509	76.8338	0
6	0.119384	1.3187	0	0	73.5696	76.8338	0
7	0.113853	6.3977	0.2126	0	79.9673	77.0464	0
8	0.072985	1.8473	0	0	81.8146	77.0464	0
9	0.067413	0.0115	4.3769	0	81.8261	81.4234	0
10	0.055135	2.8237	0.0081	0	84.6498	81.4315	0
11	0.051593	0.6493	0.0015	0	85.2991	81.433	0
12	0.044695	0.0058	2.51	0	85.3049	83.943	0
13	0.04107	0.9563	0.0092	0	86.2612	83.9522	0
14	0.040485	0	0	0	86.2612	83.9522	0
15	0.04034	0.0001	0	0	86.2613	83.9522	0
16	0.039638	0.0725	0.0006	0	86.3338	83.9528	0
17	0.039537	0.0752	0.0011	0	86.4091	83.9539	0
18	0.038687	0.5087	0.0002	0	86.9178	83.9541	0
19	0.038574	0.0003	0	0	86.9181	83.9541	0
20	0.037571	0.0675	0.0001	0	86.9856	83.9542	0
21	0.036822	0.2569	0.0007	0	87.2425	83.955	0
22	0.036626	1.049	0.0041	0	88.2915	83.9591	0
23	0.036524	0.0001	0.0001	0	88.2917	83.9592	0
24	0.036217	0.009	0	0	88.3007	83.9592	0
25	0.035547	0.1342	0.0002	0	88.4349	83.9594	0
26	0.035341	0.1707	0.0024	0	88.6055	83.9618	0
27	0.035049	0.0143	0	0	88.6199	83.9619	0
28	0.034823	0.0057	0.0002	0	88.6255	83.962	0
29	0.034705	0.005	0	0	88.6306	83.9621	0
30	0.03448	0.0048	0.0005	0	88.6354	83.9626	0
31	0.033836	0.1534	0.0966	0	88.7888	84.0592	0
32	0.033775	0	0.0001	0	88.7888	84.0593	0
33	0.033773	0.0088	0.0118	0	88.7976	84.0711	0
34	0.033539	0.0181	0.0088	0	88.8157	84.08	0
35	0.033532	0	0.0056	0	88.8157	84.0855	0
36	0.033495	0.0046	1.3302	0	88.8202	85.4158	0

Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Resumen de Periodos predominantes:**

Como se observa en la tabla anterior, los periodos con una mayor participación de masa fueron el modo 1 en la dirección X, y el modo 2 en la dirección Y, los periodos fundamentales son:

Tabla 25. Periodos de Vibración edificación.

	<i>T (s)</i>	<i>Núm. De Modo</i>
X	0.995	1
Y	0.490	2

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3.2.4 Desplazamientos y Distorsiones:

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

$$\frac{DIF \times 0.75 \times R}{h_{ei}} \leq 0.007 \text{ ó } 0.005$$

(Ec. 21)

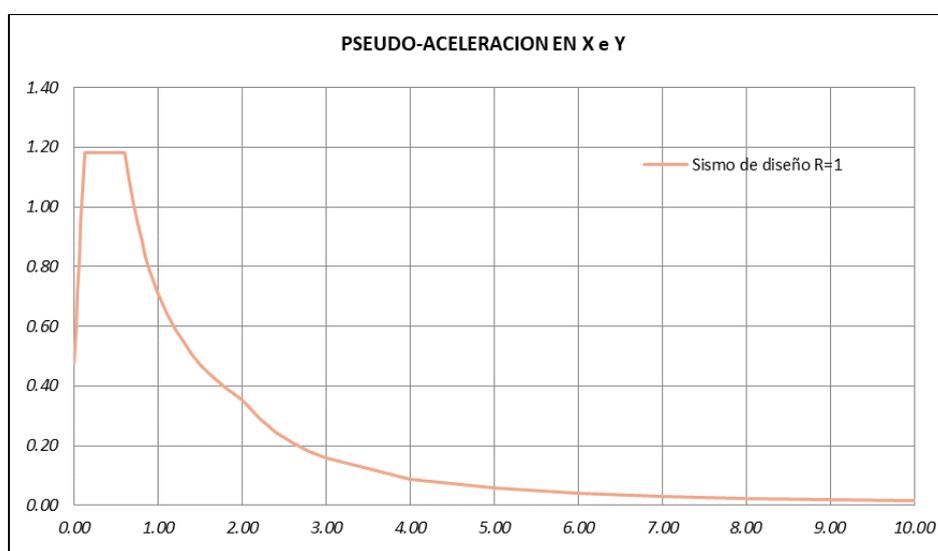
La Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E 0.30 – 2016 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para pórticos de concreto armado, esto se cumplirá en la dirección X-X, mientras que para pórticos de concreto armado y muros estructurales (Dual), se establece una distorsión máxima de 0.007, esto se cumplirá en la dirección Y-Y.

2.2.3.2.5 Selección de los registros sísmicos para análisis Tiempo Historia

Para la selección de los registros sísmicos que nos permitan reflejar de manera real el comportamiento inelástico de las distintas edificaciones que abarca este estudio se realizara el análisis tiempo historia para los 6 registros sísmicos que nos fueron proporcionados por la base de datos del IGP, dichas distorsiones de entrepiso

provenientes del análisis tiempo historia, serán comparadas con las distorsiones de entrepiso del Análisis Espectral Modal ($R=1$), para su selección.

Una recomendación dada por CDV, en sus artículos sobre sistemas de protección sísmica para edificaciones en el Perú, es el de tomar aquellos sismos cuyas derivas de entrepiso no superen una diferencia de **0.0015** entre las derivas correspondientes para cada piso del análisis espectral modal con un factor $R=1$.

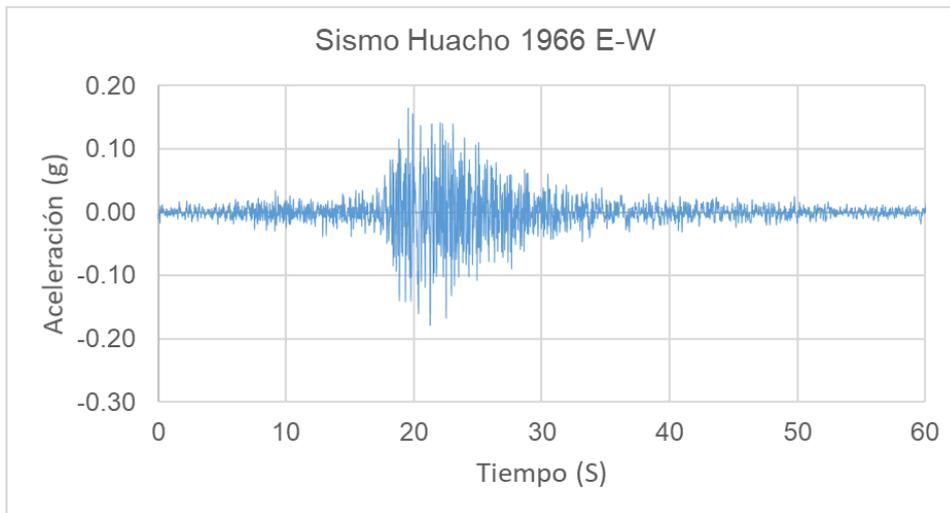


Fuente: Registros sísmicos IGP.

Figura 62. Solicitaciones Sísmicas en la Ciudad de Lima.

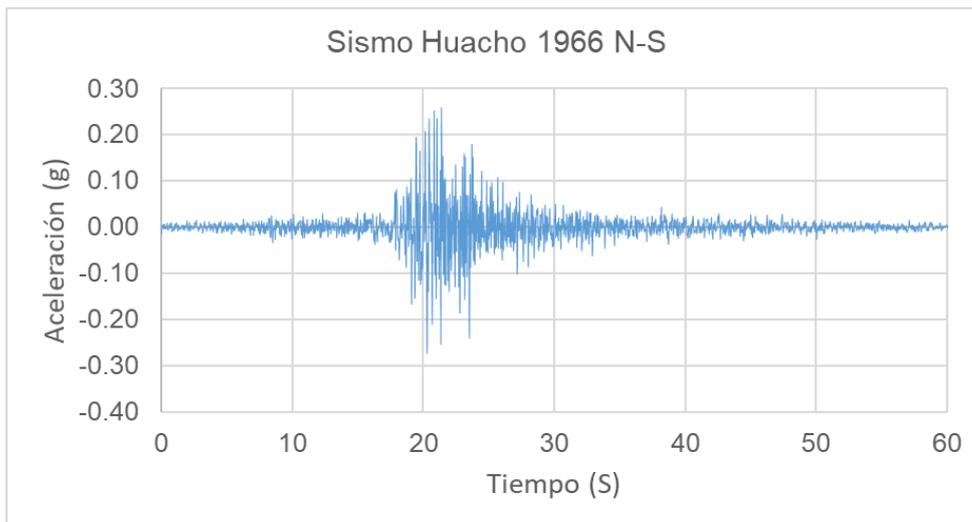
La amenaza sísmica será representada por registros tiempo historia de sismos ocurridos en la ciudad de Lima en los años 1966,1970 y 1974 con los registros de Registros sísmicos IGP. Todos estos registros serán normalizados con la asistencia del programa de cómputo ETABS a una aceleración máxima de 0.4g (aceleración del suelo en la zona de la estructura) propuesta por la Norma E 0.30.

La Figura 20 muestra los 3 pares de registros utilizados en el modelamiento:



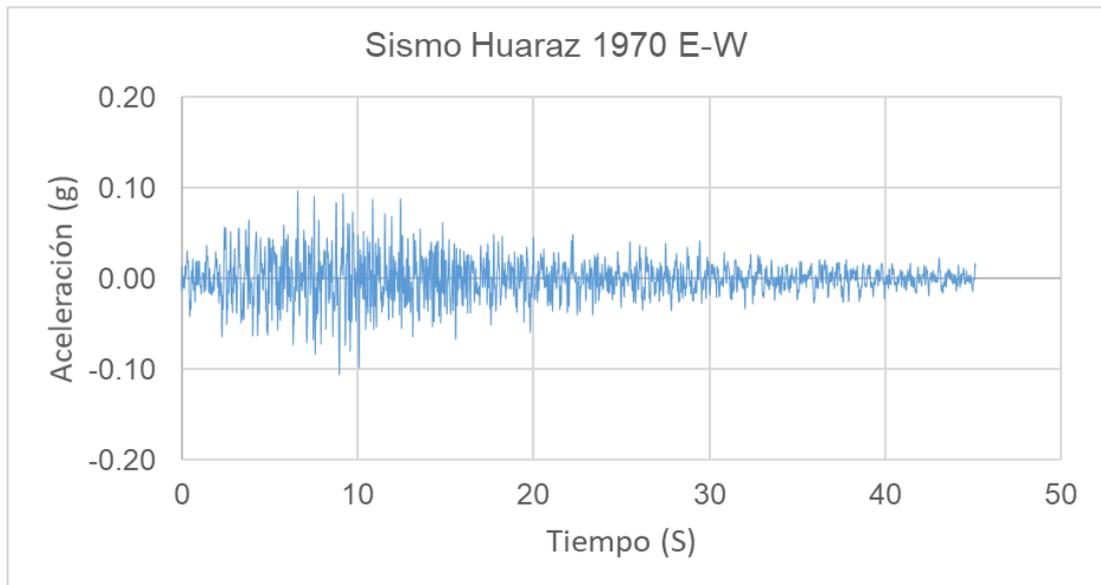
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 63. Componente (E-W) Huacho 1966.



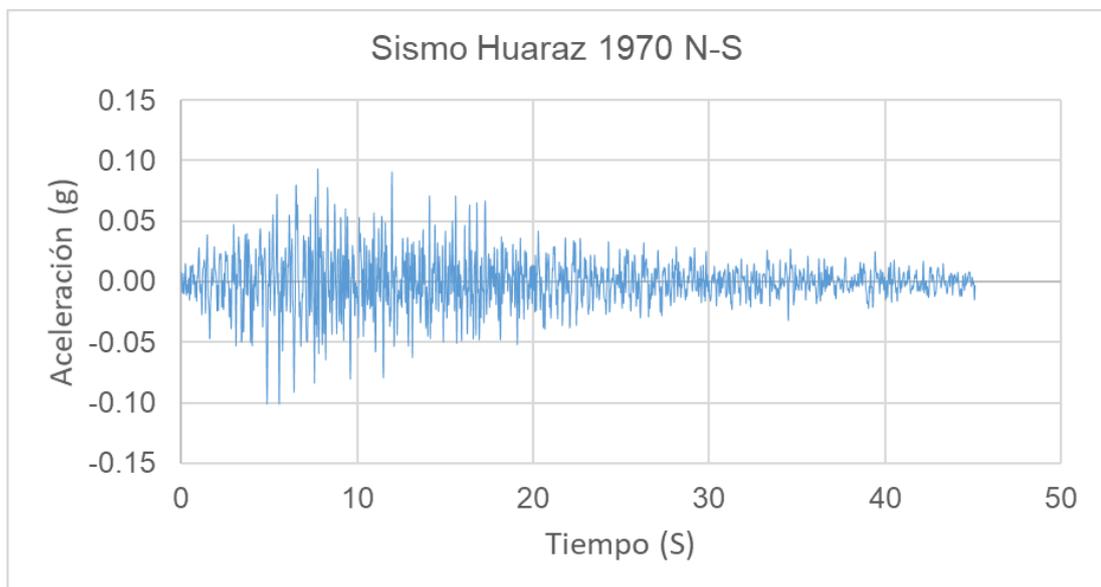
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 64. Componente (N-S) Huacho 1966.



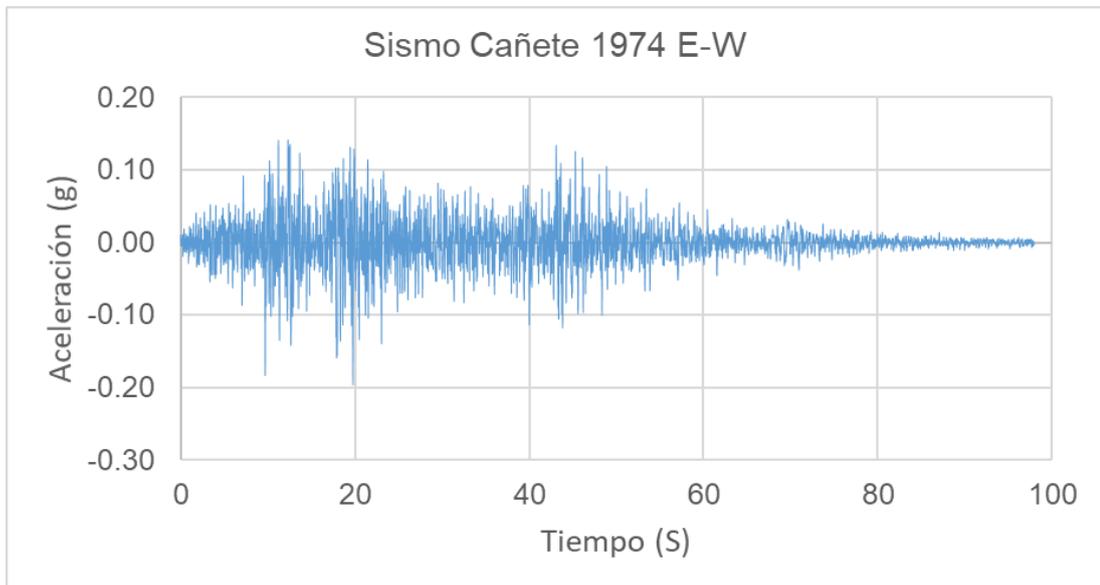
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 65. Componente (E-W) Huaraz 1970.



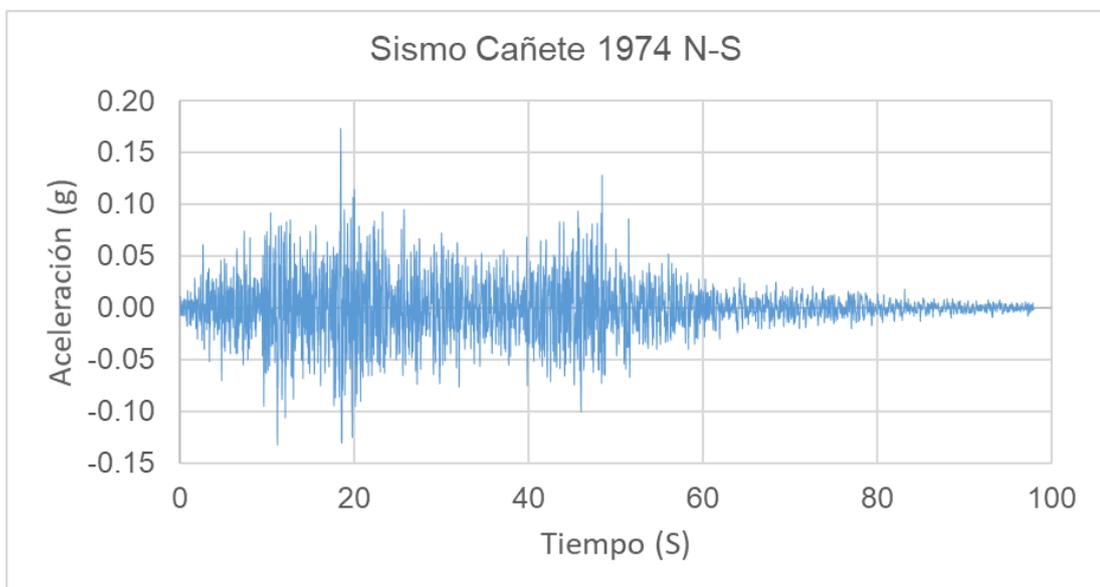
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 66. Componente (N-S) Huaraz 1970.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 67. Componente (E-W) Cañete 1974.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 68. Componente (N-S) Cañete 1974.

2.2.3.2.6 Respuesta del edificio sin amortiguadores

El análisis de la estructura se desarrolló considerando secciones fisuradas, en vigas y columnas. La estructura se sometió a los registros tiempo historia expuestos en la Sección 3.2, obteniendo finalmente los siguientes records de derivas de entrepiso en cada dirección X e Y:

Los valores máximos de derivas inelásticas alcanzados en la dirección X e Y fueron de 9 y 8.6 por mil respectivamente. Estos valores son mayores al valor de 7 por mil, establecido como máximo por la norma peruana sismorresistente E.030, para edificios aporticados de concreto armado y muros estructurales (Dual).

2.2.3.3 Análisis de las edificaciones con amortiguamiento (disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal).

2.2.3.3.1 Elección del objetivo de desempeño y de la deriva objetivo

- **Objetivo de Desempeño**

Según la clasificación del SEAOC, el edificio es una Estructura Básica. Elegimos como sismo de diseño un Sismo de 500 años de periodo de retorno y según la recomendación de comité visión 2000.

La tabla 7 ilustra la definición de los niveles de desempeño para estructuras básicas (viviendas). Puede observarse que el nivel de desempeño elegido es el de Seguridad o Resguardo de la vida.

Tabla 26. Niveles de Desempeño para estructuras.

Sísmico de Diseño	Nivel de desempeño
Sismo Frecuente	Totalmente Operacional
Sismo Ocasional	Operacional
Sismo Raro	Seguridad de vida
Sismo Muy raro	Pre colapso

Fuente: SEAOC- Comité Visión 2000

2.2.3.3.2 Objetivo de deriva

Según el edificio es del tipo “Aporticado de Concreto Armado y sistema Dual de mediana altura”, abreviado como CM1. La tabla 8 extraída y adaptada del Multihazard Loss Estimation Methodology del Hazus, expone los estados de daño y sus derivas características para un CM1 diseñado con un código sísmico moderado.

Tabla 27. Descripción de daño y deriva característica para edificios tipo CM1 (HAZUS).

Daño Estructural	Descripción	Deriva
Leve	Pueden observarse grietas de corte y de flexión cerca de la unión de algunas vigas y columnas.	0.0033
Moderado	La mayoría de columnas y vigas presentan grietas. Algunos elementos como vigas han alcanzado la fluencia. Es evidente la presencia de largas grietas de	0.0058

	flexión y en algunos lugares el concreto de recubrimiento se ha desprendido.	
Extenso	Algunos pórticos han alcanzado su capacidad última evidente por la presencia de largas grietas de flexión, concreto desprendido y refuerzo principal y transversal deformado. Resulta en un colapso parcial.	0.0156
Completo	La estructura ha colapsado o está a punto de hacerlo debido a falla frágil, agotamiento de ductilidad o pérdida de la estabilidad del sistema.	0.0400

Fuente: Multihazard Loss Estimation Methodology HAZUS.

Por lo tanto, se obtienen los niveles de desempeño y sus correspondientes derivas. En la tabla 8 se expone las relaciones desempeño - deriva para edificios CM1. **Se elige la deriva objetivo del Nivel de Desempeño Seguridad: 0.0058.**

Tabla 28. Niveles de desempeño y derivas objetivo para edificios tipo CM1 (HAZUS Y SEAOC VISION 2000)

Nivel de Desempeño	Deriva Objetivo
Totalmente Operacional	0.0033
Operacional	
Operacional	0.0058

Pre-Colapso	0.0156
Colapso	0.0400

Fuente: AZUS Y SEAOC VISION 2000.

Las derivas máximas obtenidas del análisis de la estructura sin amortiguadores y expuestas en la Sección 1.2.3.1, están en el rango entre daño moderado y extenso.

4.3.1 Objetivo de Amortiguamiento

Determinamos el factor de reducción de respuesta mediante el cociente:

$$B = \frac{\text{Deriva maxima}}{\text{Deriva objetivo}}$$

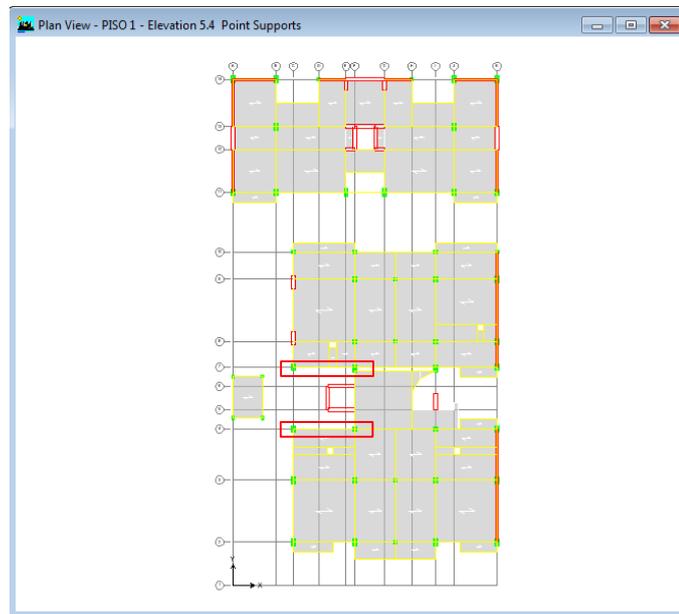
(Ec. 22)

2.2.3.3.3 Ubicación de los Dispositivos de Amortiguación

- **Objetivo de Desempeño**

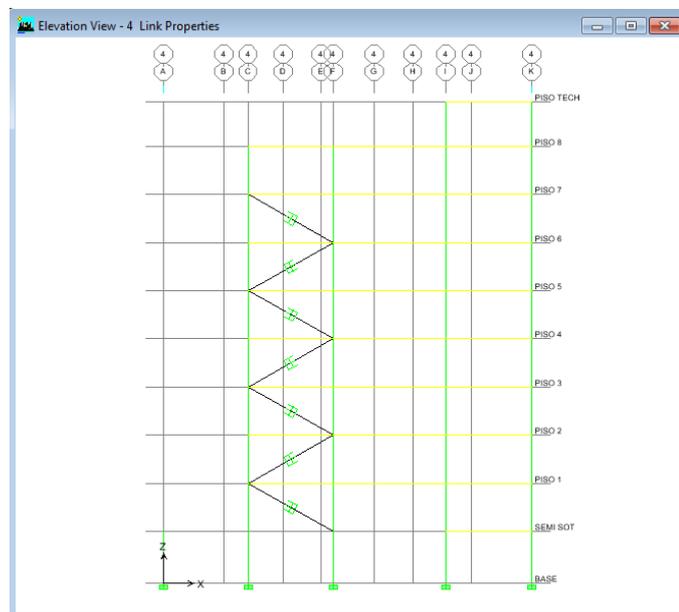
ASCE 7-10 exige como mínimo 2 dispositivos por dirección de análisis en cada piso y en arreglo tal que no genere torsión. Considerando un margen razonable de seguridad proponemos 4 dispositivos en cada nivel, 2 en dirección X y ubicados en los pórticos exteriores del edificio. Esta ubicación y disposición de los amortiguadores puede observarse en la figura 31, 32 y 33, lo cual también se puede observar la cantidad requerida para esta edificación en estudio.

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio "Residencial Samiria II" incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020



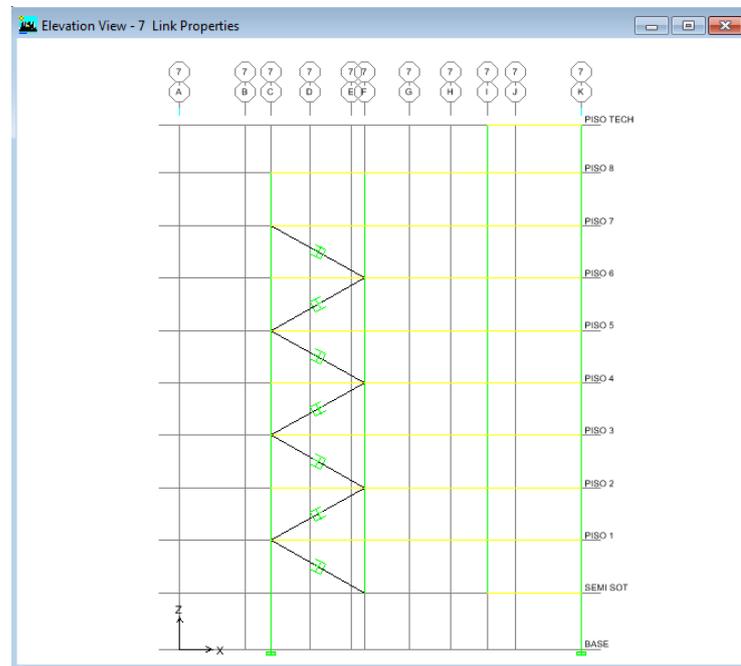
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 69. Ubicación en planta de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 70. Ubicación en elevación de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal en el eje 4.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 71. Ubicación en elevación de los Disipadores de Fluido Viscoso en disposición diagonal en el eje 7.

2.2.3.3.4 **Calculo de los parámetros inherentes que definen el comportamiento de los Disipadores de Fluido Viscoso de disposición diagonal.**

Los parámetros inherentes a estos dispositivos que definen su comportamiento son aquellos valores numéricos que definen a sus componentes principales, estos son: el valor de "K", que es la rigidez axial del brazo metálico que une el disipador con el nudo de la estructura (viga-columna o viga-muro); el coeficiente de no linealidad " α ", cuyo valor será determinado iterativamente (0.35-0.65); el coeficiente de amortiguamiento del disipador "C", que se basa en una serie de datos que se encuentran en función de las propiedades dinámicas de la estructura (modos de vibración, periodos de vibración, amortiguamiento crítico, etc.), así como de

parámetros reguladores establecidos por el FEMA 273-274 y el ASCE 07 y el exponente de velocidad.

2.2.3.3.5 Definición de las Propiedades del Amortiguador

2.2.3.3.5.1 Rigidez del Brazo Metálico “K”

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

$$K = \frac{EA}{L} \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

E: Coeficiente de Elasticidad del material.

A: Área de la sección del brazo metálico.

L: Longitud del brazo metálico.

Los especialistas internacionales de MIYAMOTO INTERNATIONAL recomiendan iniciar con el proceso de iteración planteando un valor de 2000 kips/in, el cual será posteriormente verificado y determinado como resultado final.

2.2.3.3.5.2 Coeficiente de Amortiguamiento “C”

Asumiendo que todos los disipadores en la estructura tienen las mismas propiedades, la obtención del coeficiente “C” se desarrolla mediante una estimación del factor en las ecuaciones 5 y 6 cuyos términos se expusieron.

Para amortiguadores Lineales:

$$\beta_{visc.} = \frac{T \Sigma_j C_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \Sigma_i m_i m_i^2} \quad (\text{Ec. 24})$$

Para amortiguadores No Lineales:

$$\beta_{visc.} = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{4\pi A^{1-\alpha} W^2 - \alpha \sum_i m_i \theta_i^2} \quad (\text{Ec. 25})$$

2.2.3.3.5.3 Exponente de Velocidad “ α ”

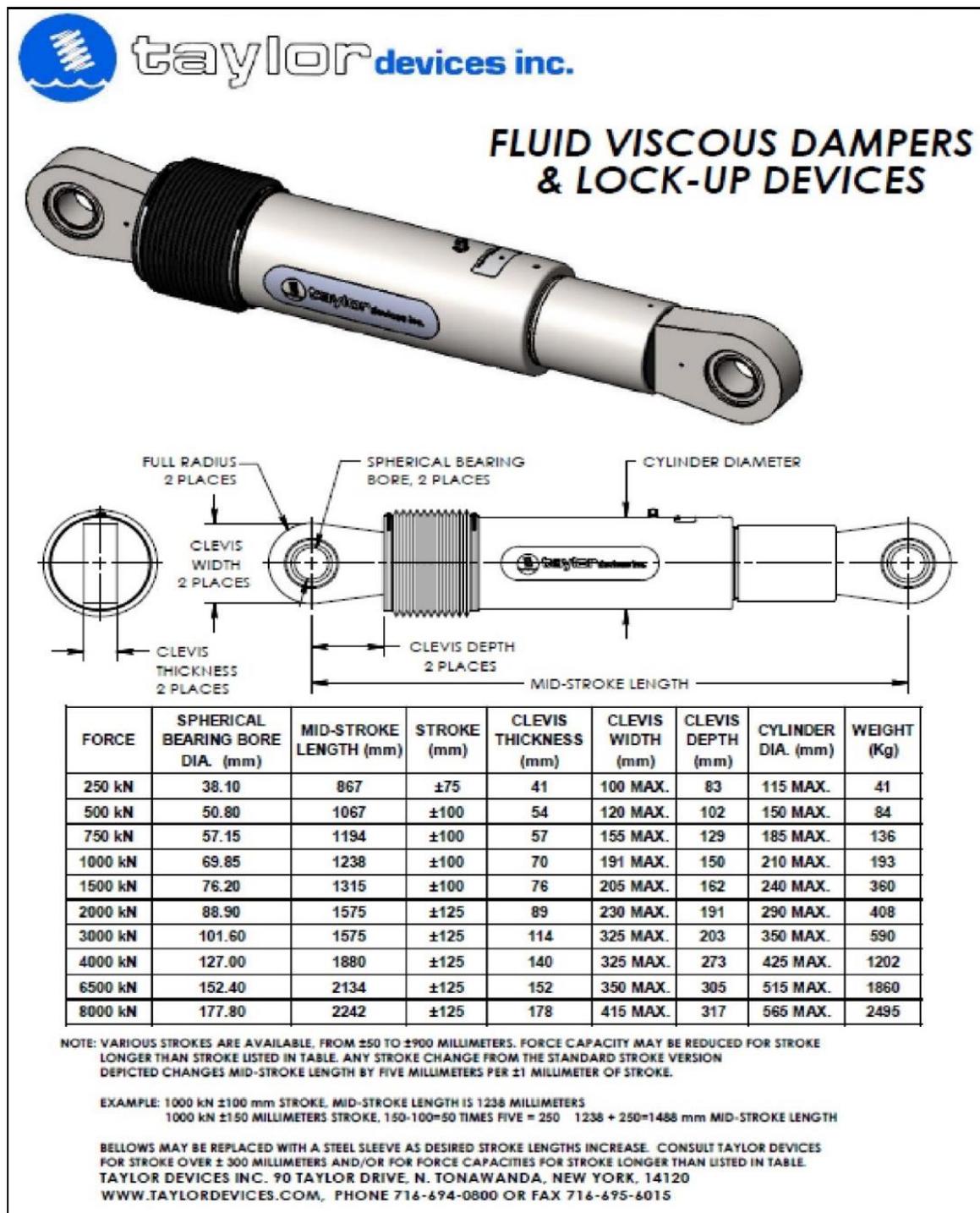
El exponente de velocidad es inicialmente estimado por el proyectista de acuerdo a la reacción del dispositivo que desee obtener. Siempre será menor que 1 para amortiguadores no lineales y su influencia en el comportamiento del amortiguador se describe en la sección 2.2.3.

2.2.3.3.6 Diseño Estructural del Sistema de Amortiguamiento

2.2.3.3.6.1 Diseño de los Dispositivos de Amortiguación y Conexiones Metálicas

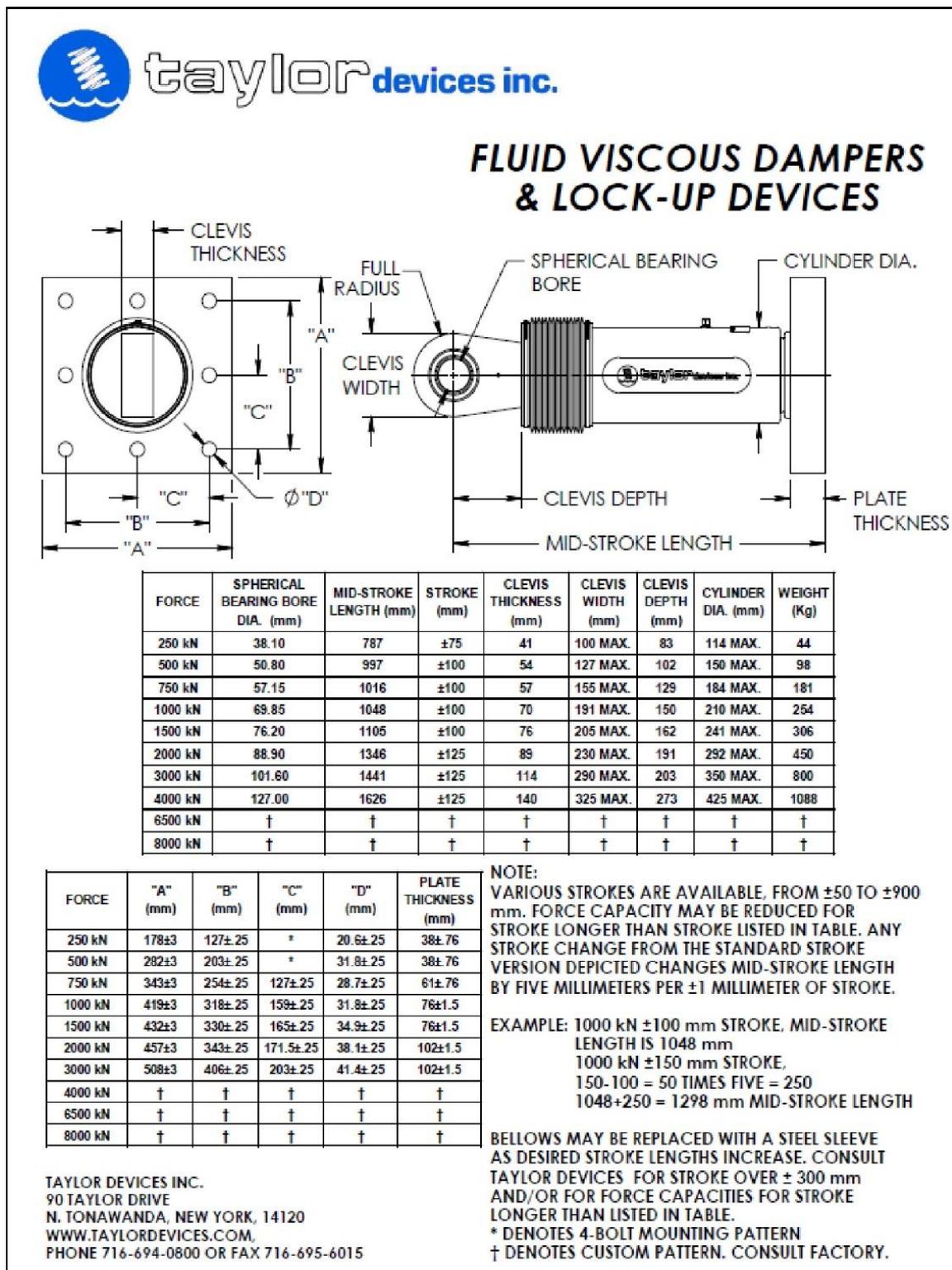
Las conexiones metálicas y los dispositivos de amortiguación serán diseñadas con los esfuerzos críticos obtenidos del análisis tiempo historia lineal.

Finalmente con los dispositivos agrupados procedemos a definir las propiedades de éstos a partir de los cuadros provistos por el fabricante. Estos se exponen a continuación:



Fuente: TAYLOR DEVICES.

Figura 72. Propiedades del Dispositivo Taylor Devices - Argollas.



Fuente: TAYLOR DEVICES.

Figura 73. Propiedades del Dispositivo Taylor Devices - Plancha Base.

2.2.3.3.6.2 Cálculo Preliminar de Rigidez "K"

Se inicia la iteración considerando un perfil metálico estándar HSS o PIPE STD, por lo que en el caso del presente ejemplo, partimos con un perfil del tipo PIPE 10 STD.

Propiedades de perfil son las siguientes:

Tabla 29. Dimensiones PIPE 10 STD

Dimensiones PIPE 10 STD				
D ext. (in)	D int. (in)	espesor (in)	Área (in ²)	Inercia (in ⁴)
10.80	10.00	0.349	13.60	262

Fuente: Elaboración Propia.

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

$$K = \frac{EA}{L}$$

(Ec. 26)

Datos:

$$E_{acero} = 29000 \text{ Ksi} = 20.40 \times 10^6 \text{ tn/m}^2$$

$$A = 11.10 \text{ in}^2 = 71.61 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$L_{1er \text{ piso}} = 256.70 \text{ in} \quad L_{tipico} = 241.20 \text{ in}$$

$$K_{1er \text{ piso}} = 1254 \text{ kip/in} \quad K_{tipico} = 1334.60 \text{ kip/in}$$

2.2.3.3.7 Diseño Estructural Con Amortiguadores Lineales

2.2.3.3.7.1 Estimación Del Coeficiente “C” – Dispositivos Lineales

Se El primer paso corresponde a la definición del exponente de velocidad “ α ”. Para este caso, por tratarse de un dispositivo lineal se considerará como “ $\alpha = 1$ ”. Una vez culminado esta elección, se procede a utilizar la Ec. 5:

$$\beta_{visc.} = \frac{T \sum_j C_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum_i m_i \phi_i^2} \quad (\text{Ec. 27})$$

Asumiendo que todos los amortiguadores tendrán un coeficiente “C” constante y un total de 4 dispositivos por piso en una dirección X, procedemos a despejar la variable “C” de la ecuación base para un amortiguamiento fluido viscoso en disposición diagonal objetivo: $\beta_{visc.} = 18\%$

2.2.3.3.7.2 Respuesta del edificio con amortiguadores

El análisis de la estructura se desarrolló considerando secciones fisuradas, en vigas y columnas y los elementos estructurales principales que conforman la estructura.

A continuación se observa los resultados de los desplazamientos laterales de los entresijos en la dirección más crítico y donde se propuso los amortiguadores como los disipadores de energía fluido viscoso en disposición diagonal.

Dirección X - X:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entresijo son menores a las normativas (0.007).

Tabla 30. Diferencias de Distorsiones con Disipadores X - X

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26	0.005686
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26	
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26	0.001423
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26	
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	0.006735
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	0.001413
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21	0.006639
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21	
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21	0.001489
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21	
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	0.007118
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	0.001545
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	0.007246
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	0.001594
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	0.007174
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	0.001701
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	0.006986
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	0.001692
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8	0.007107
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8	
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8	0.001491
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8	
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	0.004094
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	0.000853
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	0.00043
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	0.000059
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	

Fuente: Elaboración Propia.

Dirección Y - Y:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 31. Diferencias de Distorsiones con Disipadores Y - Y

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift Y
PISO TECH	Max Drift X	SPECDX	1131	15.12	9.836	26.0	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDX	1123	19.72	9.836	26.0	0.001182
PISO TECH	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	26.0	
PISO TECH	Max Drift Y	SPECDY	1017	7.09	13.2	26.0	0.003417
PISO 8	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	23.6	0.001884
PISO 8	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	23.6	
PISO 8	Max Drift Y	SPECDY	996	0	32.77	23.6	0.003776
PISO 7	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	21.0	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	21.0	0.002152
PISO 7	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	21.0	
PISO 7	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	21.0	0.004175
PISO 6	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	18.4	0.002418
PISO 6	Max Drift X	SPECDY	988	11.29	38.02	18.4	
PISO 6	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	18.4	0.004527
PISO 5	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	15.8	0.002627
PISO 5	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	15.8	
PISO 5	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	15.8	0.00474
PISO 4	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	13.2	0.002737
PISO 4	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	13.2	
PISO 4	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	13.2	0.004758
PISO 3	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	10.6	0.002684
PISO 3	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	10.6	
PISO 3	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	10.6	0.004513
PISO 2	Max Drift X	SPECDX	1110	15.12	2	8.0	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDX	1023	0	28.77	8.0	0.002353
PISO 2	Max Drift X	SPECDY	1109	9.09	2	8.0	
PISO 2	Max Drift Y	SPECDY	1023	0	28.77	8.0	0.003956
PISO 1	Max Drift X	SPECDX	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDX	1178	0	15.678	5.4	0.00141
PISO 1	Max Drift X	SPECDY	1108	7.474	3.25	5.4	
PISO 1	Max Drift Y	SPECDY	1178	0	15.678	5.4	0.002566
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDX	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDX	978	0	3.25	2.8	0.000073
SEMI SOT	Max Drift X	SPECDY	983	12.11	3.25	2.8	
SEMI SOT	Max Drift Y	SPECDY	1038	19.72	25.04	2.8	0.000237

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3.4. Análisis comparativo de los resultados de las edificaciones con y sin disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal.

2.2.3.4.1 Respuesta comparativa del edificio con y sin amortiguadores

A continuación, compararemos los distintos niveles de control que nos ofrecen estos disipadores sísmicos en función de la disposición que presentan en la edificación en análisis y las diferencias sin la incorporación de los disipadores la edificación no tiene mayor rigidez por ello es necesario la incorporación la disminuir los desplazamientos laterales y el desempeño de la edificación.

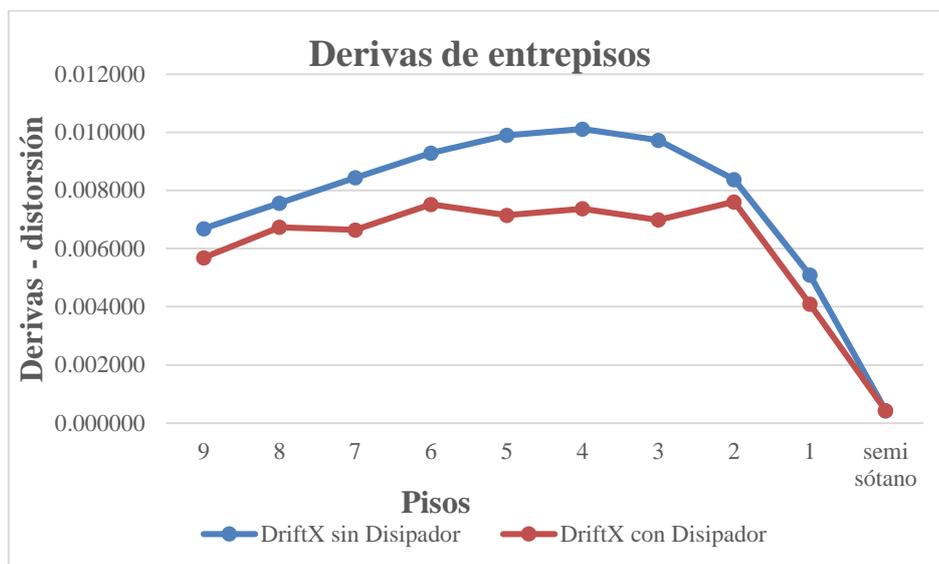
Dirección X - X:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son mayores sin la incorporación del disipador y son menores con la incorporación del disipador a la normativa (0.007).

Tabla 32. Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores X - X

Story	Max. DriftX	DriftX sin Disipador	DriftX con Disipador	% de reducción
9	0.001654	0.006686	0.005686	85.04
8	0.001979	0.007564	0.006735	89.04
7	0.002166	0.008438	0.006639	78.68
6	0.002302	0.009289	0.007118	76.63
5	0.002280	0.009896	0.007246	73.22
4	0.002354	0.010111	0.007174	70.95
3	0.002351	0.009725	0.006986	71.84
2	0.002127	0.008375	0.007107	84.86
1	0.001467	0.005094	0.004094	80.37
semi sótano	0.000691	0.000430	0.000430	100.00

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 74. Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores X - X.

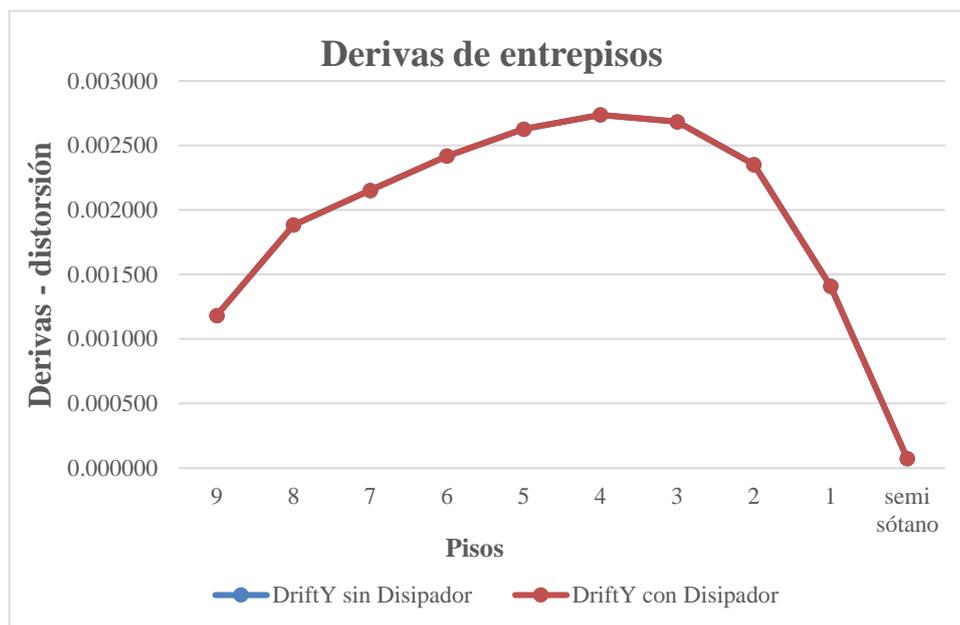
Dirección Y - Y:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 33. Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores Y - Y

Story	Max. DriftX	DriftY sin Disipador	DriftY con Disipador	% de reducción
9	0.001182	0.001182	0.001182	100.00
8	0.001979	0.001884	0.001884	100.00
7	0.002166	0.002152	0.002152	100.00
6	0.002302	0.002418	0.002418	100.00
5	0.002280	0.002627	0.002627	100.00
4	0.002354	0.002737	0.002737	100.00
3	0.002351	0.002684	0.002684	100.00
2	0.002127	0.002353	0.002353	100.00
1	0.001467	0.001410	0.001410	100.00
semi sótano	0.000691	0.000073	0.000073	100.00

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 75. Diferencias de Distorsiones con y sin Disipadores Y - Y.

2.2.3.4.2 Evaluación de los Resultados

El porcentaje de reducción de derivas de entrapiso es ligeramente mayor con el uso de amortiguadores lineales, según los resultados expuestos en la Sección 1.4.1. Esta reducción logra su máximo valor en el piso 8 y tiene una tendencia a la baja conforme la altura del edificio descende.

Tabla 34. Comparación de derivas de entrapiso: Edificio sin Amortiguadores y Edificio con Amortiguadores en el eje X.

Sistema de Amortiguación Lineal			
Nivel	Sin Sistema de Amortiguación (disipadores)	Con Sistema de Amortiguación (disipadores)	Porcentaje de Reducción
8	0.007564	0.006735	14.96%
7	0.008438	0.006639	10.96%
6	0.009289	0.007518	21.32%
5	0.009896	0.007146	19.07%
4	0.010111	0.007374	20.00%
3	0.009725	0.006986	28.16%
2	0.008375	0.007607	9.17%
1	0.005094	0.004094	19.63%
Semi s.	0.005094	0.00043	02%

Fuente: Elaboración Propia.

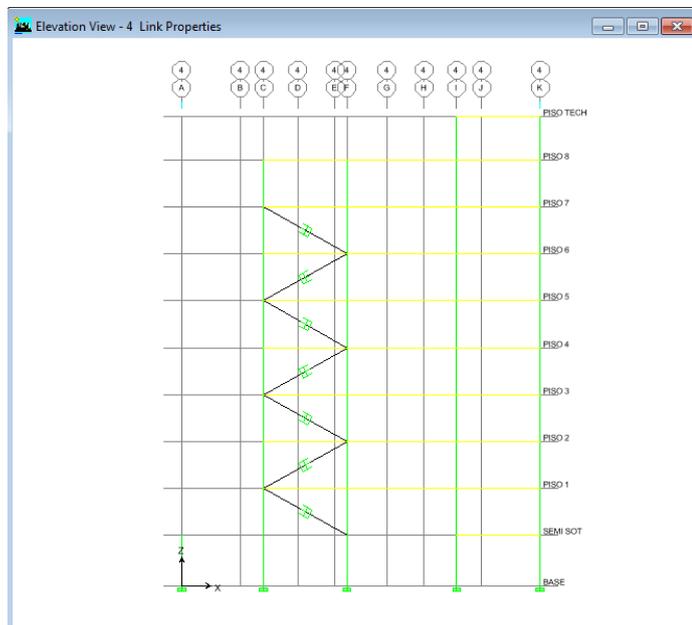
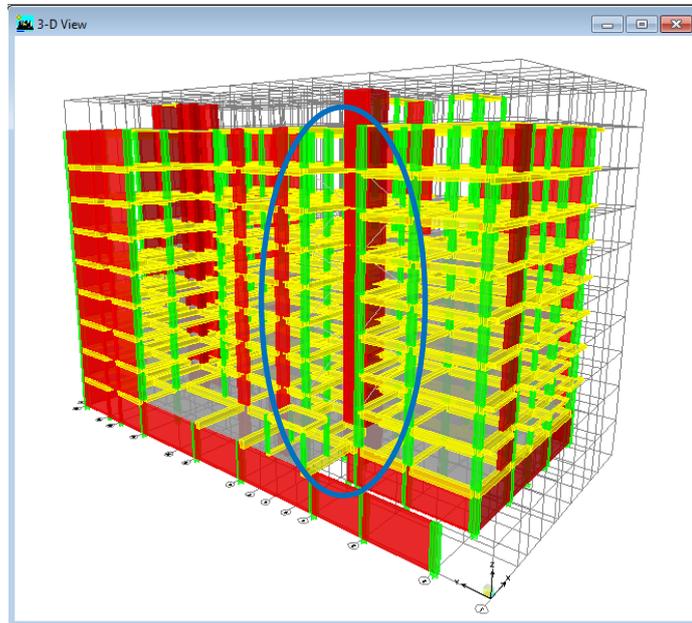
2.2.3.4.3 Determinación de parámetros y comportamiento de la edificación con disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal.

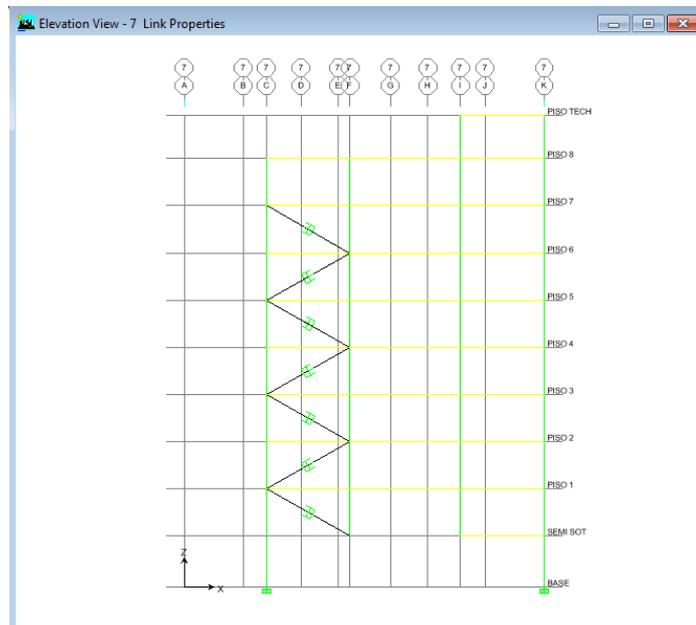
2.2.3.4.3.1 Propuesta de Diseño Final

Una vez analizados los resultados se observó que bajo las mismas condiciones, un sistema Lineal presenta una mejora en el desempeño sismo-resistente.

A continuación se presenta la propuesta del diseño final:

Ubicación de los dispositivos:





Fuente: Elaboración Propia.

Figura 76. Ubicación de los disipadores en el eje X - X.

2.2.3.4.3.2 Características de los Dispositivos

$$\alpha = 0.5$$

$$C = 180 \text{ Tn} \cdot (\text{s/m})^{1/0.5}$$

Brazo metálico - HSS 7.50x0.500 ($K_{1er} = 1200 \text{ Tn/m}$; $K_{tip} = 1255 \text{ Tn/m}$)

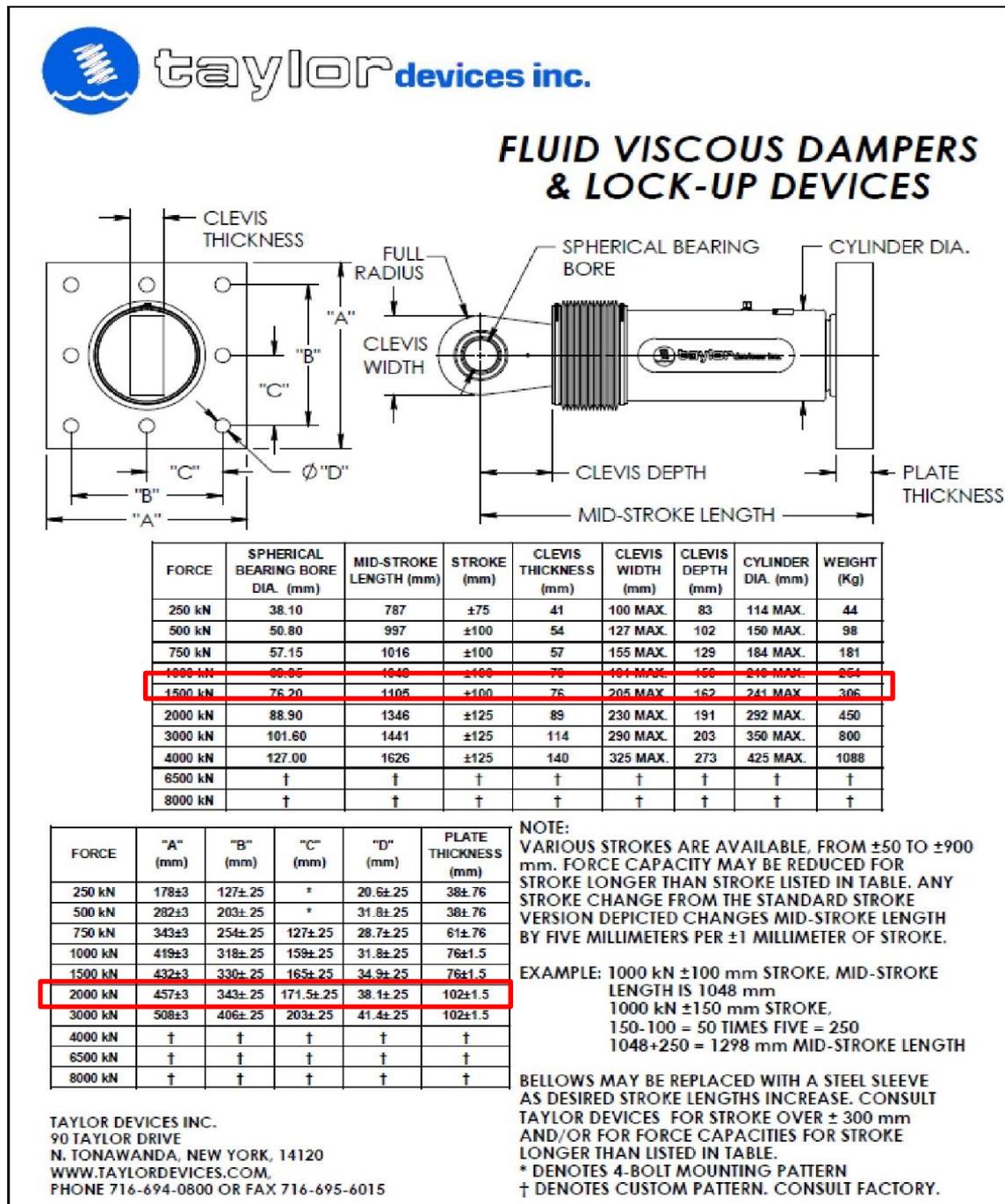
Amortiguadores (Kn)	Cantidad
500	14
Total	14

2.2.3.4.4 Diseño de los Dispositivos de energía en disposición diagonal

El presente acápite toma en consideración los resultados del diseño final; ésta selección se debe a las ventajas que el sistema Lineal y con una predisposición de la instalación de los

dispositivos (uso de placa base), podemos definir las propiedades de los dispositivos con la

Figura 26, propuesta por el fabricante que es el tipo de disipador 500 Kn.



Fuente: TAYLOR DEVICES.

Figura 77. Propiedades del Dispositivo – Placa base.

2.2.3.4.5 Diseño de Elementos Metálicos.

El presente diseño de los elementos metálicos concierne únicamente al brazo metálico dada su importancia al participar directamente del modelamiento del sistema de amortiguamiento de los disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal mediante la variable “K”. Cabe recalcar que el presente dispositivo requerirá a su vez del diseño de cartelas y planchas destinadas al adosamiento del sistema de disipación de energía en cualquier disposición y en caso se tratase de una estructura existente se requerirá a su vez del diseño de anclajes post-instalados.

2.2.3.4.5.1 Diseño del Brazo Metálico

Propiedades del perfil metálico seleccionado:

Shape	Design Wall Thickness, <i>t</i> in.	Nominal Wt. lb/ft	Area, <i>A</i> in. ²	<i>D/t</i>	<i>I</i> in. ⁴	<i>S</i> in. ³	<i>r</i> in.	<i>Z</i> in. ³	Torsion	
									<i>J</i> in. ⁴	<i>C</i> in. ³
HSS7.50×0.500	0.465	37.42	10.3	16.1	63.9	17.0	2.49	23.0	128	34.1
×0.375	0.349	28.56	7.84	21.5	50.2	13.4	2.53	17.9	100	26.8
×0.312	0.291	23.97	6.59	25.8	42.9	11.4	2.55	15.1	85.8	22.9
×0.250	0.233	19.38	5.32	32.2	35.2	9.37	2.57	12.3	70.3	18.7
×0.188	0.174	14.70	4.00	43.1	26.9	7.17	2.59	9.34	53.8	14.3

Fuente: *Manual of Steel Construction – AISC.*

Figura 78. Propiedades geométricas HSS9.625 – HSS6.875.

Datos:

$$A = 10.3 \text{ in}^2$$

$$r = 2.49 \text{ in}$$

$$F_y = 35 \text{ ksi}$$

$$F_u = 50 \text{ ksi}$$

$$E = 29,000 \text{ ksi}$$

$$L = 207.5 \text{ in}$$

Cálculos:

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 * 29000}{\left(\frac{208}{2.49}\right)^2} = 41.02 \text{ ksi}$$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) * F_y = \left(0.658 \frac{35}{41.02}\right) * 35 = 19.65 \text{ ksi}$$

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * A = 0.9 * 19.65 * 10.3 = 182.16 \text{ kips} = 82.43 \text{ Tn}$$

$$\phi T_n = \phi * F_y * A = 0.9 * 35 * 10.30 = 324.4 \text{ kips} = 146.80 \text{ Tn}$$

$$\phi P_n = 82.43 \text{ Tn} > P_u = 75 \text{ Tn}$$

$$\phi T_n = 146.80 \text{ Tn} > T_u = 75 \text{ Tn}$$

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Del objetivo específico 1.

Al realizar el análisis estático y dinámico modal espectral a la edificación para evaluar y analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional se obtuvo los siguientes resultados:

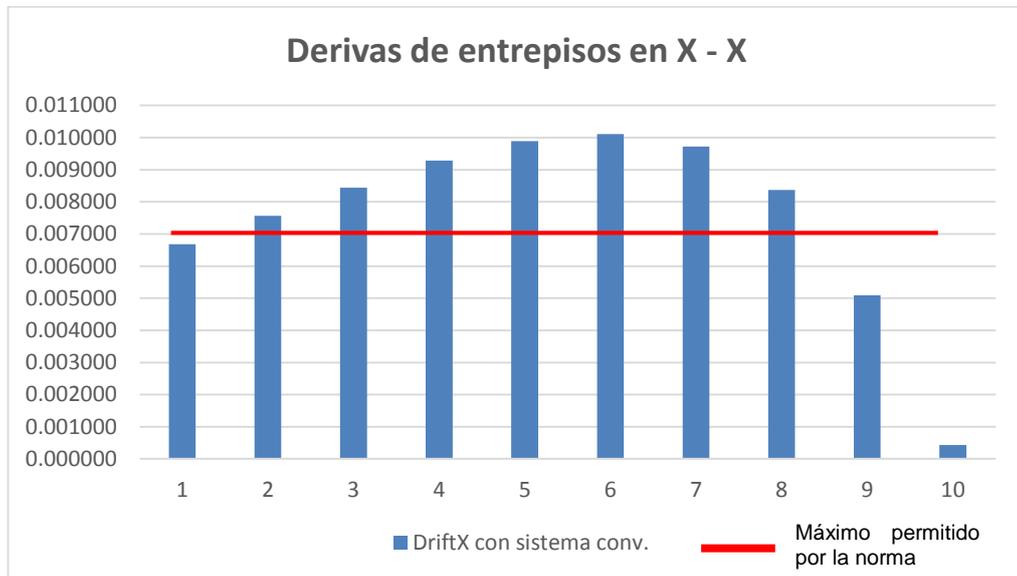
Dirección X – X y Y - Y:

Como se puede observar en la tabla 35, todos los desplazamientos laterales de entresijos son mayores en la dirección “X – X” y en la dirección “Y-Y” son menores a la normativa (0.007), tal como se muestra a continuación:

Tabla 35. Resultados de distorsiones en ambas direcciones de la edificación

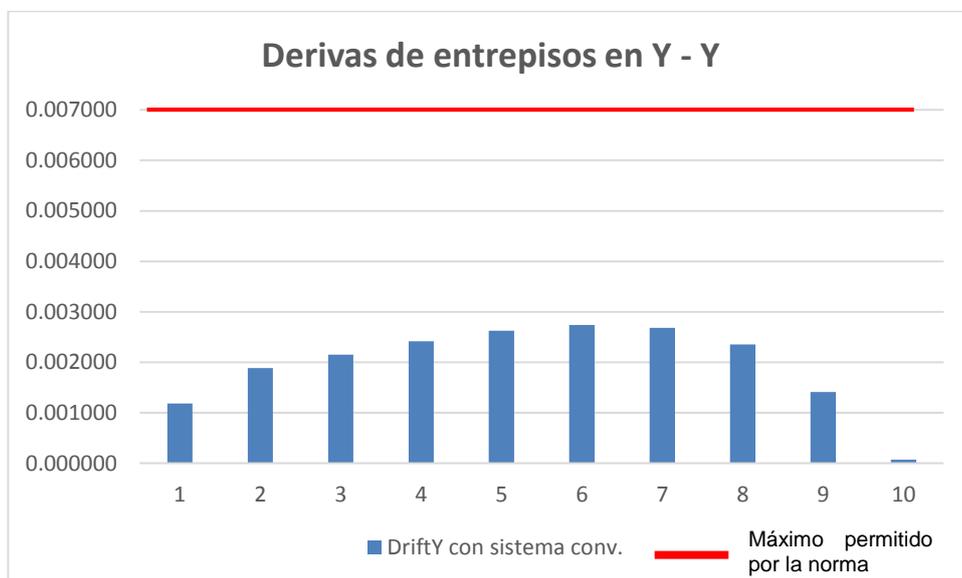
Story	Max. DriftX	DriftX con sistema conv.	DriftY con sistema conv.
9	0.001654	0.006686	0.001182
8	0.001979	0.007564	0.001884
7	0.002166	0.008438	0.002152
6	0.002302	0.009289	0.002418
5	0.002280	0.009896	0.002627
4	0.002354	0.010111	0.002737
3	0.002351	0.009725	0.002684
2	0.002127	0.008375	0.002353
1	0.001467	0.005094	0.001410
semi sótano	0.000691	0.000430	0.000073

Fuente: Elaboración Propia.



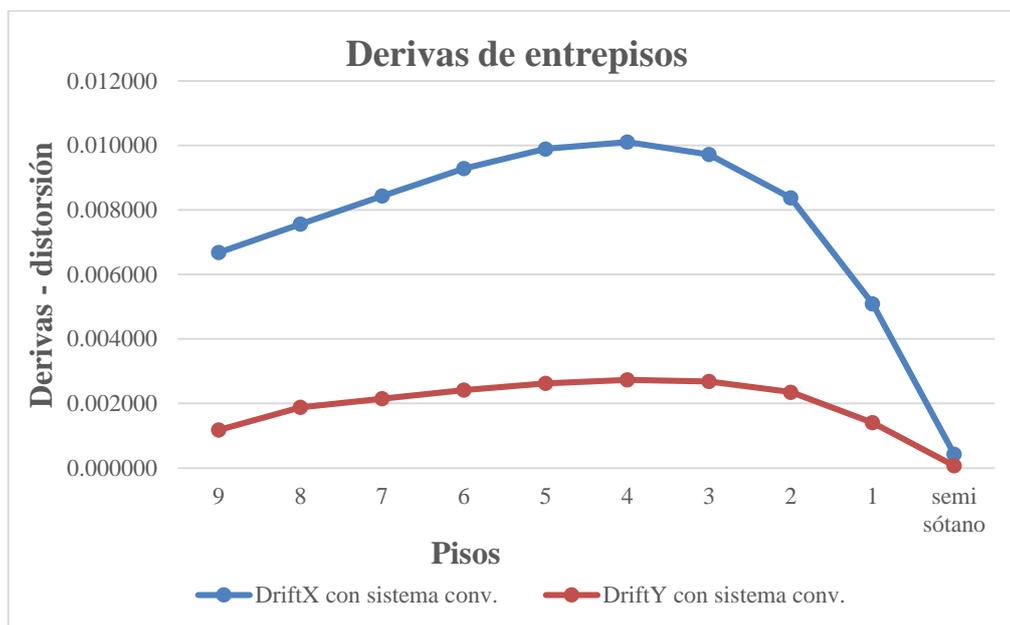
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 79. Resultados de distorsiones en la edificación máxima deriva 0.0101 según la normativa debe ser menor al 0.007.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 80. Resultados de distorsiones en la edificación máxima deriva 0.0027 según la normativa debe ser menor al 0.007.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 81. Resultados de distorsiones en la edificación.

Con los resultados obtenidos, se concluye que la edificación tendrá un buen desempeño porque cumple con lo requerido en la Norma E-030, es decir los desplazamientos cumplen como máximo 0.007 (en la dirección Y-Y) en el rango inelástico como se demostró en el programa ETABS donde presento una deriva máxima de 0.0027 que se considera como válida, ya que la estructuración se planteó según el diseño arquitectónico aprobado.

3.2. Del objetivo específico 2.

Según los criterios tomados para la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal, se tiene como resultado que:

Criterio 1

- No se permite la modificación de los planos de la especialidad de arquitectura.

Criterio 2

- En la siguiente propuesta se propone incorporar muros estructurales en los bloques donde se requieren rigidez y resistencia, según la configuración arquitectónica los bloques que conforman el edificio presentan esquinas entrantes y poca presencia de los elementos que aportan rigidez en el eje “X” con la incorporación se garantiza el buen comportamiento de la estructura y los elementos que lo conforman.
- Hay que tener en cuenta que los elementos estructurales del edificio en estudio no están diseñadas para considerar la incorporación de nuevos elementos estructurales como muros de corte o aumento de secciones transversales, ni mucho menos, la incorporación de dispositivos como arriostres o conexiones metálicas, debido a que estos elementos mencionados generan un análisis adicional y nuevas consideraciones estructurales además modificaría la arquitectura propuesta con ello conlleva la modificación global del edificio.

Criterio 3

- El análisis de la estructura se desarrolló considerando secciones fisuradas, en vigas, columnas y los elementos estructurales principales que conforman la estructura. En los desplazamientos laterales de entresijos de la dirección más crítica se propuso amortiguadores como los disipadores de energía fluido viscoso.

- Esta propuesta de solución estructural con disipadores de energía en disposición chevron si es viable ya que no modifica la propuesta arquitectónica aprobada y aporta en la resistencia, rigidez y ductilidad es satisfaciendo las necesidades en el edificio en estudio, por lo que la propuesta es viable.

Criterio 4

El costo de inversión para la implementación del sistema de protección sísmica representa una incidencia del 7.29 %, el cual es un valor menor a lo que se obtendría por costos de reparación sin los disipadores de energía es decir equivaldría un 20% más. El precio de los disipadores por metro cuadrado es: 25.20 \$/m²).

(US\$) 9,000.00 por cada disipador incluyendo las conexiones que se requieran

Criterio 5

El costo de mantenimiento según el proveedor y con representación en el Perú (CDV ingeniería antisísmica) es:

(US\$) 1,500.00 El costo por manteniendo por cada dispositivo / cada 5 años

Por lo tanto, los disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal son la mejor alternativa para mejorar los despeamientos sin alterar la arquitectura aprobada.

3.3. Del objetivo específico 3.

Al diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio con la incorporación de los disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal se obtuvo los siguientes resultados:

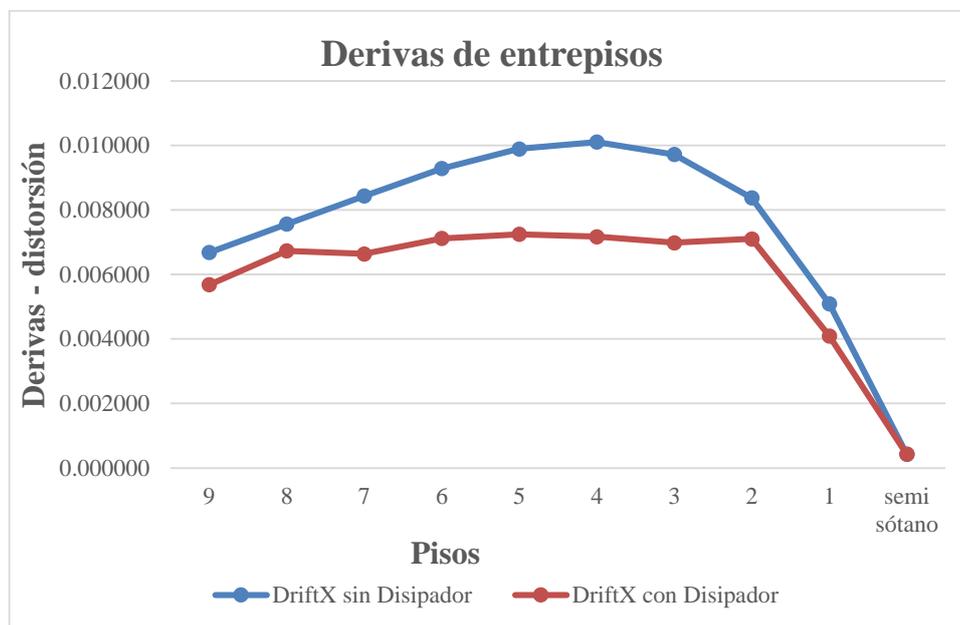
Dirección X – X:

Se observa que todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores con la incorporación del disipador cumpliendo así con la normativa (0.007), como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 36. Resultados de distorsiones con disipadores en X - X

Story	Max. DriftX	DriftX sin Disipador	DriftX con Disipador
9	0.001654	0.006686	0.005686
8	0.001979	0.007564	0.006735
7	0.002166	0.008438	0.006639
6	0.002302	0.009289	0.007118
5	0.002280	0.009896	0.007246
4	0.002354	0.010111	0.007174
3	0.002351	0.009725	0.006986
2	0.002127	0.008375	0.007107
1	0.001467	0.005094	0.004094
semi sótano	0.000691	0.000430	0.000430

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 82. Distorsiones con disipadores X - X.

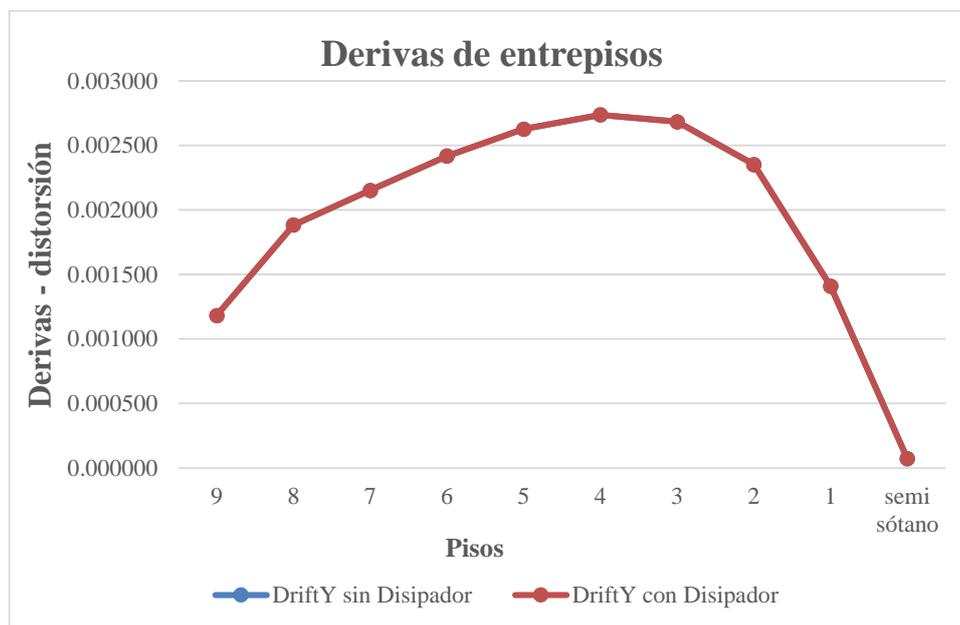
Dirección Y - Y:

Como se puede observar todos los desplazamientos laterales de entrepiso son menores a las normativas (0.007).

Tabla 37. Resultados de distorsiones con disipadores en Y - Y

Story	Max. DriftX	DriftY sin Disipador	DriftY con Disipador
9	0.001182	0.001182	0.001182
8	0.001979	0.001884	0.001884
7	0.002166	0.002152	0.002152
6	0.002302	0.002418	0.002418
5	0.002280	0.002627	0.002627
4	0.002354	0.002737	0.002737
3	0.002351	0.002684	0.002684
2	0.002127	0.002353	0.002353
1	0.001467	0.001410	0.001410
semi sótano	0.000691	0.000073	0.000073

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 83. Distorsiones con disipadores Y - Y.

Tabla 38. Derivas de entrepiso: edificio con Amortiguadores en el eje X.

SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN LINEAL			
Nivel	Sin Sistema de Amortiguación (disipadores)	Con Sistema de Amortiguación (disipadores)	Porcentaje de Reducción
8	0.007564	0.006735	14.96%
7	0.008438	0.006639	10.96%
6	0.009289	0.007518	21.32%
5	0.009896	0.007146	19.07%
4	0.010111	0.007374	20.00%

3	0.009725	0.006986	28.16%
2	0.008375	0.007607	9.17%
1	0.005094	0.004094	19.63%
Semi s.	0.005094	0.00043	02%

Fuente: Elaboración Propia.

Con los resultados obtenidos, se concluye que en la dirección “X” las derivas máximas son las más estables y la que presenta las menores distorsiones de entrepiso con la incorporación de los disipadores de energía en disposición diagonal en los puntos requeridos de la edificación, con lo cual la edificación presenta un buen comportamiento por debajo de las restricciones por la norma peruana (0.007). Por otro lado, en la dirección “Y” al presentar una deriva máxima de 0.0027 se considera como válido, ya que, la estructuración es adecuada y presenta un buen comportamiento estructural.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

4.1.1. Del objetivo específico 1.

Al evaluar si es posible aplicar el sistema convencional en el edificio se obtuvo como derivas máximas en la dirección X el valor de 0.0101 (101%) siendo ésta, la dirección más desfavorable. Por otra parte, para la dirección Y se obtuvo una deriva máxima de 0.0027 (27%) siendo ésta, la dirección más aceptable. Corrales M. (2010) en su sustentación de la “diseño estructura de edificios de ductilidad limitada de la Pontífice Universidad Católica del Perú con muros de ductilidad limitada en la edificación de 10 pisos, demostró que un edificio educativo con sistema dual alcanzaba una reducción de hasta el 82% en la rigidez en los entre pisos de la edificación. Báez A. (2009) El edificio sin reforzar alcanzaría una deriva del 52% ante el sismo de diseño de 500 años de periodo de retorno. Dadas las características estructurales propias de la época en la que se construyó el edificio, la estructura quedaría seriamente dañada de alcanzar esta deriva, Los resultados de este trabajo muestran que es posible lograr un amortiguamiento efectivo del orden del 25% en edificaciones educativas de poca altura proyectada sin criterios efectivos de diseño sismorresistente. Huanca y Meléndez (2016) en su tesis titulada: “Análisis Dinámico Modal Espectral de una Edificación Convencional y otra con Aisladores Sísmicos A nivel Intermedio de la Estructura en la Ciudad de Tacna”, determinaron que en una edificación de concreto armado de 5 niveles se alcanza una reducción del 54.86%. Partiendo de este último se planteó hipotéticamente que la reducción en las cortantes basales para el edificio con sistema de MDL podría alcanzar un orden del 60%. Teniendo en cuenta estos antecedentes,

puede apreciarse que existen resultados similares más no exactos con respecto a proyectos de investigación anteriores, por lo que es posible afirmar que existe una mejora importante del desempeño sísmico en cuanto a reducción de fuerzas cortantes basales se refiere.

4.1.2. Del objetivo específico 2.

Al determinar los criterios y consideraciones que se utilizaron para la aplicación y selección de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal como diseño estructural de la edificación se obtuvieron los siguientes: criterios de arquitectura (al ser una edificación con el diseño arquitectónico aprobado, no se puede modificar la arquitectura), de comportamiento estructural (disminución de esfuerzos y desplazamientos sin aportar rigidez), de instalación (costos mínimos de instalación) y costo de mantenimiento (no requiere mantenimiento). Arriagada (2005) en su tesis “Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional)”, obtuvo una reducción del orden del 82-95% en sus desplazamientos laterales del último nivel, motivo por el cual se estimó una reducción del 90% en la para el modelo del edificio con MDL, por la similitud de pisos en ambos modelos. El resultado de esta investigación ha sido favorable frente a la hipótesis y se acerca con gran precisión al resultado obtenido por el estudio realizado en Chile, dado los resultados similares más no exactos, por lo que se refuerza la afirmación de la mejora en el desempeño sísmico. Morales L. - Contreras J. (2012) en su tesis “Protección de una edificación existente con disipadores de energía”. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos

con un edificio de 12 piso)”, obtuvo una reducción Los resultados del estudio muestran que para mantener la deriva del edificio en un sismo raro, por debajo del umbral de daño leve (0.33%), sería necesario incluir en el sistema un amortiguamiento del orden del 60%. Este nivel de amortiguamiento es imposible de conseguir en términos prácticos y normativos, Como objetivo de desempeño se fijó que el daño estuviera por debajo del umbral de daño moderado. Esto se logró incorporando al edificio un amortiguamiento adicional del 18% y 15% en la dirección X y Y respectivamente.

4.1.3. Del objetivo específico 3.

Luego de diseñar y analizar el desempeño de la estructura con disipadores de fluido viscoso se redujo considerablemente las derivas en la dirección X al valor de 0.0072 (72%) mientras que para la dirección Y la deriva es de 0.0027 (27%). Ambos resultados se consideran aceptables considerando que se encuentran por debajo del límite. Además, se obtuvieron desplazamientos menores y un incremento en su amortiguamiento el desempeño con la incorporación del sistema. Huanca y Meléndez (2016) alcanzaron una reducción de 80.42% para su modelo de concreto armado, mientras que Leyton (2017) en su trabajo investigativo titulado “Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú” alcanzó una reducción de derivas máximas del orden de 69.5%. Como puede revisarse, la reducción de derivas máximas para el modelo de esta investigación se encuentra por encima del mínimo determinado en los antecedentes, y se halla incluso por encima del valor promedio, que sería 71.7%, pudiéndose sobre ello aseverar que existen resultados

similares a los obtenidos por modelos antecesores. De esta forma se demuestra la validez de todas las dimensiones que definen la mejora del desempeño sísmico en la estructura con muros de ductilidad limitada. Cabe resaltar que ninguno de los modelos comparados es del todo exacto al modelo de esta investigación, ya que ninguno es un edificio con el sistema estructural empleado en esta tesis. Específicamente, se han comparado los resultados de un EMDL de 08 niveles con edificaciones que poseen sistemas duales y aporticados, de diversos niveles y cuyo uso es por lo general de carácter hospitalario, educativo o financiero.

4.2 CONCLUSIONES

4.2.1. Del objetivo específico 1.

Después del análisis y evaluación utilizando el sistema convencional en la arquitectura aprobada para el edificio “Residencial Samira II”, se obtuvo:

- La deriva máxima en la dirección “X”, tiene un valor de 0.0101 (101%) siendo esta la dirección más desfavorable al no cumplir con lo establecido en la Norma E 030.
- La deriva máxima en la dirección “Y”, tiene un valor de 0.0027 (27%) siendo esta la dirección más aceptable al cumplir con lo establecido en la Norma E 030.

En tal sentido, si se quisiera mejorar mediante el sistema convencional la deriva en la dirección “X”, esto implicaría modificar la arquitectura ya aprobada por lo que se buscara una mejor opción para esta.

4.2.2. Del objetivo específico 2.

Los criterios y consideraciones que se definieron en esta investigación ayudaron a la selección y aplicación de los disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal como solución estructural en el edificio “Residencial Samira II” para no modificar la arquitectura aprobada, ya que con la incorporación de estas se alcanzaría una deriva del 14% en la dirección “X” ante un evento sísmico de diseño de 500 años de periodo de retorno en las estructuras principales.

4.2.3. Del objetivo específico 3.

La implementación de estos disipadores de energía en disposición diagonal en la dirección “X” de la estructura, ayudo a disminuir los desplazamientos máximos presentados en el octavo nivel en un 14%. Así como la reducción de las derivas de entrepiso desde un 13% hasta un 25%.

4.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda que para las edificaciones nuevas se maneje la propuesta de uso de disipadores de fluidos viscoso analizando la disposición más favorable y tomando en cuenta criterios y consideraciones, para generar una disminución del riesgo de colapso que trae como consecuencia la pérdida de vidas humanas y económicas ya que estas mitigaran el colapso de las estructuras y son de gran aplicación a nivel mundial tanto en edificaciones nuevas como existentes.

REFERENCIAS

- Corrales M. (2010). Disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia para la reducción de riesgos de desastres, pp 22-36.
- Vela M., Alberto C. (2011). Caracterización mecánica y modelamiento estructural de un disipador pasivo de energía de tipo arriostramiento de pandeo restringido, Medellín, 1, pp 2-18.
- Vargas J. (2018). Análisis de modelo matemático de un disipador de energía tipo "Low Yielding Point System" como refuerzo para un edificio, Guayaquil, 1, pp 2-28.
- Báez A. (2009). Estudio teórico-experimental de un disipador de energía viscoelástico tipo muro, Quito, 1, pp 2-36.
- ASCE 2010. ASCE 7-10: Minimum design load for building and other structures. American Society of Civil Engineers, Reston, EE.UU, 2, pp 22-65.
- TAYLOR DEVICES INC (2007). Earthquake Protective Systems for Buildings, Bridges, and other structures. North Tonawanda, NY, 3, pp 2-57.
- Villareal G. y Oviedo R. (2009). Edificaciones con Disipadores de Energía. Libro Premio Nacional ANR 2008. Lima, 2, pp 24-87.
- Muñoz A. (1999). Ingeniería Antisísmica fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima, 1, pp 32-260.
- Ottazi, G. (2010). Apuntes del curso de Concreto Armado I. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Peru, lima, 1, 15-180.

- Boza Z. - Galán D. (2013). Diseño de un Edificio Aporticado con Disipadores en Arreglo Chevron. Tesis. Lima. 1, 3-41.
- Morales L. - Contreras J. (2012). Protección de una edificación existente con disipadores de energía. Tesis. Lima. 1, 13-31.
- Guevara D. - Torres P. (2012). Diseño de un edificio aporticado con amortiguadores de fluido-viscoso en disposición Chevron para pórticos. Tesis. Lima. 1, 2-22.
- Burgos M. (2013). CDV - Disipación de Energía sísmica para el Diseño y Reforzamiento de Edificaciones. Lima. 1, 14-42.
- Taboada D. (2013). CDV - Diseño con Amortiguadores de Fluido Viscoso. Lima. 1, 4-38.
- Huanca Chambilla, J. E.; Meléndez Limache, M. A. (2016) “Análisis Dinámico Modal Espectral de una Edificación Convencional y otra con Aisladores Sísmicos A nivel Intermedio de la Estructura en la Ciudad de Tacna”. (Tesis para título profesional). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Arriagada Rosas, J. A. (2005). “Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional)”. (Tesis para título profesional). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Leyton Bradley, M. (2017) “Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú”. (Tesis para título profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

ANEXOS

- Anexo 1: Matriz de consistencia.
- Anexo 2: Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del edificio.
- Anexo 3: Planos de arquitectura.
- Anexo 4: Planos de estructuras.

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO:	DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EL EDIFICIO “RESIDENCIAL SAMIRIA II” INCORPORANDO DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOZO EN DISPOSICIÓN DIAGONAL SIN MODIFICAR SU DISEÑO ARQUITECTÓNICO, LIMA - 2020					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
<p>¿Cómo diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020?</p>	<p>Diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>El diseño y evaluación del desempeño sísmico ayudaran a mejorar las condiciones estructurales del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>Desempeño sísmico en edificio con disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal</p>	<p>EDIFICIO SIN DISIPADORES</p>	<p>PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA</p>	<p>Propiedad asociada al modo de vibrar de la estructura, obtenida a partir del análisis sísmico. Se mide en segundos (s)</p>
					<p>PESO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA</p>	<p>Suma de cargas muertas y vivas factoradas de cada piso, obtenida a partir de un metrado de cargas. Dado que se usa la misma superestructura para el modelo con base fija y aislada, este peso solo varía entre modelos en relación al piso técnico que se agrega en el modelo con base aislada. Se mide en toneladas (tn)</p>
					<p>RESISTENCIA DEL CONCRETO</p>	<p>Resistencia del concreto sometido a un esfuerzo de compresión. Puede variar en cada piso. Se halla definido por el plano de estructuras del proyecto con base fija y se utilizan los mismos valores para el proyecto con base aislada. Su unidad es (kg/cm²)</p>
					<p>SECCIÓN DE MUROS</p>	<p>Se refiere al espesor de los muros en la distribución en planta de la estructura. Se hallada definido por el plano de estructuras del proyecto con base fija y se utilizan los mismos valores para el proyecto con base aislada. Su unidad son los centímetros (cm)</p>
					<p>FUERZA CORTANTE BASAL</p>	<p>Fuerza cortante en la base debido al sismo de la norma E 0.30 y porcentaje del peso sísmico. Es obtenido a través del análisis sísmico. Su unidad son las toneladas (tn)</p>
					<p>DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ULTIMO NIVEL EN ESTRUCTURA</p>	<p>Desplazamiento lateral de entrepiso del ultimo nivel debido al sismo de la norma E 0.30 en la estructura fija. Se obtiene a través del análisis sísmico. Su unidad son los centímetros (cm)</p>
					<p>DERIVAS MAXIMAS EN ESTRUCTURA</p>	<p>Distorsiones máximas de entrepiso para una estructura fija, alineada a los parámetros de la norma E0.30 de diseño sismorresistente. Se obtiene a través del análisis sísmico. Es adimensional.</p>
					<p>SISTEMA DE DISIPADORES DE ENERGIA</p>	<p>Es el conjunto de elementos que conforma el sistema de aislación en la base de la estructura. Está representado por una rigidez efectiva otorgada por todas las unidades de aislación. Surge de un predimensionado y revisión de parámetros correspondiente. Su unidad es (tn/m)</p>
				<p>EDIFICIO CON DISIPADORES</p>	<p>PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA DISIPADA</p>	<p>Propiedad de la estructura con base aislada asociado a la rigidez efectiva del sistema de aislación. Se obtiene a través del análisis sísmico. Su unidad son los segundos (s)</p>
				<p>DESPLAZAMIENTO TOTAL EN EL SISTEMA DE DISIPADORES DE ENERGIA</p>	<p>Desplazamiento total en el sistema de aislación debido al sismo máximo considerado. Determina la separación de la estructura aislada con estructuras adyacentes. Se obtiene a través del análisis sísmico. Se mide en centímetros (cm)</p>	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE			
<p>¿Como evaluar y analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020?</p>	<p>Evaluar y analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>La evaluación y el analizar si es posible aplicar un sistema estructural convencional será factible para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>DESEMPEÑO SISMICO</p>	<p>FUERZA CORTANTE BASAL EN ESTRUCTURA CON DISIPADORES</p>	<p>Fuerza cortante en la base de la superestructura reducida por el sistema de aislación. Es obtenida a partir del análisis sísmico con las mismas condiciones que el modelo con base fija para su comparación. Se mide en toneladas (tn)</p>	
<p>¿Qué criterios y consideraciones se utilizaron para la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020?</p>	<p>Determinar los criterios y consideraciones que se utilizaron en la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>Los criterios y consideraciones que se utilizaron ayudaron en la selección y aplicación de los disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal para el edificio “Residencial Samiria II” sin modificar el diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>		<p>DESPLAZAMIENTO LATERAL DEL ULTIMO NIVEL EN ESTRUCTURA CON DISIPADORES</p>	<p>Desplazamiento lateral de entrepiso en el ultimo nivel debido a la acción de la fuerza cortante sísmica controlado por el sistema de aislación. Es obtenida a partir del análisis sísmico con las mismas condiciones que el modelo con base fija para su comparación. Se mide en centímetros (cm)</p>	
<p>¿Cómo diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020?</p>	<p>Diseñar y evaluar el desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>	<p>El diseño y evaluación del desempeño sísmico del edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal ayudara a que no se modifique el diseño arquitectónico, Lima – 2020.</p>		<p>DERIVAS MAXIMAS DE ESTRUCTURA CON DISIPADORES</p>	<p>Distorsiones máximas de entrepiso reducidas por el sistema de aislación, alineada a los parámetros de la norma E0.31 de diseño para aisladores sísmicos. Es obtenida a partir del análisis sísmico con las mismas condiciones que el modelo con base fija para su comparación. Es adimensional.</p>	

ANEXO 2

Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación TESIS

30 de Noviembre del 2019

Preparado para
**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL
NORTE**

Preparado por
Emer R. Eguizabal Espinoza
Grupo Aleph S.A.C

Rev. No.	Fecha	Descripcion	G.A S.A.C
1	30 de Noviembre 2019	Ems Final	Grupo Aleph S.A.C

ÍNDICE

- 1.0 GENERALIDADES
 - 1.1 Objeto del estudio.
 - 1.2 Normatividad.
 - 1.3 Alcances del Trabajo.

 - 1.4 Descargo de responsabilidades.
 - 1.5 Ubicación del proyecto
 - 1.6 Descripción de Calicatas.
 - 1.7 Condiciones Climáticas y Altitud de la Zona.

- 2.0 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD
 - 2.1 Sismicidad.
 - 2.2 Parámetros de Diseño Resistente.

- 3.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

- 4.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO
 - 4.01 Excavación por Medio de Calicatas.
 - 4.02 Densidades de Campo.
 - 4.03 Muestreo y Registros de Exploración.

- 5.0 ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN
 - 5.1 Tipo de Edificación.
 - 5.2 Cimentación Tipo.

- 6.0 ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 6.01 Ensayos Estándar.
 - 6.02 Ensayos Especiales.
 - 6.03 Ensayos Químicos de Suelos.

- 7.0 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS
 - 7.1 Descripción de la estratigrafía.
 - 7.2 Características de los suelos.

- 8.0 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN
 - 8.1 Profundidad de Cimentación.
 - 8.2 Cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga.
 - 8.3 Análisis de asentamientos

- 9.0 AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN
 - 9.1 Resultados de análisis

- 10.0 OTROS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS
- 11.0 NIVEL DE NAPA FREÁTICA
- 12.0 CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES Y ANEXOS
- 13.0 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

- ANEXO I** Resultado de ensayos de laboratorio
- ANEXO II** Mapa de zonificación sísmica del Perú
- ANEXO III** Ubicación en Mapa Geológico.
- ANEXO IV** Material fotográfico

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

TESIS

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objeto del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico, es presentar los resultados de la investigación del terreno de evaluación del Proyecto “TESIS”, ubicado en el Departamento de Lima, Distrito de Surquillo, Provincia Lima, con Dirección Calle Samaria, donde se evalúa el suelo correspondiente a la cimentación existente, cuyas cargas definidas en el análisis y diseño estructural, serán transmitidas al suelo de cimentación. Los trabajos de campo del estudio de suelo se orientaron a explorar el sub suelo mediante la ejecución de 1 calicata distribuida estratégicamente en el área en estudio. Se tomaron muestras disturbadas de la exploración ejecutada, la misma que fueron remitidas al laboratorio especializado. Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.

1.2 Normatividad

Para la ejecución del presente informe Técnico se está tomando como referencia al reglamento nacional de edificaciones (Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento), el cual contiene las normas que se emplearan como base del presente informe técnico, a decir:

NORMA E. 030	DISEÑO SISMORESISTENTE
NORMA E. 050	SUELOS Y CIMENTACIONES
NORMA E. 060	CONCRETO ARMADO

1.3 Alcances del trabajo

Para lograr los objetivos mencionados, los siguientes trabajos fueron desarrollados:

- ✚ Investigación de campo que incluyó la excavación de 01 calicata.
- ✚ Registro y toma de muestras representativas para la ejecución de ensayos de laboratorio. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, para determinar las propiedades de resistencia y deformación de los distintos materiales identificados durante el desarrollo de la investigación de campo

1.4 Descargo de Responsabilidades

Este informe ha sido preparado por Grupo Aleph exclusivamente para TESIS. Parte de la información utilizada ha sido proporcionada por Grupo Aleph y otra parte ha sido obtenida de recursos que están fuera del control de Grupo Aleph, bajo las condiciones y limitaciones aquí establecidas.

Este estudio fue realizado de acuerdo con las prácticas aceptadas de ingeniería y están basadas en el alcance de trabajo mutuamente acordado entre Grupo Aleph. El contenido de este informe refleja el mejor juicio de Grupo Aleph, a la luz de la información disponible al momento de la preparación del informe.

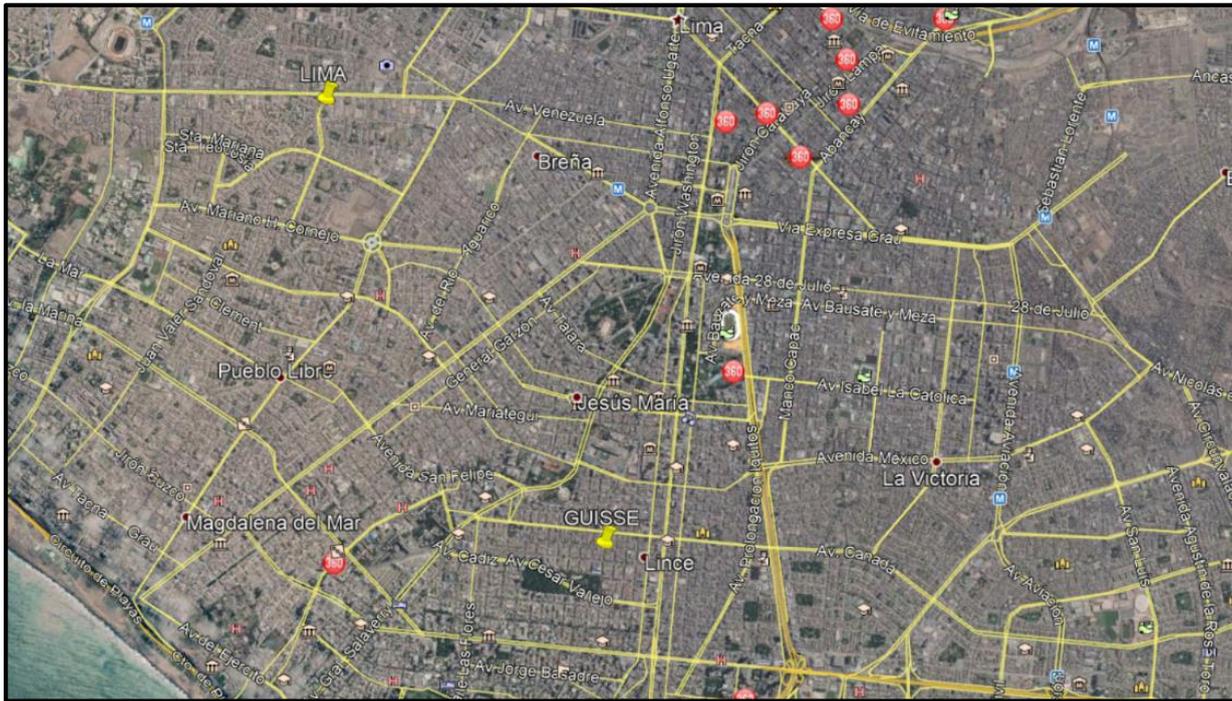
Grupo Aleph recomiendan un proceso constructivo eficaz, cabe resaltar que el trabajo de ingeniería y las recomendaciones realizadas por Grupo Aleph reúnen las normativas y prácticas aceptadas por la industria de la ingeniería civil.

Los datos de investigación geotécnica presentada en este informe fueron obtenidos por Grupo Aleph S.A.C., sin embargo, es importante de reconocer que, si los puntos de investigación geotécnica son cercanos, no es posible cubrir todas las eventualidades en el diseño. La naturaleza y la extensión de las variaciones de las condiciones del subsuelo, así como la interpretación geológica geotécnica, pueden ponerse de manifiesto durante la

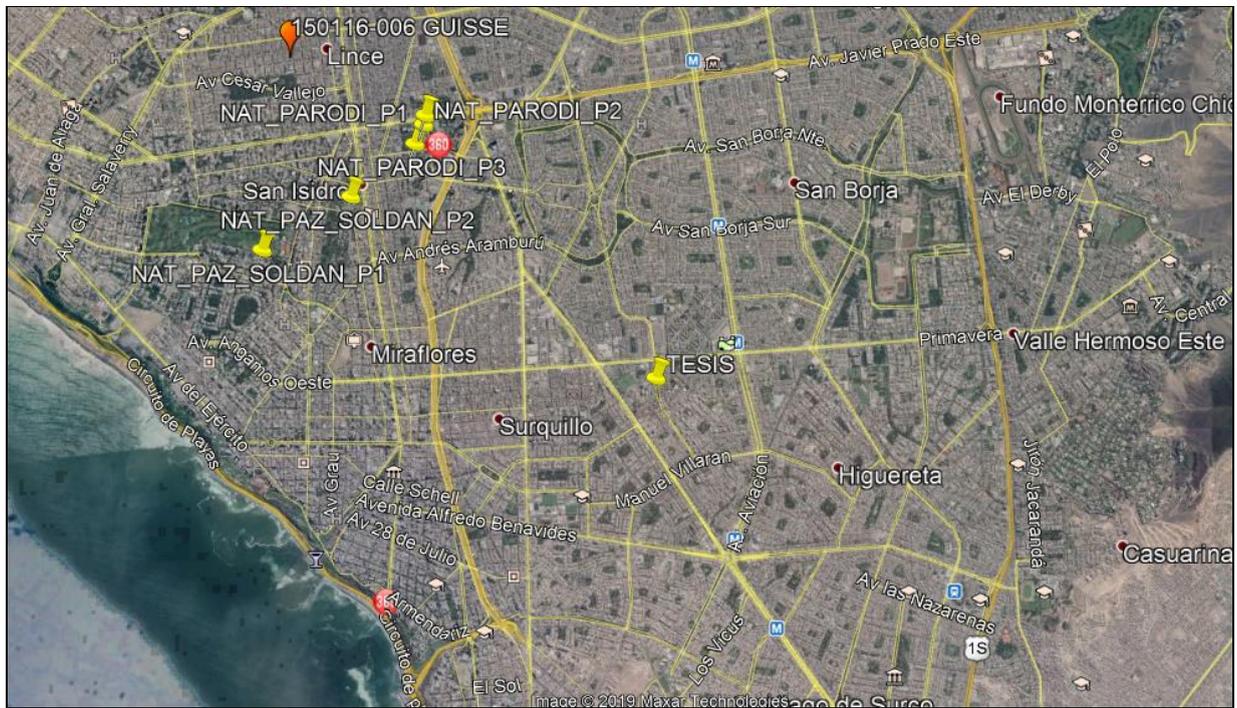
construcción y deberían tomarse en cuenta. Estas variaciones son algunas veces suficientes para hacer necesaria modificaciones en el diseño. Esto hace necesario, que se deban tomar decisiones en todas las etapas de diseño y de construcción, y se deban realizar por personal experimentado y competente.

1.5 Ubicación del proyecto

- Coordenadas : Lat.: -12.115130° Long: -77.007547°
- Dirección : Calle Samiria
- Distrito : Surquillo.
- Provincia : Lima.
- Departamento : Lima.



UBICACIÓN REGIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO



UBICACIÓN LOCAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.6 Descripción de Calicatas



Descripción:

Calicata : 1

Latitud : -12.115130°

Longitud : -77.007547°

1.7 Condiciones Climáticas y Altitud de la Zona

La ciudad de Lince se encuentra localizada dentro del Distrito de Surquillo, provincia de Lima, en el departamento de Lima. Esta ciudad cuenta con una superficie total de 3.03 Km²,

El distrito de Lince es uno de los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima, ubicada en el departamento de Lima. Limita al norte con los distritos de Jesús María y el Cercado de Lima (urbanización Santa Beatriz), al este con La Victoria y al sur y oeste con San Isidro.

En Lima, los veranos son caliente, bochornosos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos, ventosos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 29 °C.



VISTA PANORÁMICA DEL TERRENO DE CALICATA



VISTA PANORÁMICA DEL TERRENO DE CALICATA

2.0 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

2.1 Sismicidad

Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor ó menor frecuencia de estos movimientos.

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

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1.

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

El terreno en estudio se encuentra en la Zona 4. A pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que hayan influido en la estructura geológica de la zona.

El Factor de Uso depende de la categoría o importancia de la edificación, la cual para el presente caso se clasifica en categoría A,

Edificaciones Esenciales, Centrales de Comunicaciones, correspondiéndole un factor de uso igual a $U=1.5$.

Los valores correspondientes al coeficiente de amplificación sísmica, C , al peso de la estructura, P , y al factor de reducción, R , deberán ser determinados según las características de las estructuras previstas, dadas por el Ingeniero Proyectista a cargo del Diseño Estructural.

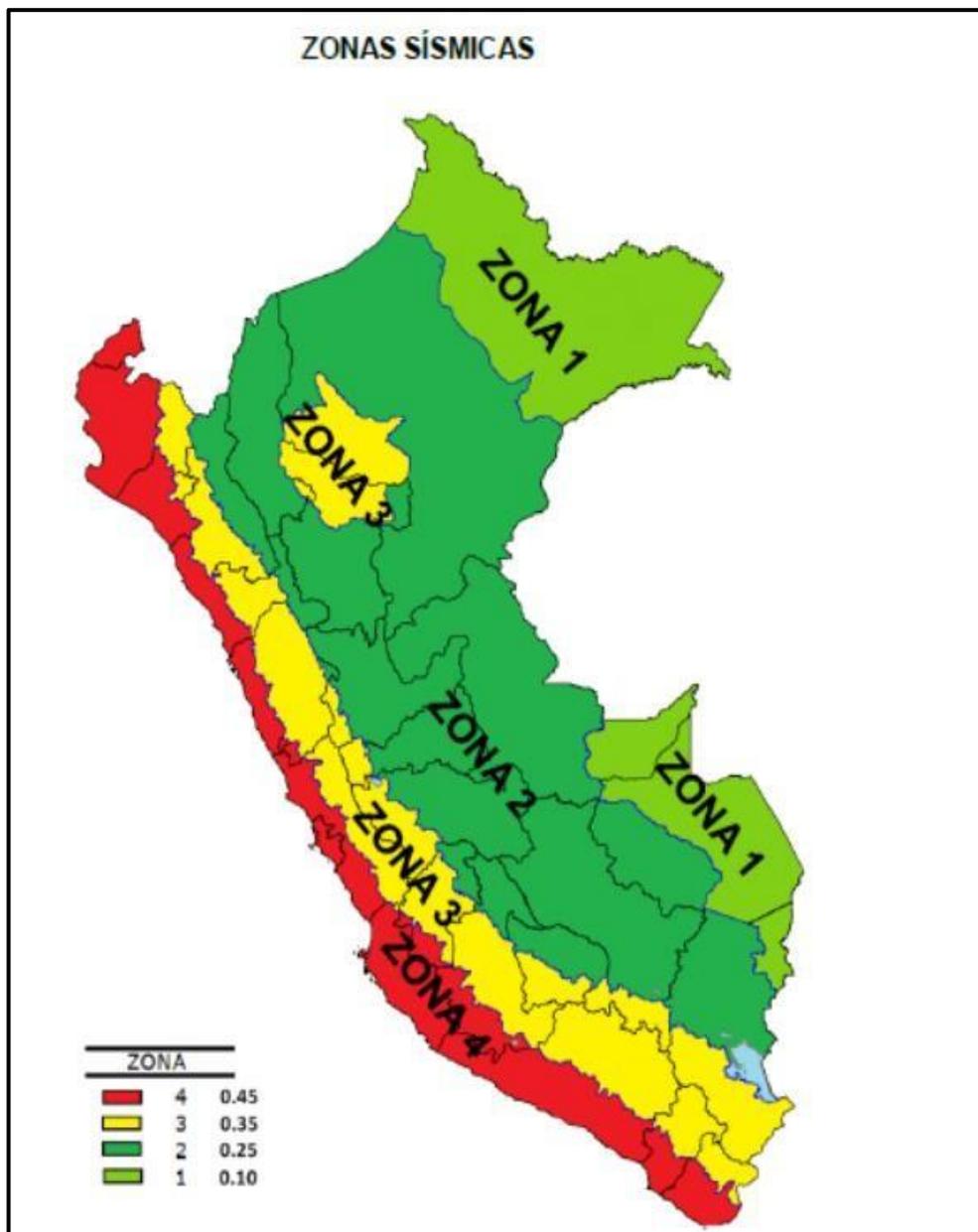


FIG3: Mapa de zonificación sísmica en el Perú.

2.3 Parámetros de Diseño Sismo Resistente

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones y a la Norma Técnica de edificación E-030-Diseño Sismo resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

(a) Factor de Zona $Z = 0.45$ (*)

(b) Condiciones Geotécnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a suelos Intermedios.

(C) Factor de Amplificación del Suelo $S = 1.05$

(D) Periodo de Vibración del Suelo $TP(S) = 0.6$ seg

(E) Periodo de Vibración del Suelo $TL(S) = 2.0$ seg

*El área en estudio, corresponde a la zona 4, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

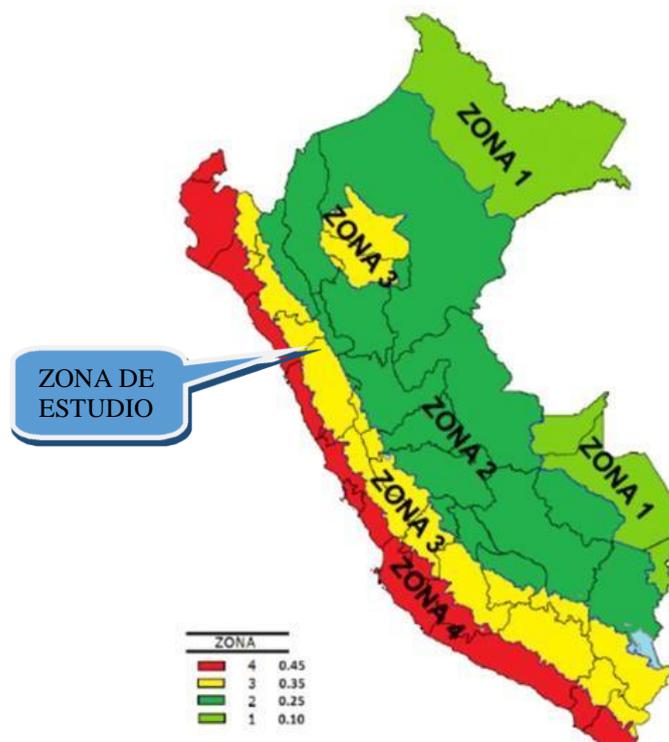


FIG4: Intensidades sísmicas de la zona de estudio.

3.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

- TIPO DE CIMENTACIÓN: CIMIENTOS AISLADOS/CIMIENTOS CORRIDOS
- PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA CIMENTACIÓN
 - o ESTRATO DE CIMENTACION : “GW”
 - o PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
 - A) ZAPATAS: 2.30 m.
 - o PRESIÓN ADMISIBLE :
 - A) ZAPATAS: 2.70 kg/cm²
 - o FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE
 - a) Factor de Seguridad para los parámetros de corte es de 2/3.
 - b) Factor de Seguridad Capacidad Portante: 3.00
 - o ASENTAMIENTOS TOTALES (MÁXIMOS)
 - A) ZAPATAS AISLADAS: 2.54cm
- AGRESIVIDAD DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

Los contenidos de Sales Solubles Totales son levemente perjudiciales al concreto, por lo que se utilizará Cemento TIPO I.

4.0 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área de estudio, se ejecutó 1 calicata de exploración, el cual presenta 1 estrato mediante excavación final a cielo abierto.

4.1 Excavación por medio de calicatas

Esta calicata denominada C1 fue convenientemente ubicada en la zona de estudio. Los respectivos registros de la estratigrafía se presentan en el ANEXO 1 - Registro de Excavaciones y en el cuadro N°1.

CUADRO N°1: CALICATA

Calicata	Profundidad a cielo abierto (m)	Nivel Freático N.F. (m)
C1	2.30	-

4.2 Densidades de Campo

Se obtuvo la densidad de campo en el laboratorio por medio de la elaboración del ensayo peso específico al único estrato de la calicata material Grava bien gradada con arena. A continuación, se muestra el CUADRO N°2 con el dato de densidad obtenido en laboratorio.

CUADRO N°2: DENSIDADES DE CAMPO

Item	Calicata	Prof. (m)	Densidad gr/cm ³
D1	C1-E1	2.30	1.97

4.3 Muestreo y Registros de exploración

Se realizó el registro y exploración de campo de forma manual y visual del perfil del suelo en la calicata, en los que se indican las diferentes características geotécnicas del suelo, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, compacidad, consistencia, etc., tal como se pueden observar en los registros estratigráficos y fotos que se adjuntan en el anexo.

5.0 ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN

5.1 Cimentación Tipo

De acuerdo a los parámetros estandarizados de las cimentaciones existentes se evaluará que está constituida por cimentaciones aisladas y corridas.

6.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayo de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM).

6.01 Ensayos Estándar

Se realizaron los respectivos ensayos de Mecánica de Suelos de acuerdo a las normas ASTM, y según la relación que se indica. Los que han permitido determinar la clasificación de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Ver cuadro N°3.

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Contenido de Humedad ASTM D-2216.
- Limite Líquido ASTM D-4253.
- Limite Plástico ASTM D-4254.

CUADRO N°3: RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	MUESTRA	PROF.	W%	L.L	L.P	I.P	SUCS	DESCRIPCION
C1-E1	M-1	0.00 – 2.30	8.06	N.P	N.P	N.P	GW	GRAVA BIEN GRADADA CON ARENA

Donde:

W% : Contenido de humedad

L.L. %: Limite líquido

L.P. %: Limite plástico

I.P. % : Índice plástico

6.02 Ensayos Especiales

Los ensayos especiales se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materiales (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Ensayo de Corte Directo ASTM D-3080.

CUADRO N°4: RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

CALICATA	DENSIDAD	COHESIÓN	FRICCIÓN
C1-E1	1.97	0.04	34.60

6.03 Ensayos Químicos de Suelos

Con el objetivo de estimar el grado de agresividad del suelo a la cimentación de estructuras proyectadas, se han ejecutado ensayos químicos de suelo donde se han determinado los sulfatos, sales solubles totales y cloruros contenidos en las muestras de suelo como son:

- Ensayos de Sales
- Solubles Totales, Cloruros y Sulfatos.

CUADRO N°5: ENSAYOS QUIMICOS

CALICATA	MUESTRA	CLORUROS	SULFATOS	SALES
C1-E1	M-1	975 ppm	885 ppm	0.159%

7.0 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Los perfiles geológicos y la determinación de las propiedades de los estratos se han determinado de acuerdo a las investigaciones de campo, descubiertos con las excavaciones realizadas y a partir de la descripción visual-manual (ASTM D 2488).

7.1 Descripción de la estratigrafía.

De acuerdo a la estratigrafía del lugar se tendrá una conformación de subsuelo dependiente del terreno en conformación de la calicata, que serán los siguientes:

Sector de la calicata 01:

Se encuentra una capa conformada por un “Grava bien gradada con arena” la cual se extiende de 0.00 m. hasta una profundidad de 2.30 m. y clasifica en el sistema SUCS como un “GW” y en el ASSHTO como un “A-1-a (0)”, con las características: (L.L.=N:P, L.P.=N:P, I.P.=N:P), en estado sólido (C.H.=8.06%), de color “Marron oscuro” cuya consistencia es sólido; el material está conformado Grava (68.7%), Arena (28%) y material fino pasante la malla N°200 (3.3%).

7.2 Características de los suelos.

Se han identificado el tipo de material existente en el área de proyecto, el suelo que básicamente se encuentra diseminado son los depósitos de Grava bien gradada con arena. De acuerdo a los perfiles estratigráficos y propiedades de los suelos se ha definido que el estrato de apoyo de las estructuras de cimentación a proyectarse sea el clasificado SUCS como “GW”. El peso volumétrico seco es 1.97 Tn/m^3 .

8.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

8.1 Profundidad de Cimentación

De acuerdo con las características del subsuelo descrito anteriormente, así como de la estructura a evaluar, se consideró por dato de criterio una profundidad de cimentación $D_f = 2.30\text{m}$, con una base $3.20 \text{ m.} \times 3.20 \text{ m.}$; del nivel del terreno, apoyada siempre sobre un suelo de Grava bien gradada con arena.

8.2 Cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga.

El terreno se evaluará a una profundidad $D_f = 2.30 \text{ m.}$; los cimientos se apoyarán sobre el suelo natural de Grava bien gradada con arena cuyas características de resistencia se han determinado a partir de las características del suelo, así como de la comparación con los resultados de los estudios in situ realizados.

Utilizándose para efectos de cálculo y de acuerdo a nuestra evaluación los siguientes resultados:

Suelo de fundación	Grava bien gradada con Con arena.
Angulo de fricción interna	$\Phi = 34.6^\circ$
Cohesión	$C = 0.04 \text{ Kg/cm}^2$.
Densidad Natural	$\gamma_{nat} = 1.97 \text{ Tn/m}^3$.

Aplicando la relación propuesta por Karl Terzaghi la Capacidad Portante Admisible (criterio por falla punzonante) será de:

$$Q_{ul} = S_c \cdot C \cdot N_c + q \cdot N_q + 1/2 \cdot B \cdot \delta \cdot N_\tau \cdot S_\tau \dots (1)$$

$$Q_{ad} = q_{ul} / F.S.$$

A. Cimentación Aislada:

$$C = 0.04 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\phi = 34.60^\circ$$

Existe Falla Punzonante (Trabajamos con parámetros reducidos)

$$C' = 0.03 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\Phi' = 24.70^\circ$$

$$FS = 3$$

$$D_f = 2.30 \text{ m}$$

$$N_c = 20.29 \quad S_c = 1.30$$

$$B = 3.20 \text{ m. x } 3.20 \text{ m.}$$

$$N_\tau = 10.42 \quad S_\tau = 0.80$$

$$\delta_1 = 1.97 \text{ gr/cm}^3$$

$$N_q = 10.33$$

De (1) se tiene:

$$Q_{ult} = 81.00 \text{ Tn/m}^2$$

$$Q_{adm} = 27.00 \text{ Tn/m}^2$$

Cimentación Aislada (3.20x3.20):

$$Q_{ult} = 8.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{adm} = 2.70 \text{ kg/cm}^2$$

En el caso de considerar fuerzas laterales, el factor de seguridad de acuerdo a la Norma E.050 del RNE será $FS=2.50$, como consecuencia la capacidad para el caso de solicitaciones dinámicas (cargas laterales), será: $Q_{ad\ sd} = 3.24 \text{ kg/cm}^2$.

Dicha capacidad deberá ser confirmada o reajustada para cumplir con los asentamientos máximos tolerables que se pueda generar en el suelo determinando finalmente una capacidad admisible de trabajo final Q_t .

8.4 Análisis de Asentamientos

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento total de la cimentación a 1" (2.54cm.). Así, el asentamiento elástico inicial según la Teoría de la elasticidad (Lambe y Withman, 1,969), está dado por:

$$s = \frac{\Delta q B (1-u^2) I_w}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

Q = Esfuerzo neto transmitido (ajustado $Q_{adm}=2.70 \text{ Kg/cm}^2$)

B = Ancho de cimentación (B=3.20m. x 3.20m.)

E_s = Módulo de Elasticidad (505 kg/cm^2 .)

u = Relación de Poisson (0.30).

I_w = Factor de Forma.

Para los depósitos de Grava bien gradada con arena, se considera aquí un módulo de elasticidad $E_s=505 \text{ kg/cm}^2$. Realizando la verificación por asentamiento, para obtener un asentamiento permisible.

Para un asentamiento permisible =2.54 cm se tendrá:

CAPACIDAD ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO					
Presión por carga admisible	q_{adm}	=	2.70		Kg/cm^2
Relación de Poisson	μ	=	0.3		
Módulo de Elasticidad	E_s	=	505		Kg/cm^2
Asentamiento permisible	$S_i \text{ (max)}$	=	2.54		cm
Ancho de la cimentación	B	=	3.20		m
Factor de forma	I_f	=	0.93		m/m
Asentamiento	S_i	=	0.014		m
Asentamiento	S_i	=	1.45		cm
Presión por carga	q_{adm}	=	2.70		Kg/cm^2
	$S_i \text{ (cm)}$	=	1.45		
			OK !		

Se evalúa también la capacidad portante para dimensiones de B=1.50m, B=2.00m, B=2.50m, B=3.00m, B=3.20m; a diferentes profundidades de cimentación, siendo los valores de Q_{adm} los valores de resistencia del suelo y $Q_{transmitido}$ los valores del esfuerzo transmitido al suelo.

El resumen de dicha evaluación es la siguiente.

CIMENTACION AISLADA

Df (m)	B (m)	Qadm	δS
		(Kg/cm ²)	(cm)
1.5	1.5	1.69	0.42
	2.0	1.83	0.61
	2.5	1.97	0.83
	3.0	2.10	1.06
2.0	1.5	2.03	0.51
	2.0	2.17	0.73
	2.5	2.31	0.97
	3.0	2.44	1.23
2.3	1.5	2.23	0.56
	2.0	2.37	0.79
	2.5	2.51	1.05
	3.2	2.70	1.45
3.0	1.5	2.71	0.68
	2.0	2.85	0.96
	2.5	2.98	1.25
	3.0	3.12	1.57

9.0 AGRESION DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN

9.1 Resultados de análisis

El suelo bajo el cual se cimentará toda la estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (Sulfatos, Cloruros, Sales Solubles total principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos por su acción química sobre el concreto del cemento respectivamente (ver anexo II. Resultados de ensayos de Laboratorio).

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de una muestra representativa de la calicata: C1-E1 de 0.00m–2.30m se tiene:

CALICATA
C-1

CONCENTRACIÓN SO₄
885 p.p.m

Esta concentración se encuentra entre 0 a 1000 p.p.m presenta una concentración leve, indica que en presencia de agua el ataque será levemente de sulfatos al concreto de la cimentación.

CALICATA
C-1

CONCENTRACIÓN Cl
975 p.p.m

Una concentración de cloruros menor a 6000 p.p.m, indica que va a ocasionar en presencia de agua un ataque leve de cloruros al acero.

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá emplazada la cimentación contiene concentraciones leves de sulfatos, que podrían atacar al concreto de la cimentación. Por lo tanto, el cemento a usar para la cimentación será TIPO I.

Cuadro 6.3.2 Límites Permisibles									
CUADRO 9.2 ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION									
Presencia en el suelo de:	p.p.m.	Grado de Riesgo	Observaciones						
Cloruros ****	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.						
Sales Solubles Totales ****	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas en la resistencia del suelo por procesos de lixiviación.						
**** Experiencia Existente									
CUADRO 9.1 COMPARATIVO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO SEGÚN LAS SIGUIENTES NORMAS: (Valores expresados en partes por millón)									
Grado de Ataque	Comité 318-83 ACI (Americana)				BRS DIGEST (Segunda Serie) 90 (Inglesa)				
	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el agua	Tipo de cemento recomendado	Rel. a/c. máxima recomendada **	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el agua	Tipo de cemento recomendado *	Rel. a/c. máxima recomendada **	Contenido mínimo de cemento ***
Leve	0 - 1000	0 - 150	I	-	< 2400	< 360	I	0.55	280
Moderado	1000 - 2000	150 - 1500	II	0.50	2400 - 6000	360 - 1440	II	0.50	330
Severo	2000 - 20000	1500 - 10000	V	0.45	6000 - 24000	1440 - 6000	V	0.45	330
Muy Severo	> 20000	> 10000	V+Puzolana	0.45	> 24000	> 6000	V + Revestimiento protector	0.45	370
* Tipo de cemento recomendado. ** Relación agua - cemento recomendada en el diseño del concreto.					* Tipo de cemento recomendado. ** Relación agua - cemento recomendada en el diseño del concreto. *** Contenido mínimo de cemento en kg/m ³ , que debe usarse en el concreto.				

10.0 OTROS PARAMETROS GEOTECNICOS

10.1 Muros de Contención

Los coeficientes de presión lateral para rellenos estructurales, que conforman el suelo de fundación de la estructura, fueron calculados basados en el ángulo de fricción considerado para el material representativo del relleno. En el Cuadro 6.2 se presenta los parámetros para el diseño de muros de contención:

$$\text{Coeficiente de presión pasiva: } K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\text{Coeficiente de presión activa: } K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

Presión de Tierras en Reposo $K = 0.4 + 0.007(IP)$ - (para IP entre 0 y 40)

Cuadro 6.2
Parámetros para el diseño de muro de contención

Coeficiente de Presión Pasiva	Coeficiente de Presión Activa	Presión de Tierras en Reposo
3.63	0.28	0.40

10.2 Cortes Permanentes en Taludes

Para el caso de excavaciones permanentes en el material superficial, se aceptará como máximo talud de corte, 2.5H:1V hasta una altura de 5 m. Dependiendo de las condiciones en campo durante el corte de los taludes, estos podrían variar siendo necesaria la supervisión durante la construcción y la aprobación de los cortes por parte del ingeniero, recomendando trabajos de estabilización y/o contención en caso sea necesaria.

11.0 NIVEL DE NAPA FREÁTICA

No se encontró napa freática.

12.0 CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES Y ANEXOS

- 1.- Se ejecuta EMS " PROYECTO 150116-006_GUISSE " dónde se evalúa el suelo de la cimentación existente. cuyas cargas definidas en el análisis y diseño estructural, serán transmitidas al suelo de cimentación, ubicado en el Departamento de Lima, Distrito de Lince, Provincia de Lima.
- 2.- Se ha verificado en la excavación, que el subsuelo del área en estudio está constituido superficialmente por un Grava bien gradada con arena: GW.

CUADRO N°3: RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	MUESTRA	PROF.	W%	L.L	L.P	I.P	SUCS	DESCRIPCION
C1-E1	M-1	0.00 – 2.30	8.06	N:P	N:P	N:P	GW	GRAVA BIEN GRADADA CON ARENA

Donde:

W% : Contenido de humedad

L.L. %: Limite líquido

L.P. %: Limite plástico

I.P. % : Índice plástico

- 3.- El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a suelos intermedios.

(C) Factor de Amplificación del Suelo $S = 1.05$

(D) Periodo de Vibración del Suelo $TP (S) = 0.6 \text{ seg}$

(E) Periodo de Vibración del Suelo $TL (S) = 2.0 \text{ seg}$

- 4.- Se considera la densidad de $\gamma_{nat} = 1.97 \text{ Tn/m}^3$, definiéndose como dato extraído de campo, obtenida por la muestra inalterada extraída de campo.
- 5.- Se ejecutó 1 ensayo de corte directo al único estrato de la calicata 1, para fines de diseño se obtiene resultado de cohesión y fricción.

CUADRO N°4: RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

CALICATA	DENSIDAD	COHESIÓN	FRICCIÓN
C1-E1	1.97	0.04	34.60

- 6.- Las estructuras existentes se encuentran a una profundidad de 2.30m.; donde el esfuerzo transmitido sea menor que el esfuerzo admisible para ello se deja un cuadro a diferentes profundidades y dimensiones para el cliente, en este cuadro se sombrea el análisis que se obtuvo para el presente diseño.

CIMENTACION AISLADA

Df (m)	B (m)	Qadm	δS
		(Kg/cm ²)	(cm)
1.5	1.5	1.69	0.42
	2.0	1.83	0.61
	2.5	1.97	0.83
	3.0	2.10	1.06
2.0	1.5	2.03	0.51
	2.0	2.17	0.73
	2.5	2.31	0.97
	3.0	2.44	1.23
2.3	1.5	2.23	0.56
	2.0	2.37	0.79
	2.5	2.51	1.05
	3.2	2.70	1.45
3.0	1.5	2.71	0.68
	2.0	2.85	0.96
	2.5	2.98	1.25
	3.0	3.12	1.57

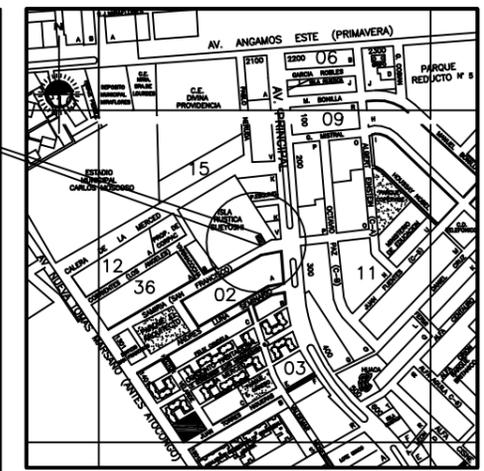
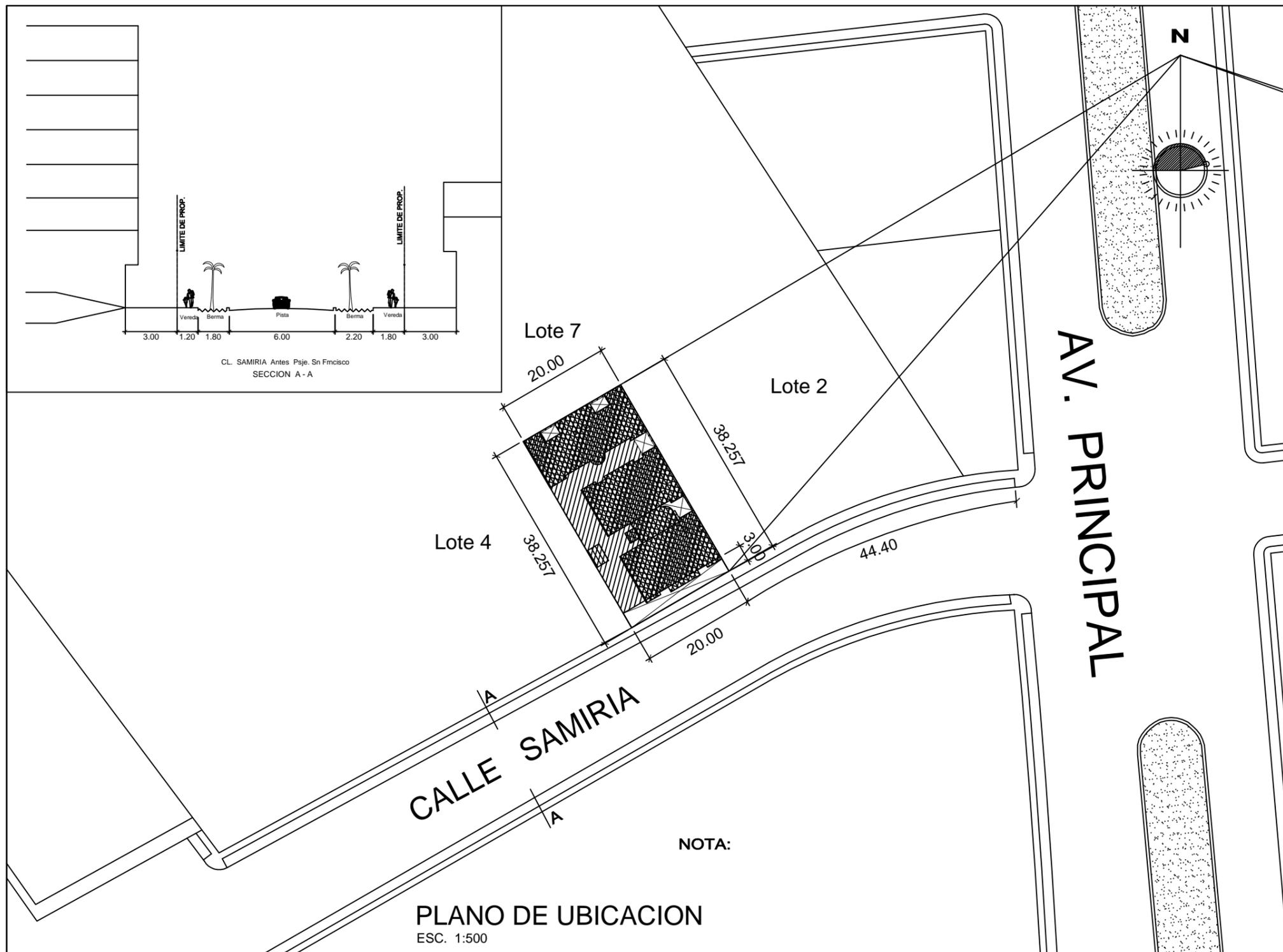
- 7.- La capacidad portante que se obtuvo para una cimentación aislada con una base de 3.20 m. y un DF: 2.30 m.; es 2.70 Kg/cm²;
- 8.- Los resultados del presente estudio, son solo válidos para la zona de estudio investigada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
NORMA E030 - DISEÑO SISMORRESISTENTE MTC
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
MORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-050.
- 2.- CONCRETE MANUAL BUREAU OF RECLAMATION
US DEPARTMENT OF THE INTERIOR WAS. 1966.
- 3.- MECÁNICA DE SUELOS ENLA INGENIERÍA PRÁCTICA
TERZAGHI- PECK-G. MESRI 1996.
- 4.- INGENIERÍA DE CIMENTACIONES
MANUEL DELGADO VARGAS 1999.
- 5.- FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA
BRAJA M. DAS 1999.
- 6.- ELEMENTOS OF SOILS MECHANICS
IAM SMITH 2006

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

ANEXO 3



LOCALIZACION 1/10,000

AREA TERRITORIAL : DISTRITO DE SURQUILLO
ZONIFICACION : C2 / R-6
AREA ESTRUCTURACION URBANA : II

PROVINCIA : LIMA
DEPARTAMENTO : LIMA
DISTRITO : SURQUILLO
CALLE : SAMIRIA
LOTE : 3

TESIS:

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

CARRERA :
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO :

EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

OBRA : NUEVA USO : RESIDENCIAL

ALUMNO :
BACH. EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA
N00077159

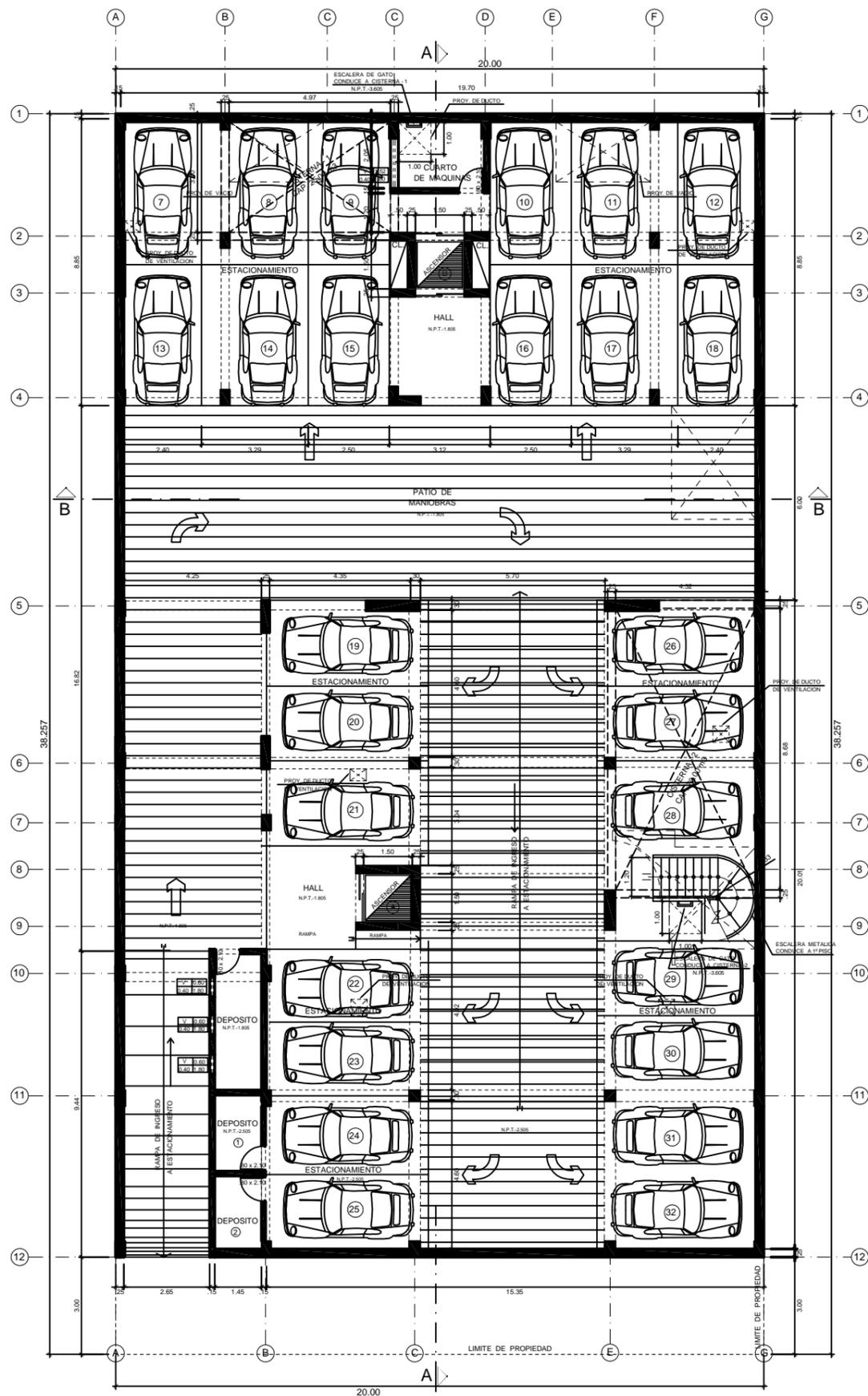
PLANO : UBICACION Y LOCALIZACION LAMINA : U-01

ESCALA : INDICADO FECHA : JULIO - 2020

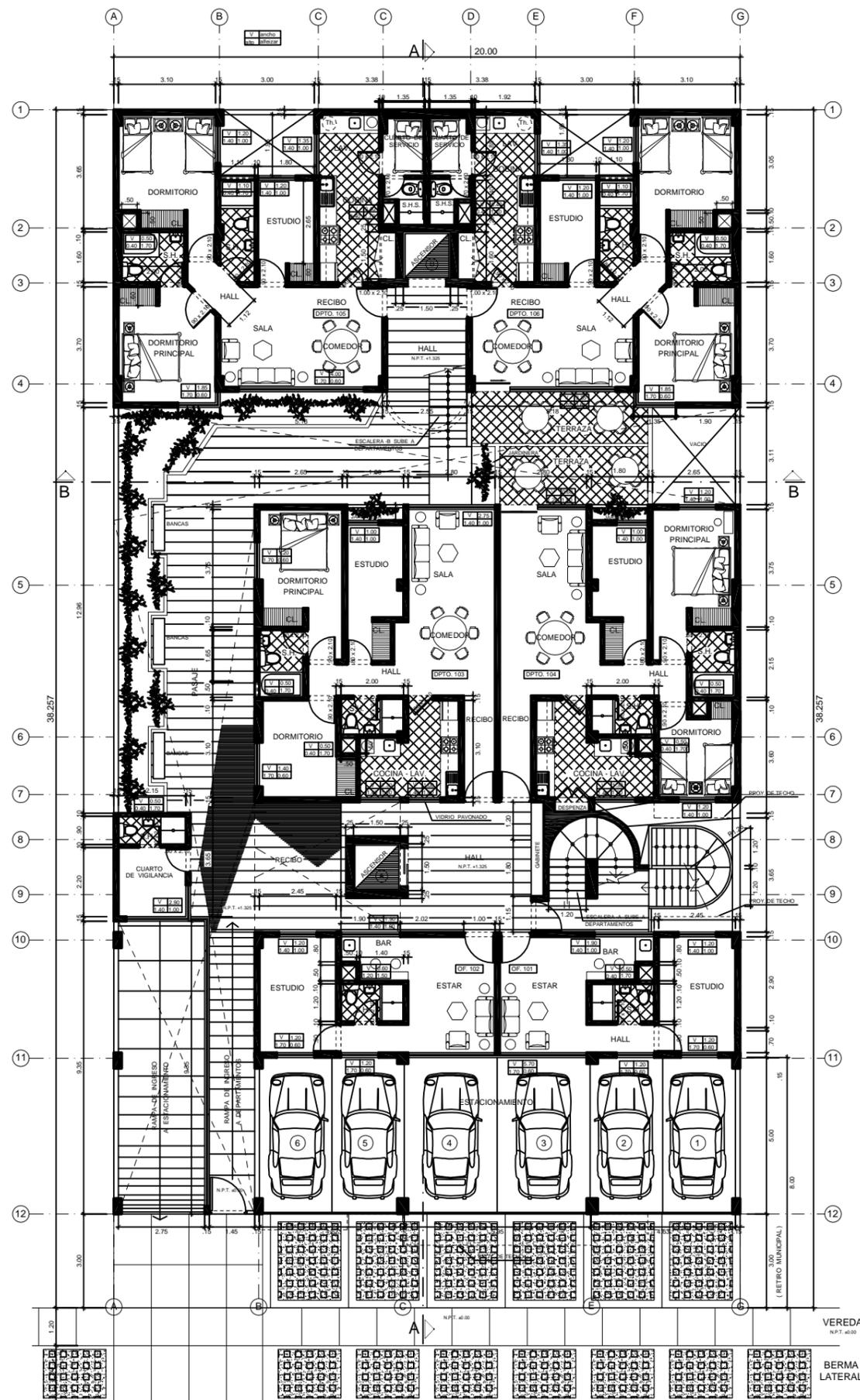
NOTA : COEFICIENTE DE EDIFICACION (Segun Decreto Supremo N° 012-2004 - VIVIENDA)
EN EL CUADRO DE RESUMEN DE LA ZONIFICACION ART. 31 Item (2) dice :
Que no se incluire en el calculo para Coeficiente de Edificacion las area que correspondan
a estacionamientos , areas de circulacion de uso comun , casa de maquinas ni aquellas ubicadas en sotanos

CUADRO NORMATIVO		
PARAMETROS	CERTIFICADO DE PARAMETROS N° 101369-07/GODU - MDS	PROYECTO
USOS COMPATIBLES Y PERMISIBLES	Unifamiliar , Bifamiliar y Multifamiliar	Multifamiliar
DENSIDAD NETA (Hab./Ha)	2250 Hab./Ha	1300 Hab./Ha
AREA DE LOTE NORMATIVO	EL EXISTENTE	765.12 m2
FRENTE DE LOTE (ml.)	EL EXISTENTE	20.00ml.
COEFICIENTE MAXIMO DE EDIFICACION	4.5 / 6.0	5.24
% MINIMO DE AREA LIBRE	30 %	33 %
ALTURA MAXIMA PERMISIBLE	8 PISOS	8 PISOS+ SEMISOTANO Y AZOTEA
RETIRO MUNICIPAL (ml.)	Por la Cl. Samiria 3.00 ml.	Por la Cl. Samiria 3.00 ml.
ESTACIONAMIENTOS	1c/3viv.	1c/3viv.

CUADRO DE AREAS			
PISO / NIVEL	AREA DE CONSTRUCCION NO AL COEFICIENTE DE EDIFICACION	AREA DE CONSTRUCCION AL COEFICIENTE DE EDIFICACION	AREA TECHADA TOTAL
SEMISOTANO	673.94 m2		673.94 m2
1° PISO	76.75 m2	433.28 m2	510.03 m2
2° PISO		501.58 m2	501.58 m2
3° PISO		501.58 m2	501.58 m2
4° PISO		501.58 m2	501.58 m2
5° PISO		501.58 m2	501.58 m2
6° PISO		501.58 m2	501.58 m2
7° PISO		501.58 m2	501.58 m2
8° PISO		501.58 m2	501.58 m2
AZOTEA		62.26 m2	62.26 m2
AREA CONSTRUIDA	750.69 m2	4,006.60 m2	4,757.29 m2
AREA LIBRE :			255.09 m2
AREA DE TERRENO :			765.12 m2
AREA DE OCUPADA :			765.12 m2

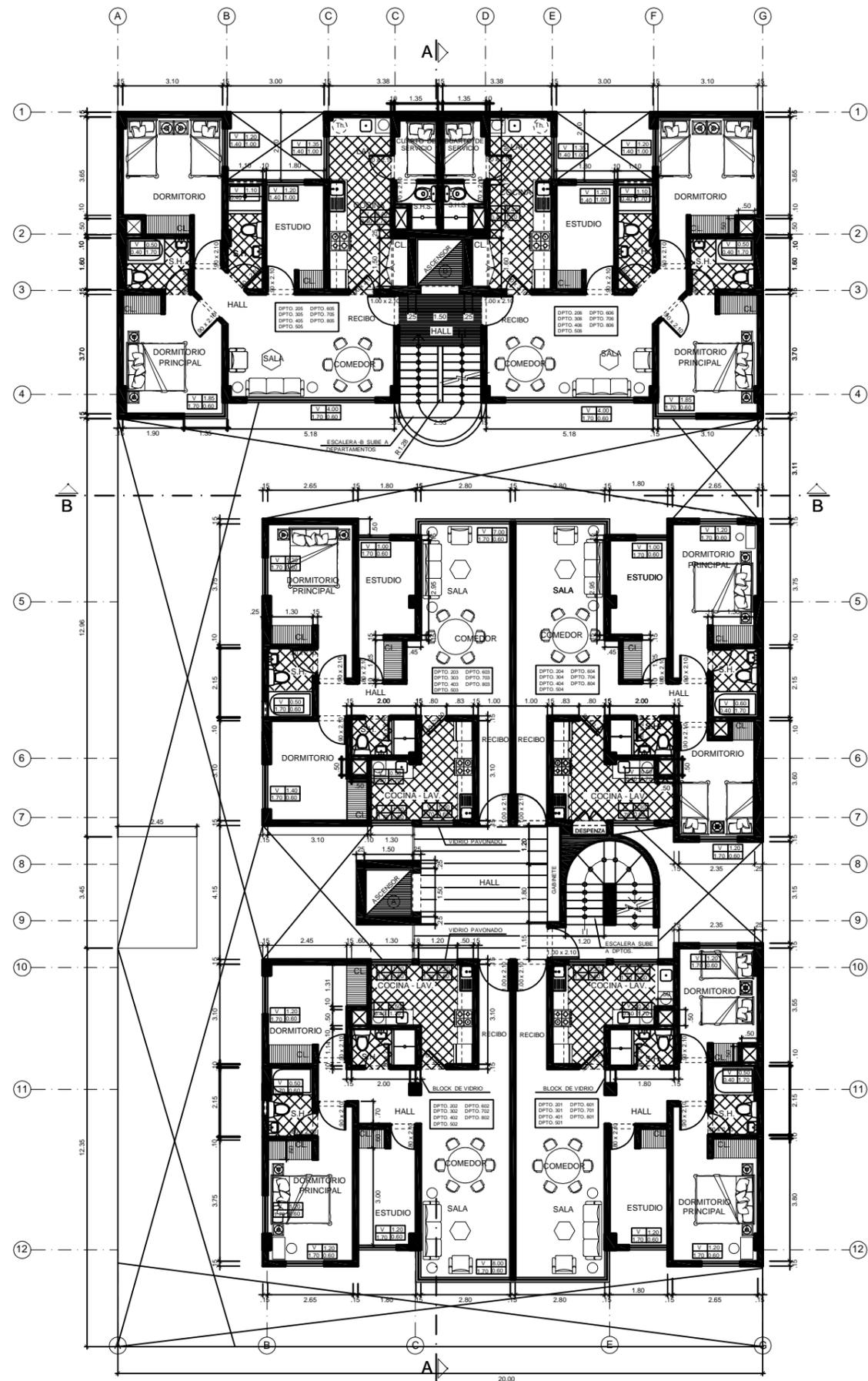


PLANTA : SEMISOTANO
 ESCALA : 1 / 75



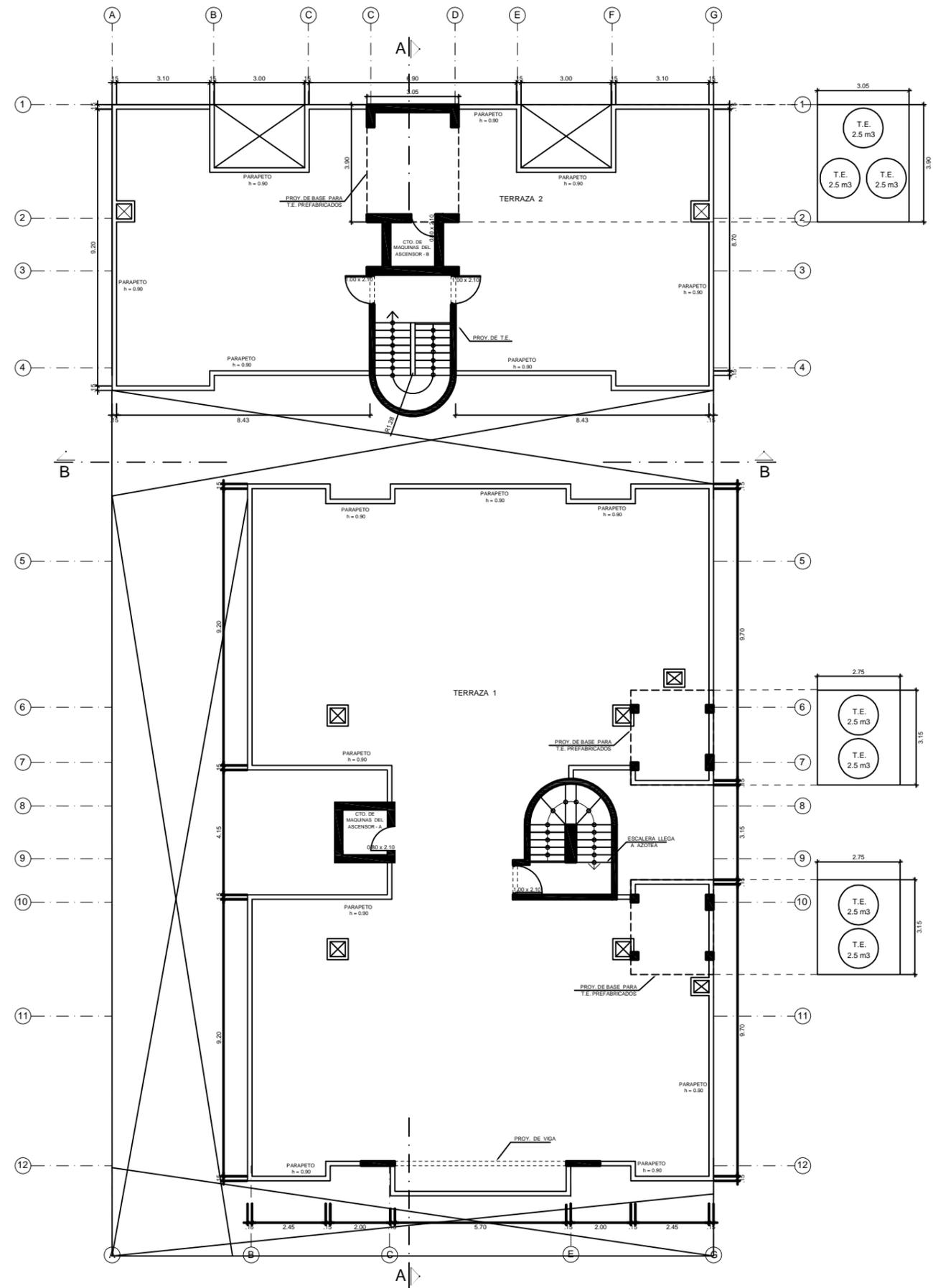
PLANTA : 1° PISO
 ESCALA : 1 / 75

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE DPTO. LIMA PROV. LIMA REV. ING. LMEJA. 01 DE 04		LAMINA A-01 01 DE 04	
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION: CALLE SAMBA	DIBUJO: R.E.E	
DESCRIPCION: PLANTA SEMI S. Y 1° PISO	DISTRITO: SURQUILLO	ESCALA: 1 : 50	
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ALUMNO: EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA BACHILLER	FECHA: JULIO 2020	



PLANTA TIPICA : 2° AL 8° PISO

ESCALA : 1 / 75

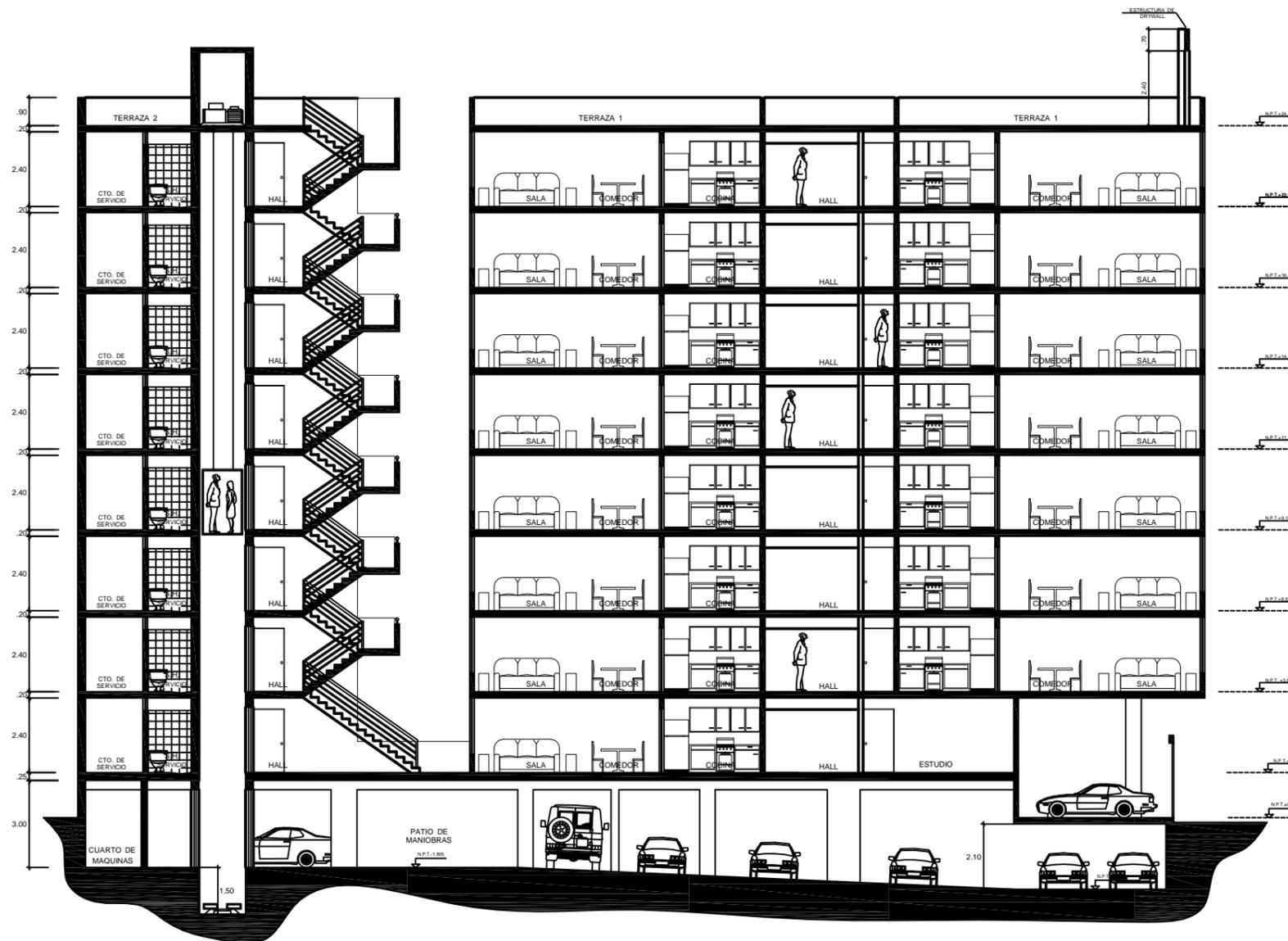


PLANTA : AZOTEA

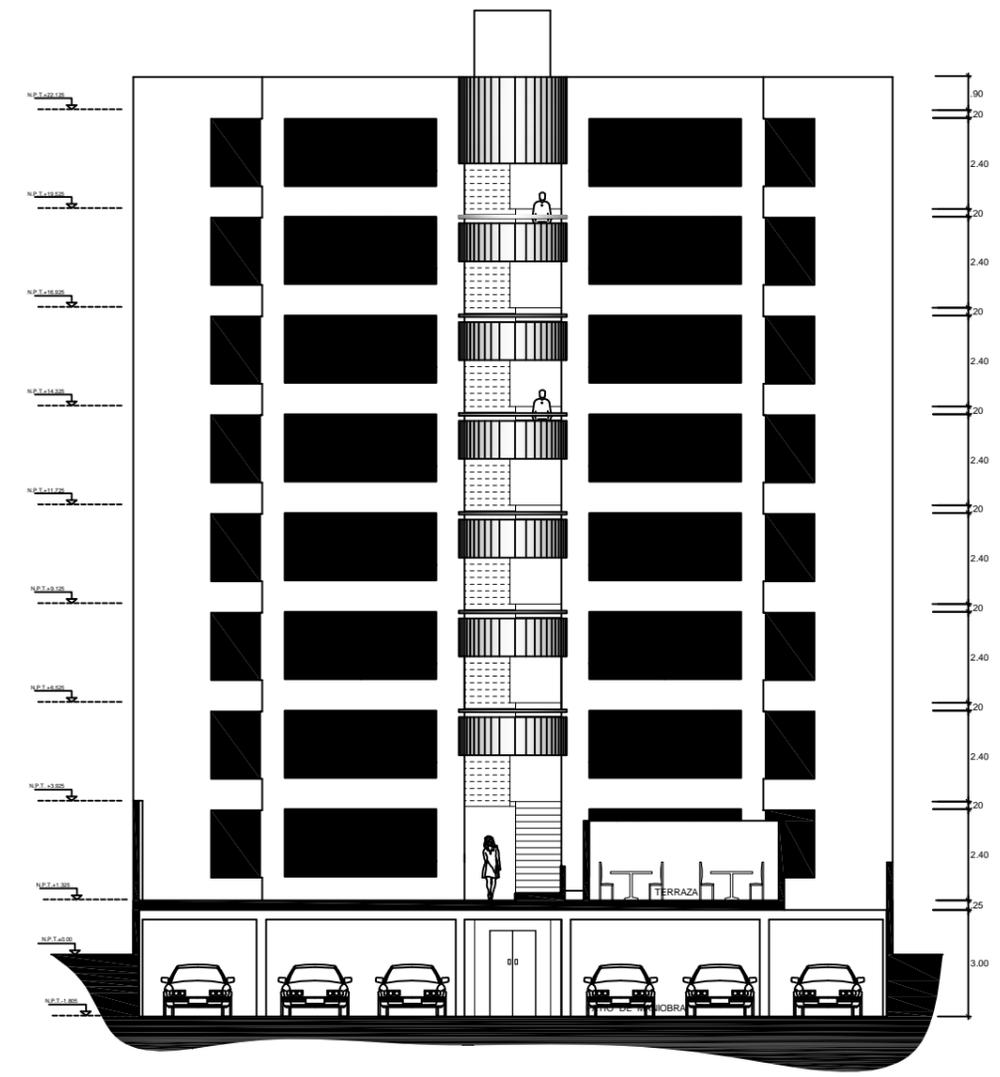
ESCALA : 1 / 75

TESIS: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	DPTO.: LIMA PROV.: LIMA REV.: ING. I.MEJIA.	LAMINA: A-02 02 DE 04
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION: CALLE SAMIRA	DIBUJO: R.E.E.
DESCRIPCION: PLANTA 1° AL 8° PISO Y AZOTEA	DISTRITO: SURQUILLO	ESCALA: 1 : 50
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ALUMNO: EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA BACHILLER	FECHA: JULIO 2020





CORTE A - A
ESCALA : 1 / 75



CORTE B - B
ESCALA : 1 / 75

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		OPTO. LIMA PROV. LIMA	LAMINA: A-03
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION: CALLE SAMRIA DISTRITO: SURQUILLO	REV. INO. LIMEJA. DIBUJO: R.E.E. ESCALA: 1 : 50 FECHA: JULIO 2020	03 DE 04 
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ALUMNO: EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA BACHILLER	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE N00077199	

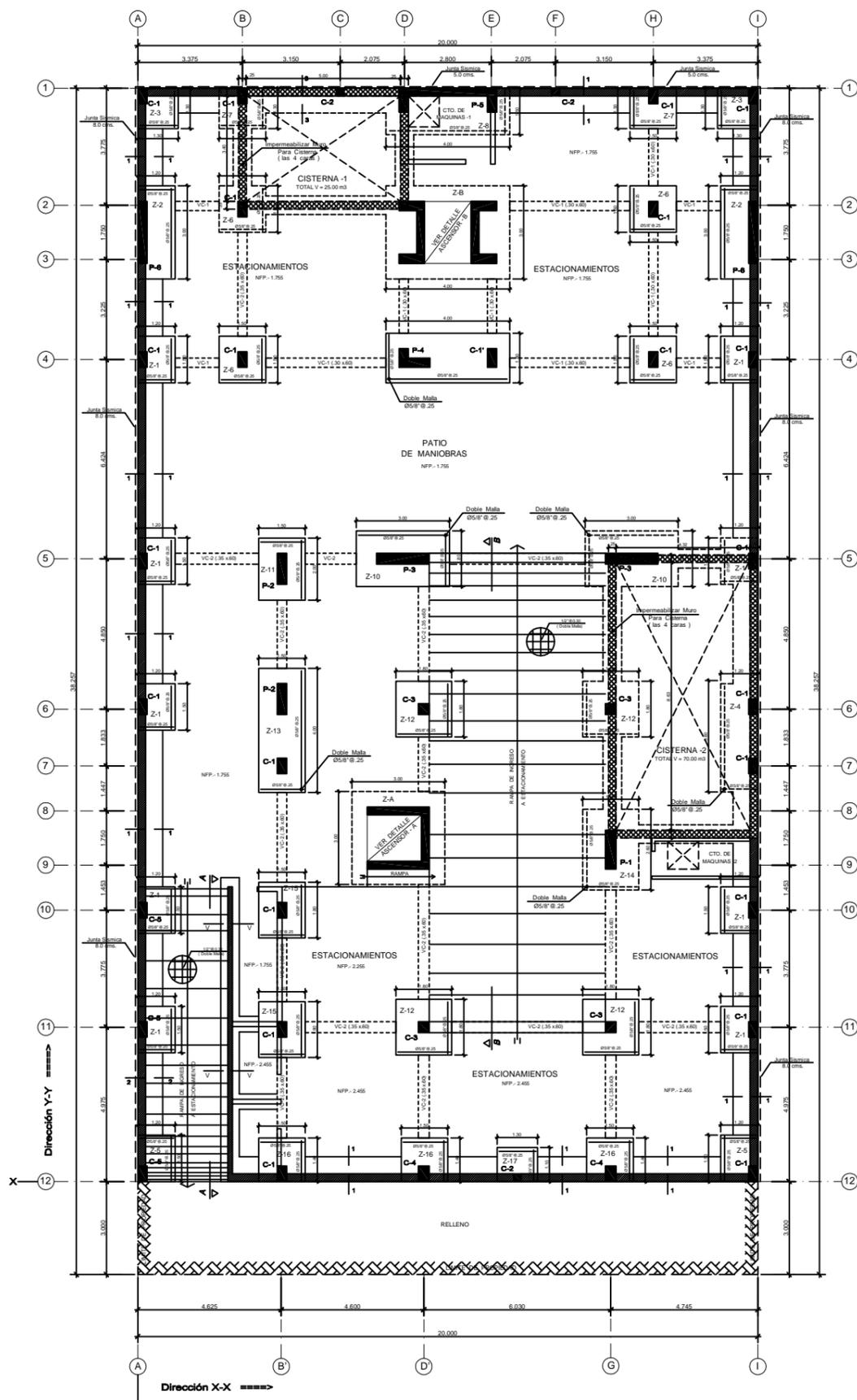


ELEVACION PRINCIPAL
ESCALA : 1 / 75

TESIS: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		DPTO.: LIMA PROV.: LIMA REV.: ING. I.MEJIA.	LAMINA: A-04 04 DE 04
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION: CALLE SAMIRIA	DIBUJO: R.E.E	 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
DESCRIPCION: ELEVACION PRINCIPAL	DISTRITO: SURQUILLO	ESCALA: 1 : 50	
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	ALUMNO: EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA BACHILLER N00077159	FECHA: JULIO 2020	

Diseño y evaluación del desempeño sísmico en el edificio “Residencial Samiria II” incorporando disipadores de energía de fluido viscoso en disposición diagonal sin modificar su diseño arquitectónico, lima - 2020

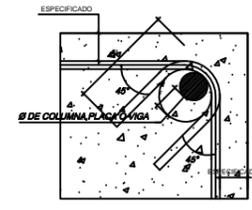
ANEXO 4



PLANTA DE CIMENTACION
ESC. 1/75

NOTAS:

- Para el trazo y replanteo complementar con los planos de Arquitectura
- En las zonas del Semisótano colindantes con edificaciones vecinas, de ser necesario, se deberá considerar la construcción de calzaduras.
(La Necesidad, diseño y construcción de estas estructuras será responsabilidad del contratista de la obra". Tal como lo contempla la norma E-050 "Suelos y Cimentaciones" Art. 6.5.7)



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS
EN COLUMNAS Y VIGAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
CEMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10
(CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6"max.)
SOPRECAMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8
(CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (3"max.)

CONCRETO ARMADO
CONCRETO : f'c = 210 Kg/cm²
ACERO REFORZO : fy = 4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
VIGAS CHAVES : 2 Cm
ESCALERAS Y ALERADOS : 2 Cm
ZAPATAS : 7 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALERADOS
AOTRA : 200 Kg / m²
RESTO : 200 Kg / m²
ESCALERA : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

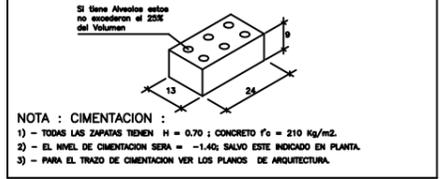
#	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.15
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	0.15
5/8"	0.60	0.75	0.15
3/4"	0.70	0.80	0.15

TERRENO
CAPACIDAD PORTANTE : 2.70 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :
REGlamento NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE
NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-020, E-030, E-050, E-060, E-070

OBSERVACIONES :
LOS MUROS ACHURADOS SON PORTANTES Y SE LEVANTARAN DEL TECHO.
LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESMONTAJE DEL TECHO, CON LAJILLO PAVIMENTADA.

CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :
UNIDAD (LAJILLO TIPO N) : 3'x4'x12"
ESPESOR MINIMO : e min. = 0.14m , 0.24m
% MAXIMO DE VACIOS : 25%
MORTERO P-I-C : 1:1:4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA)
ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min. = 0.9 Cm
e max. = 1.5 Cm



NOTA : CIMENTACION :
1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.70 ; CONCRETO f'c = 210 Kg/cm².
2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA +1.40 SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.
3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.



DETALLE FALSO PISO , PISO TERMINADO

TRASLAPES Y EMPALMES		ESTRIBOS	
Ø	LONGITUD MINIMA (cm)	Ø	LONGITUD MINIMA (cm)
3/8"	40	3/8"	10
1/2"	50	1/2"	10
5/8"	60	5/8"	10
3/4"	70	3/4"	10

PROCESO CONSTRUCTIVO DE CALZADURA

- EL CONCRETO A EMPLEARSE EN LAS CALZADURAS SERA DE f'c = 180 Kg/cm². ESTAS SERAN VACIADAS CUIDADOSAMENTE, UTILIZANDO VIBRADOR Y ASEGURANDOSE QUE EL CONCRETO INGRESE TOTALMENTE EN LAS EXCAVACIONES SIN DEJAR VACIOS. ADICIONALMENTE SE AGREGARA A LA MEZCLA UN 30% DE PIEDRAS GRANDES.
- EL PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE LAS CALZADURAS SERA EL TÍPICO, CONSISTE EN EL VACIADO DE UNA FRANJA HORIZONTAL, CADA UNA DE LAS CUALES SE HICE EN PAÑOS ALTERNADOS (VER ELEVACION) ADICIONALMENTE SE AGREGARA A LA MEZCLA UN 30% DE PIEDRAS GRANDES.
- LAS CALZADURAS FORMAN PARTE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, POR ELLO EL CONTRATISTA DEBERA DISPONER DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIAS QUE JUZGUE CONVENIENTE (POR EJEMPLO APUNTALAMIENTOS PROVISIONALES)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL E.M.S

Segun (N.T.E. - E-050-97 y E-030-97)

EL SUBSUELO ESTA CONFORMADO POR UNA COBERTURA DE SUELO VEGETAL CONSTITUIDO DE LIMO ARCILLOSO CON GRAVILLAS DE 0.00 A 0.25 M., SIGUIENDO POR GRAVA POBREMENTE GRADUA CON ARENA Y CANTOS SUBREDONDEADOS (GP-GM) HUMEDAD A LIGERAMENTE HUMEDOS, DE COMPACTAD MEDIA A DENSA, Y DE BUENAS CONDICIONES GEOMECANICAS.

- LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DE FUNDACION ES DE 4.5 Kg./cm²
- SE RECOMIENDA QUE LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SEA A = 1.80m. DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL.
- SE RECOMIENDA QUE LA TRANSMISION DE LAS CARGAS AL SUELO, SEA MEDIANTE ZAPATAS AISLADAS Y CIMENTACION CORRIDA, DISEÑADAS Y DIMENSIONADAS EN FUNCION DE LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA Y DE LAS CARGAS TOTALES DE LA ESTRUCTURA.
- LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS DE CIMENTACION ES DESPRECIABLE.
- LOS SUELOS PRESENTAN LOS SIGUIENTES PARAMETROS SISMICOS:
ZONA = 03
FACTOR DE ZONA (Z) = 0.3
TIPO DE SUELO = S
FACTOR DE SUELO (S) = 1.0
PERIODO PREDOMINANTE (Tp) = 0.4
VIBRACION DE SUELO
- SE RECOMIENDA EL USO DE CEMENTO PORTLAND TIPO I
- EN CASO DE LOS SUELOS LIMO ARCILLOSO (CL) SE RECOMIENDA AISLAR ESTOS SUELOS, CON UNA CAPA DE GRAVAS ARENOSAS (TIPO FILTRO), DE 0.50 Cm. DE ESPESOR, ANTES DE APOYAR CUALQUIER OBRA DE CONCRETO, CON EL FIN DE EVITAR HUMEDADES EN LAS PAREDES Y PISOS.

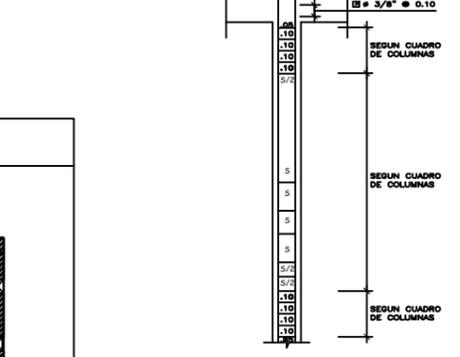
PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO (ZONAS) (NORMAS TECNICAS E-030)

Vc = ZISC P / R
Z = 0.40 (FACTOR DE ZONALIDAD)
U = 1.0 (FACTOR DE USO)
S = 1.0 (FACTOR DE SUELO)
C = 2.5 (FACTOR DE AMPLIFICACION)
P = PESO DE EDIF.

RESULTADO DEL ANALISIS (Mediana)	X	Y
MODULO 1		
DEPLAZAMIENTO ABSOLUTO MAXIMO	5.00	4.53
DEPLAZAMIENTO RELATIVO MAXIMO	0.591	0.536
MODULO 2		
DEPLAZAMIENTO ABSOLUTO MAXIMO	5.439	0.8268
DEPLAZAMIENTO RELATIVO MAXIMO	1.17	0.88
MODULO 3		
DEPLAZAMIENTO ABSOLUTO MAXIMO	4.343	3.546
DEPLAZAMIENTO RELATIVO MAXIMO	0.5864	0.5016

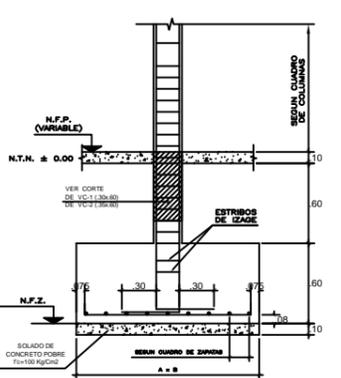
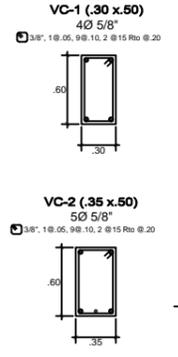
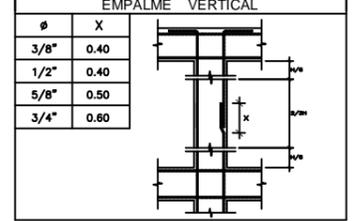


UNIONES TÍPICAS DE VIGAS CON COLUMNAS (ESQUINA)
ESC. 1/25

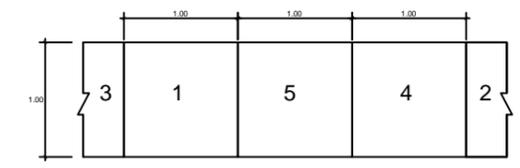


UNIONES TÍPICAS DE VIGAS CON COLUMNAS (INTERMEDIO)
ESC. 1/25

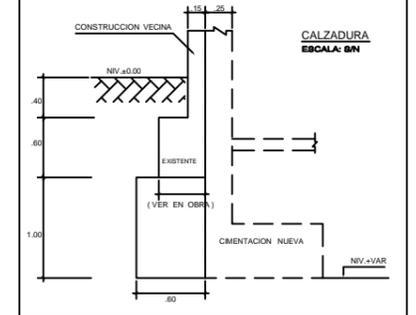
Ø	VALORES DE m	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	40	45
1/2"	40	50
5/8"	50	55
3/4"	60	75
1"	1.15	1.50



DETALLE TÍPICO DE ZAPATA
ESC. 1/25



ELEVACION TÍPICA DE CALZADURA
NOTA: LOS NUMEROS INDICAN LA SECUENCIA DE CONSTRUCCION DE LOS PAÑOS DE CALZADURA
ESCALA: 5/8"



GANCHO 135°

#	Ø	D	L	A
2	1/4"	40	75	110
3	3/8"	60	75	130
4	1/2"	75	75	180
5	5/8"	100	100	240

DETALLES DE REFORZO
(DIAMETRO DE DOBLEZ Y GANCHOS ESTANDAR)

CUADRO DE GANCHOS ESTANDAR EN VARRILLAS DE FIERRO CORRUJADAS

Ø	L	P
3/8"	15	25
1/2"	25	35
5/8"	35	45
3/4"	45	55

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

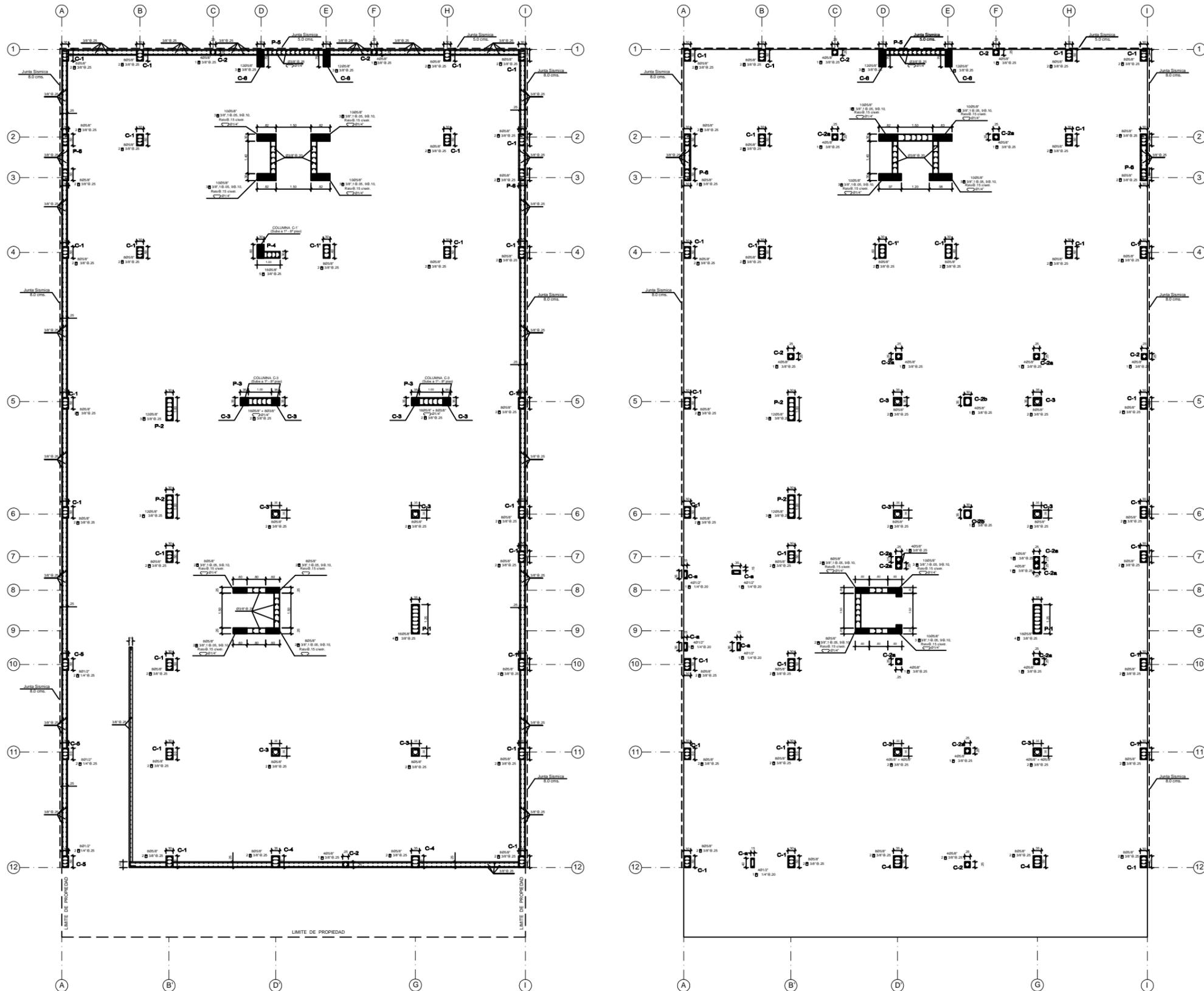
DFTO. LIMA
PROV. LIMA
REV. ING. I.M.E.M.A.
E-01
01 DE 05

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
DESCRIPCION: CIMENTACION
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACION: CALLE BAMBRA
DISTRITO: SURQUILLO
ALUMNO: EMER RIDER EGUIZABAL ESPINOZA BACHILLER

DEBIDO: R.E.E.
ESCALA: 1 : 50
FECHA: JULIO 2020

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE



PLACAS Y COLUMNAS : SEMISOTANO

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Esc: 1/75

(*) MANTENER APUNTALADO EL FONDO
HASTA DESENCOFRAR 4° ENCOFRADO

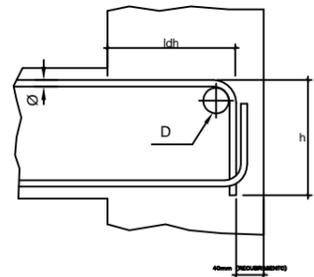
TIPO	DESCRIPCION
C-1, C-1', C-3, C-4	2 $\varnothing 3/8"$, 2@.05, 5@.10, 2@.15, Rest. @.20 c/c.
C-2, C-2a, C-2b	1 $\varnothing 3/8"$, 2@.05, 5@.10, 2@.15, Rest. @.20 c/c.
C-5, C-a	2 $\varnothing 1/4"$, 1@.05, 6@.10, Rest. @.20 c/c.
P-1	4 $\varnothing 3/8"$, 2@.05, 5@.10, 2@.15, Rest. @.20 c/c.
P-2, C-6	3 $\varnothing 3/8"$, 2@.05, 5@.10, 2@.15, Rest. @.20 c/c.
P-4	5 $\varnothing 3/8"$, 2@.05, 5@.10, 2@.15, Rest. @.20 c/c.

PLACAS Y COLUMNAS : 1° PISO

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esc: 1/75

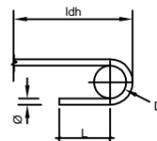
(*) MANTENER APUNTALADO EL FONDO
HASTA DESENCOFRAR 4° ENCOFRADO

DETALLES ESTANDARES



GANCHO 90°

#	Ø	D (mm.)	ldh (mm.)	h (mm.)
3	3/8"	60	210	150
4	1/2"	75	280	200
5	5/8"	100	350	250
6	3/4"	115	420	300
8	1"	155	550	400
11	1.3/8"	280	750	550



GANCHO 180°

#	Ø	D (mm.)	ldh (mm.)	L (mm.)
3	3/8"	60	210	65
4	1/2"	75	280	65
5	5/8"	100	350	65
6	3/4"	115	420	80
8	1"	155	550	100
11	1.3/8"	280	750	140

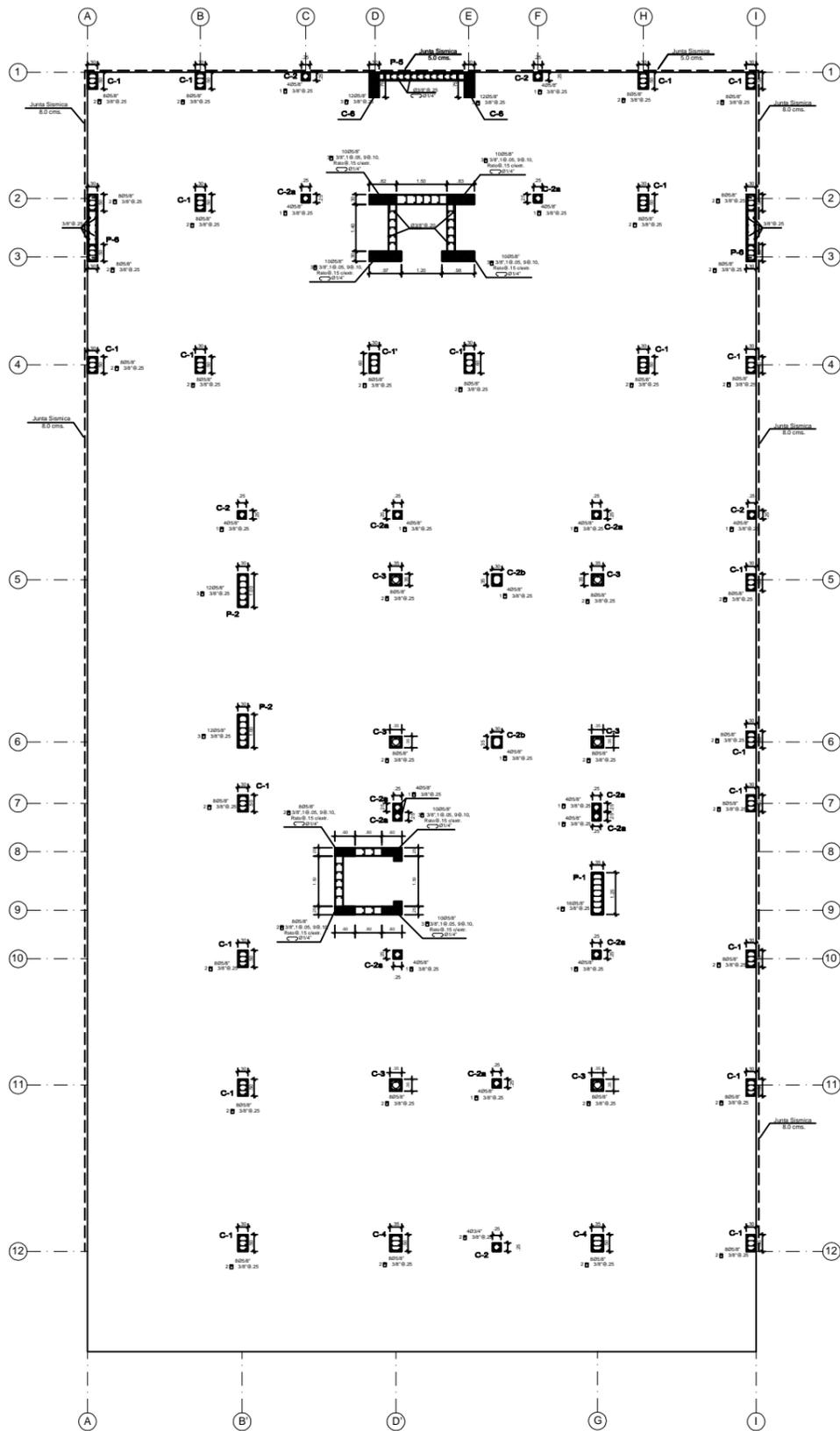
VALORES DE m

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR
	h CUALQUIERA	h < 30	h > 30
3/8"	.40	.40	.45
1/2"	.40	.40	.50
5/8"	.50	.45	.50
3/4"	.50	.55	.75
1"	1.15	1.00	1.30

EMPALME VERTICAL

Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.40
5/8"	0.50
3/4"	0.60

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS DESEMPEÑO: PLACAS Y COLUMNAS PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	UBICACION: CALLE BARRIA DISTRITO: SURQUILLO ALUMNO: EMER RIDER EGUZABAL ESPINOZA BACHILLER	DFTO: LIMA PROV.: LIMA REV.: ING. I.M.E.M.A. ESCALA: 1 : 50 FECHA: JULIO 2020	LAMINA: E-02 02 DE 05
---	--	---	-------------------------------------



PLACAS Y COLUMNAS : 2° AL 8° PISO (PLANTA TIPICA)

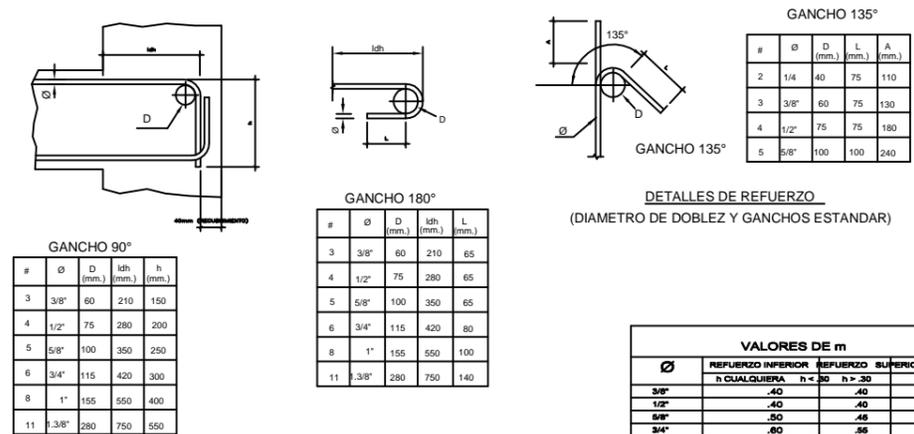
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ESC: 1/76

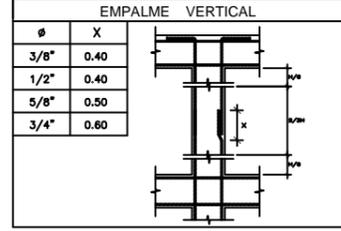
(*) MANTENER APUNTALADO EL FONDO HASTA DESENCOFRAR 4' ENCOFRADO

CUADRO DE ESTRIBOS PARA COLUMNAS Y PLACAS	
TIPO	DESCRIPCION
C-1, C-1', C-3, C-4	2 \emptyset 3/8", 2 \emptyset 05", 5 \emptyset 10", 2 \emptyset 15", Rest. @ 20 c/c.
C-2, C-2a, C-2b	1 \emptyset 3/8", 2 \emptyset 05", 5 \emptyset 10", 2 \emptyset 15", Rest. @ 20 c/c.
C-5, C-a	2 \emptyset 1/4", 1 \emptyset 05", 6 \emptyset 10", Rest. @ 20 c/c.
P-1	4 \emptyset 3/8", 2 \emptyset 05", 5 \emptyset 10", 2 \emptyset 15", Rest. @ 20 c/c.
P-2, C-6	3 \emptyset 3/8", 2 \emptyset 05", 5 \emptyset 10", 2 \emptyset 15", Rest. @ 20 c/c.
P-4	5 \emptyset 3/8", 2 \emptyset 05", 5 \emptyset 10", 2 \emptyset 15", Rest. @ 20 c/c.

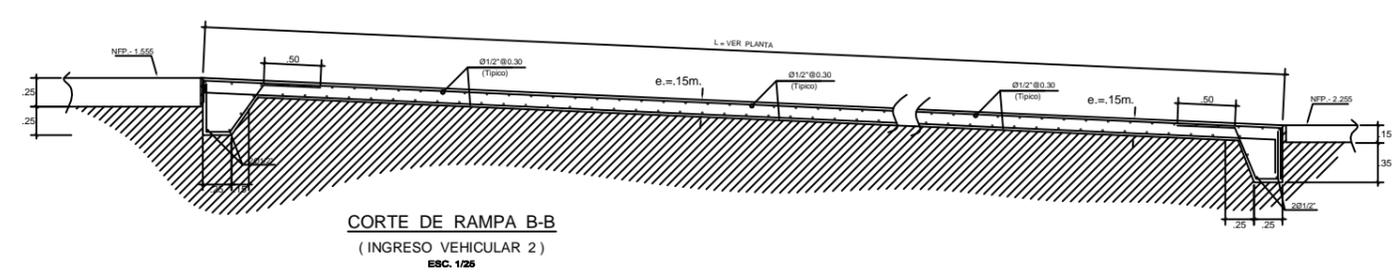
DETALLES ESTANDARES



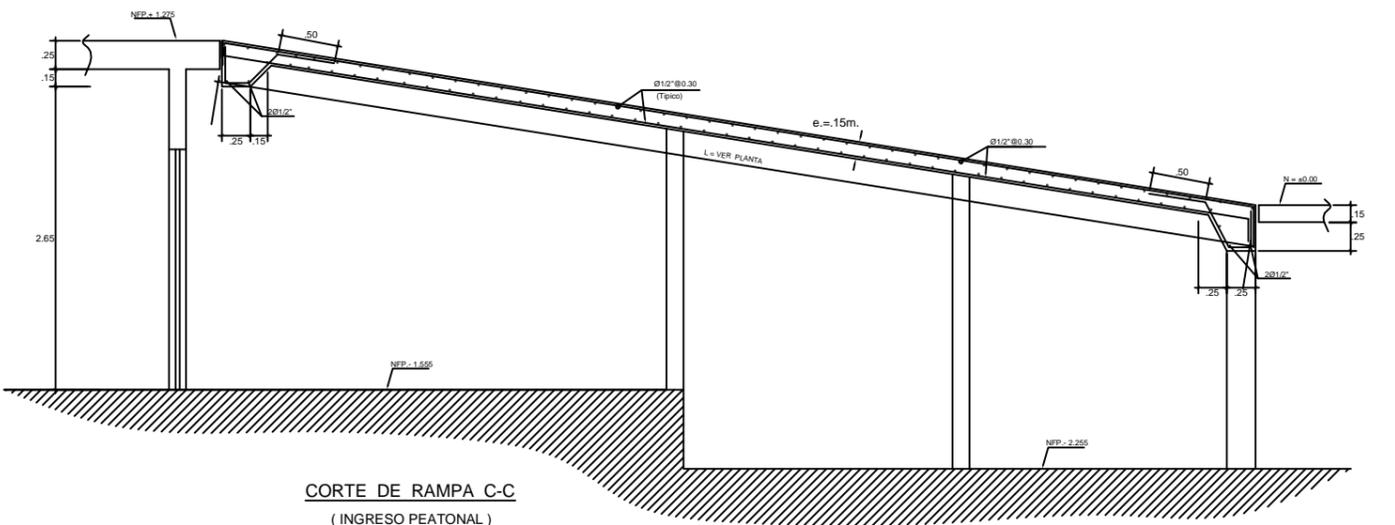
\emptyset	VALORES DE m	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	h CALAJERIA	h < 30 h > 30
1/2"	.40	.40 .45
5/8"	.40	.40 .50
3/4"	.50	.45 .60
1"	.60	.55 .75
1.1/2"	1.15	1.00 1.30



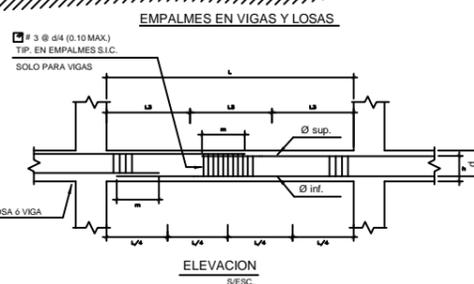
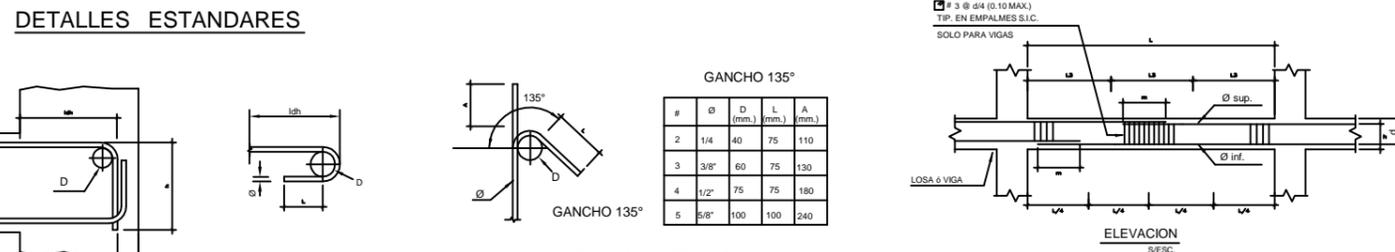
CORTE DE RAMPA A-A (INGRESO VEHICULAR 1)
ESC: 1/25



CORTE DE RAMPA B-B (INGRESO VEHICULAR 2)
ESC: 1/25



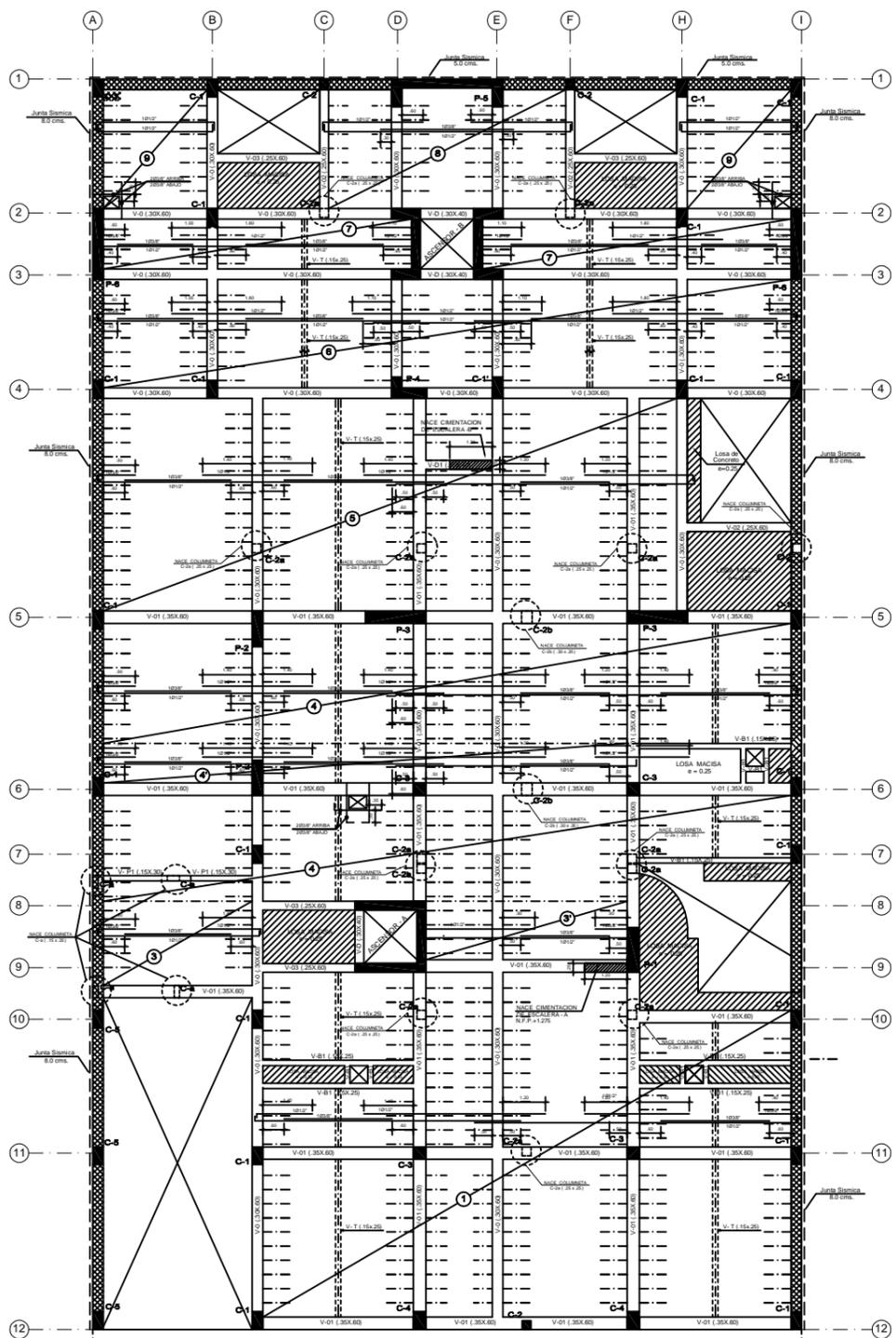
CORTE DE RAMPA C-C (INGRESO PEATONAL)
ESC: 1/25



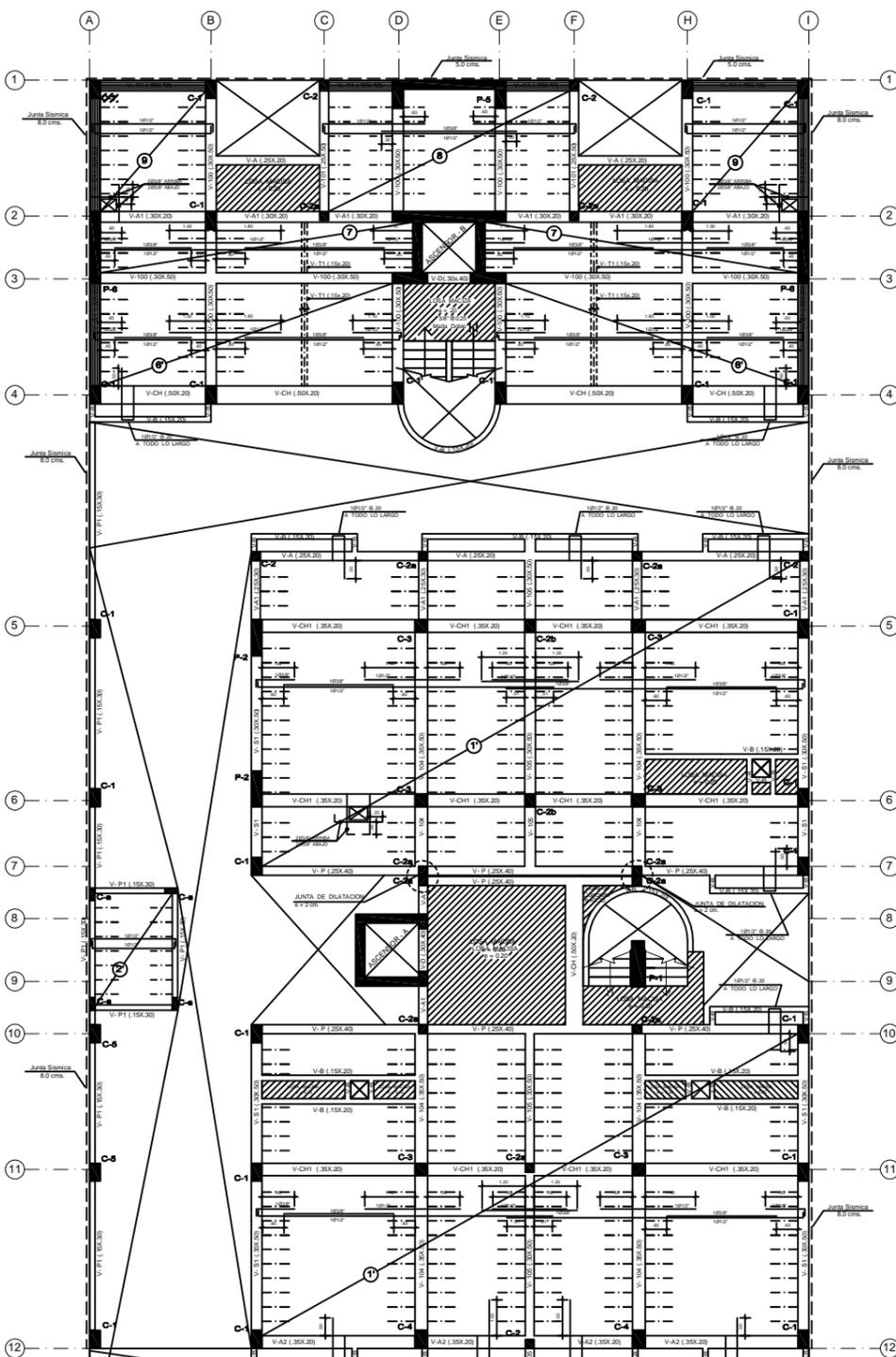
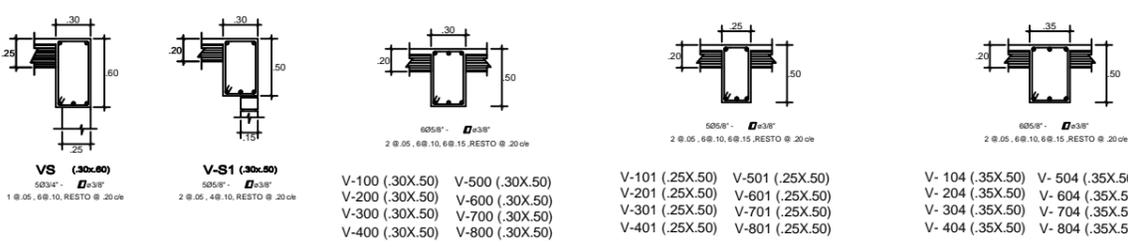
VALORES DE m			
N O M.	REFUERZO SUP.	REFUERZO SUP.	
#	\emptyset	h < 300	h > 300
3	3/8"	400	400
4	1/2"	500	500
5	5/8"	550	550
6	3/4"	650	650
8	1"	1200	1200
11	1.3/8"	2300	2300

NOTA:
1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL # DE VARILLAS EN UNA MISMA SECCION
2.- DISTANCIA ENTRE EMPALMES=400

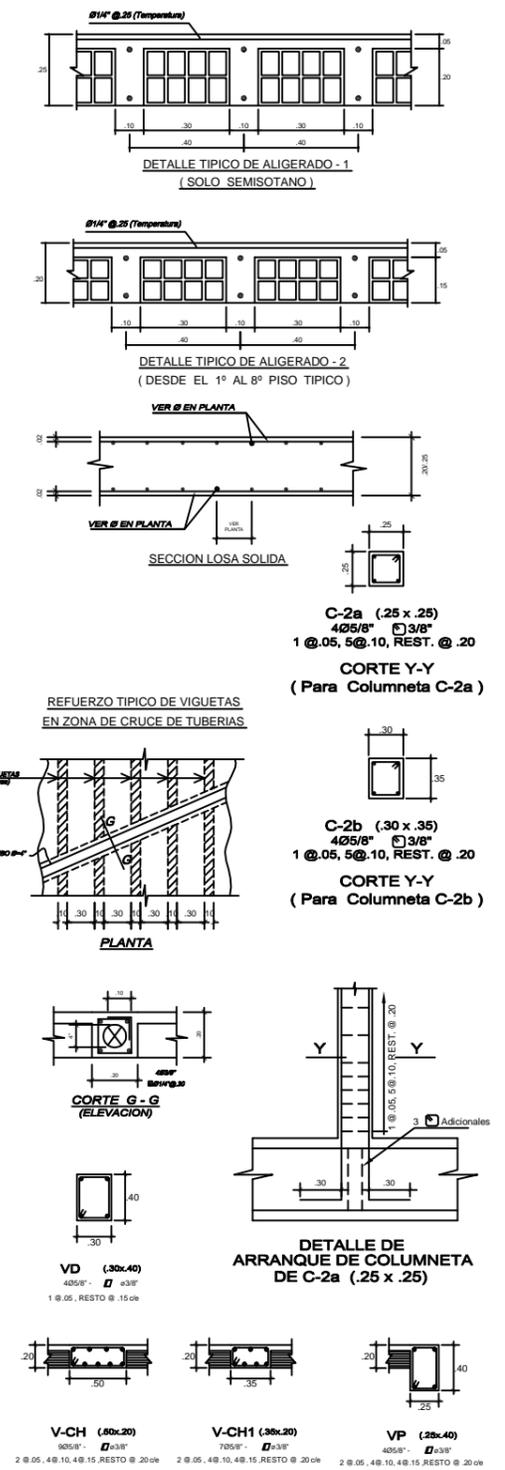
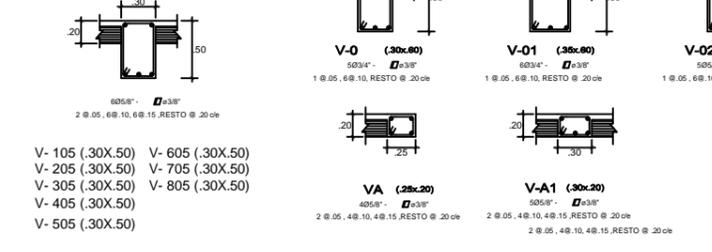
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS DESCRIPCION: PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	DFTO. LIMA PROV.: LIMA ING. I.M.E.M.A. DISTRITO: SURCOULLO ALUMNO: EMER RIDER EGUZABAL ESPINOZA BACHILLER	LAMINA: E-03 03 DE 03 RE.E ESCALA: 1 : 80 FECHA: JULIO 2020 N. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
--	---	---



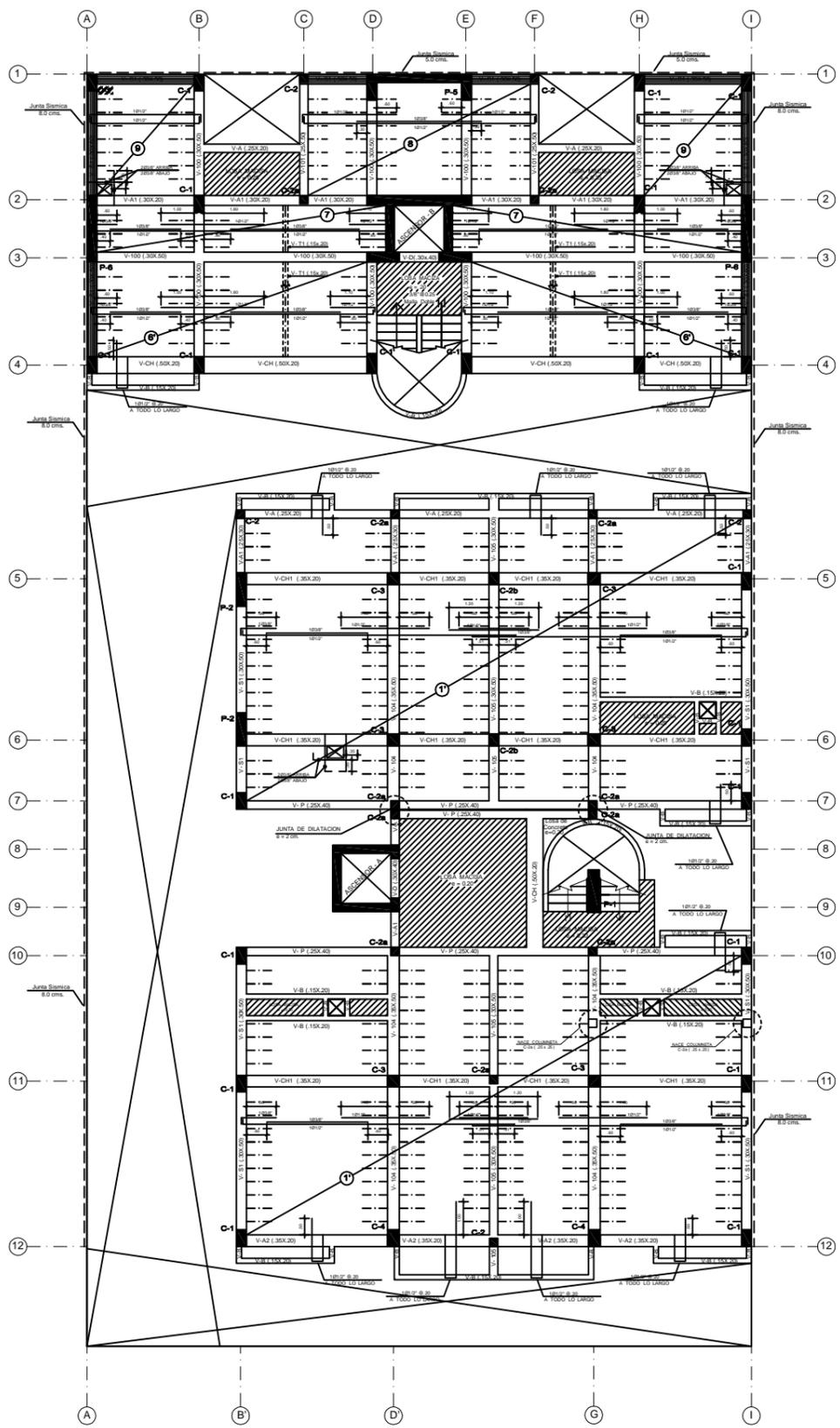
ALIGERADO SEMISOTANO
H= 0.25 m S/C = 300 Kg/ m2
ESCALA: 1/75



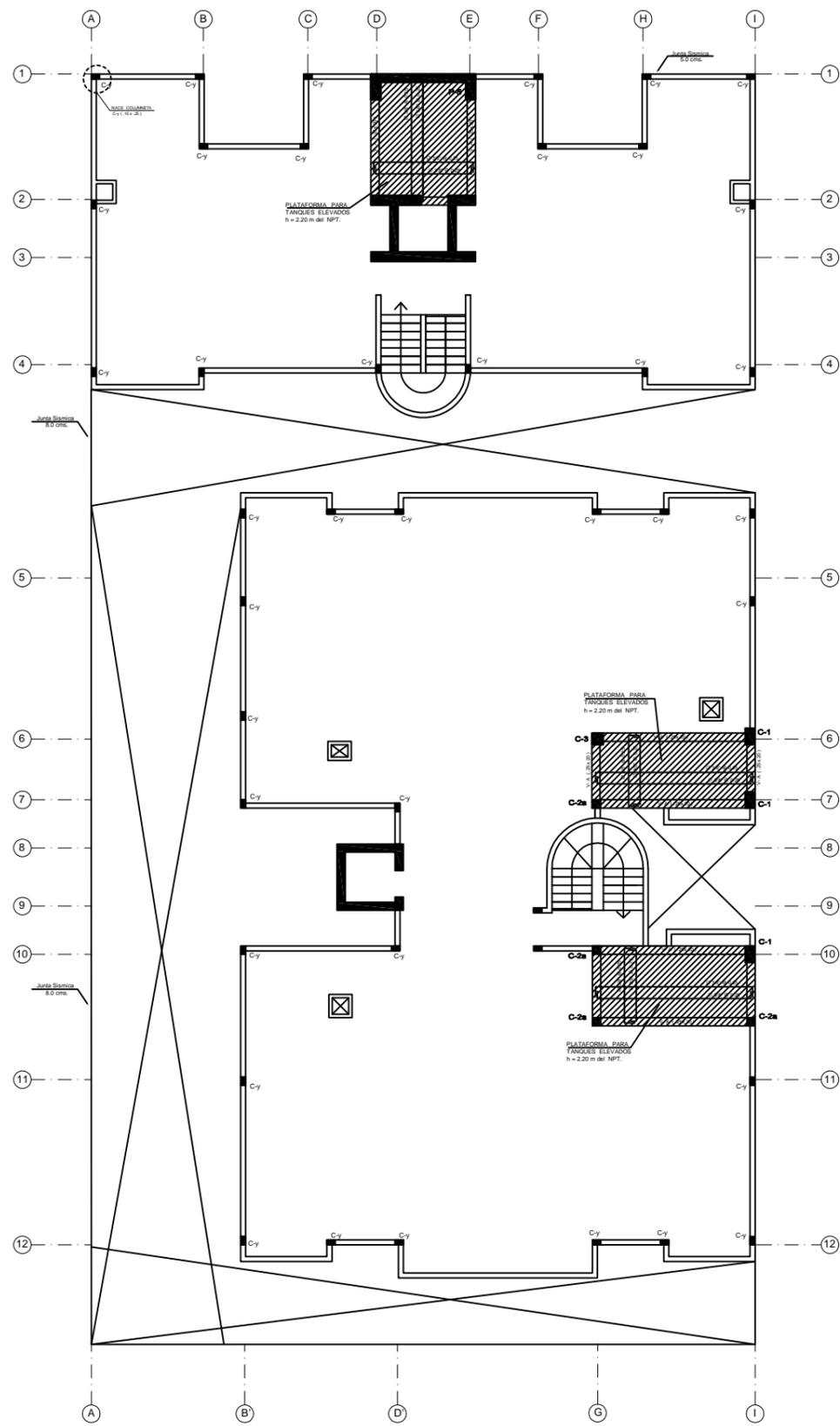
ALIGERADO PRIMER PISO
H= 0.20 m S/C = 200 Kg/ m2
ESCALA: 1/75



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		DFTO. LIMA	LAMINA: E-04
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS		PROV.: LIMA	04 DE 05
DESCRIPCION: ALIGERADO SEMI S. Y 1 PISO		REV.: ING. I.M.E.M.A.	
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR		DIBUJO: R.E.E.	
UBICACION: CALLE BAMBRA		ESCALA: 1 : 50	
DISTRITO: SURQUILLO		FECHA: JULIO 2020	
ALUMNO: EMER RIDER EGUZABAL ESPINOZA BACHILLER			



ALIGERADO : PLANTA TIPICA (2° AL 8° PISO)
 H= 0.20 m S/C = 200 Kg/ m²
 ESCALA : 1/75



ALIGERADO : AZOTEA
 H= 0.20 m S/C = 200 Kg/ m²
 ESCALA : 1/75

TRASLAPES Y EMPALMES PARA: VIGAS, LOSAS

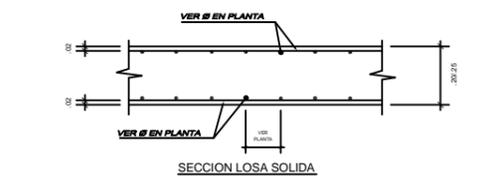
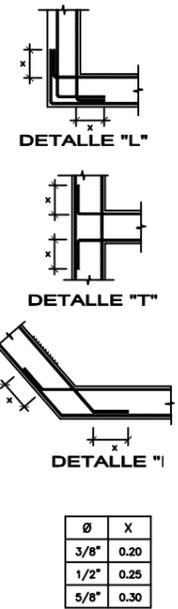
NOTAS

- NO EMPALMAR MAS DEL BOK DEL AREA DE UNA MISMA SECCION
- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %
- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

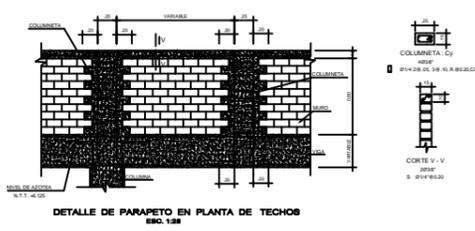
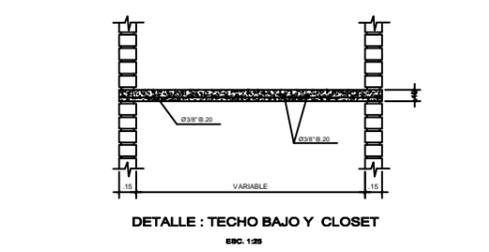
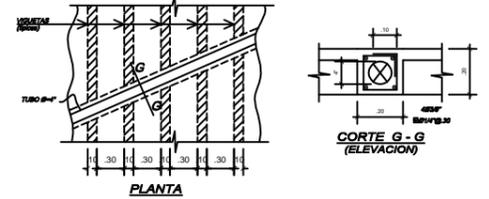
Ø	VALORES DE m	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
h CUALQUIERA	h < 30	h > 30
3/8"	.40	.40
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.60
3/4"	.60	.75
1"	1.15	1.00

EMPALME VERTICAL

Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.40
5/8"	0.50
3/4"	0.60



REFUERZO TIPICO DE VIGUETAS EN ZONA DE CRUCE DE TUBERIAS



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS DESCRIPCION: ALIGERADO DE 2° AL 8° PISO PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	UBICACION: CALLE BANERA DISTRITO: SURQUILLO ALUMNO: EMER RIDER EGUZABAL ESPINOZA BACHILLER	DFTO: LIMA PROV.: LIMA REV.: ING. I.M.E.M. ESCALA: 1 : 50 FECHA: JULIO 2020	E-05 05 DE 05
--	--	---	-----------------------------