



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Desplazamientos Laterales de Edificios Aporticados de Concreto  
Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma  
en Andahuaylas, Apurímac – 2021**

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

**AUTORES:**

Alhuay Urquizo, Maria Elizabeth (ORCID: 0000-0003-3644-7800)

Arcos Huasco, Antoni (ORCID: 0000-0002-0172-6220)

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8460)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

**LIMA-PERÚ**

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres Mario Alhuay Mendivil e Isabel Urquizo Vargas por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por su constante motivación en mis momentos difíciles y por darme la educación posible para seguir adelante. A mis hermanos Flor y Saúl por su apoyo incondicional. ¡Gracias a ustedes familia!

**María Elizabeth**

A mi padre Juan Arcos Huamaní, a mi madre Albertina Huasco Fonceca, por haberme motivado y apoyado incondicionalmente en mi formación profesional. A mis hermanos Wilfredo, Rosmery y Juan O. Arcos quienes me tuvieron confianza y paciencia. A mis sobrinos Wilfrank y Camila. ¡Gracias a ustedes familia!

**Antoni**

## **Agradecimiento**

Primero, agradecer a Dios por darnos la vida, por brindarnos salud y guiar nuestros pasos día a día con inteligencia y sabiduría en estos años de preparación durante nuestra carrera universitaria.

Segundo, a nuestros padres, hermanos y familia en general por su apoyo incondicional, confianza, enseñanzas y por habernos guiado por el camino correcto.

Tercero, a nuestros amigos y compañeros por compartir sus experiencias y anécdotas con nosotros.

Finalmente, a Msc. Ing. Hirbin Félix Céspedes Reynaga, por dedicarnos su tiempo con total disposición y amabilidad, así como su capacidad como un aporte invaluable para guiar nuestras ideas en la elaboración de esta investigación.

## Índice de contenido

	Pág.
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo, alcance y diseño de la investigación .....	28
3.2. Variables y operacionalización.....	28
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	47
3.7. Aspectos éticos .....	47
IV. RESULTADOS .....	48
V. DISCUSIÓN .....	93
VI. CONCLUSIONES.....	98
VII. RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS .....	103
ANEXOS.....	105

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> <i>Peso unitario de losas aligeradas</i> .....	13
<b>Tabla 2:</b> <i>Cargas vivas mínimas repartidas</i> .....	13
<b>Tabla 3:</b> <i>Factores de zona "Z"</i> .....	15
<b>Tabla 4:</b> <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i> .....	15
<b>Tabla 5:</b> <i>Factor de suelo "S"</i> .....	16
<b>Tabla 6:</b> <i>Periodos "TP" y "TL"</i> .....	16
<b>Tabla 7:</b> <i>Categorías de las edificaciones y factor "U"</i> .....	17
<b>Tabla 8:</b> <i>Sistemas estructurales y su coeficiente básico de reducción</i> .....	20
<b>Tabla 9:</b> <i>Requerimiento de sistema estructural en edificios de C° A°</i> .....	21
<b>Tabla 10:</b> <i>Restricciones de irregularidad en edificios</i> .....	22
<b>Tabla 11:</b> <i>Desplazamientos laterales relativos admisibles</i> .....	26
<b>Tabla 12:</b> <i>Operacionalización de la variable independiente</i> .....	29
<b>Tabla 13:</b> <i>Operacionalización de la variable dependiente</i> .....	30
<b>Tabla 14:</b> <i>Características geométricas de los edificios</i> .....	33
<b>Tabla 15:</b> <i>Dimensiones de elementos estructurales</i> .....	36
<b>Tabla 16:</b> <i>Características de los materiales</i> .....	38
<b>Tabla 17:</b> <i>Parámetros de análisis sísmico</i> .....	43
<b>Tabla 18:</b> <i>Valores de aceleración espectral en dirección X-X e Y-Y</i> .....	44
<b>Tabla 19:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en X-X</i> .....	49
<b>Tabla 20:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en Y-Y</i> .....	50
<b>Tabla 21:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en X-X</i> .....	51
<b>Tabla 22:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en Y-Y</i> .....	51
<b>Tabla 23:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en X-X</i> .....	52
<b>Tabla 24:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en Y-Y</i> .....	53
<b>Tabla 25:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en X-X</i> .....	54
<b>Tabla 26:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en Y-Y</i> .....	54
<b>Tabla 27:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en X-X</i> .....	55
<b>Tabla 28:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en Y-Y</i> .....	56
<b>Tabla 29:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en X-X</i> .....	56
<b>Tabla 30:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en Y-Y</i> .....	57

<b>Tabla 31:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en X-X</i> .....	58
<b>Tabla 32:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en Y-Y</i> .....	59
<b>Tabla 33:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en X-X</i> .....	59
<b>Tabla 34:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en Y-Y</i> .....	60
<b>Tabla 35:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en X-X</i> .....	61
<b>Tabla 36:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en Y-Y</i> .....	61
<b>Tabla 37:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en X-X</i> .....	62
<b>Tabla 38:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en Y-Y</i> .....	63
<b>Tabla 39:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en X-X</i> .....	64
<b>Tabla 40:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en Y-Y</i> .....	64
<b>Tabla 41:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en X-X</i> .....	65
<b>Tabla 42:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en Y-Y</i> .....	66
<b>Tabla 43:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en X-X</i> .....	67
<b>Tabla 44:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en Y-Y</i> .....	67
<b>Tabla 45:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en X-X</i> .....	68
<b>Tabla 46:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en Y-Y</i> .....	69
<b>Tabla 47:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en X-X</i> .....	69
<b>Tabla 48:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en Y-Y</i> .....	70
<b>Tabla 49:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en X-X</i> .....	71
<b>Tabla 50:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en Y-Y</i> .....	72
<b>Tabla 51:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E2 en X-X</i> .....	72
<b>Tabla 52:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E2 en Y-Y</i> .....	73
<b>Tabla 53:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en X-X</i> .....	74
<b>Tabla 54:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en Y-Y</i> .....	74
<b>Tabla 55:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en X-X</i> .....	75
<b>Tabla 56:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en Y-Y</i> .....	76
<b>Tabla 57:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en X-X</i> .....	77
<b>Tabla 58:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en Y-Y</i> .....	77
<b>Tabla 59:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en X-X</i> .....	78
<b>Tabla 60:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en Y-Y</i> .....	79
<b>Tabla 61:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en X-X</i> .....	80
<b>Tabla 62:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en Y-Y</i> .....	80
<b>Tabla 63:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en X-X</i> .....	81

<b>Tabla 64:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en Y-Y.....</i>	82
<b>Tabla 65:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en X-X.....</i>	82
<b>Tabla 66:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en Y-Y.....</i>	83
<b>Tabla 67:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en X-X.....</i>	84
<b>Tabla 68:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en Y-Y.....</i>	85
<b>Tabla 69:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en X-X.....</i>	85
<b>Tabla 70:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en Y-Y.....</i>	86
<b>Tabla 71:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en X-X.....</i>	87
<b>Tabla 72:</b> <i>Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en Y-Y.....</i>	87
<b>Tabla 73:</b> <i>Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E1.....</i>	88
<b>Tabla 74:</b> <i>Derivas y desplazamiento de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E1.....</i>	89
<b>Tabla 75:</b> <i>Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E2.....</i>	90
<b>Tabla 76:</b> <i>Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E2.....</i>	90
<b>Tabla 77:</b> <i>Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E3.....</i>	91
<b>Tabla 78:</b> <i>Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E3.....</i>	92

## Índice de figuras

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Clasificación de los sistemas estructurales en concreto .....	20
<b>Figura 2:</b> Comportamiento de la estructura frente a solicitaciones .....	21
<b>Figura 3:</b> Esquema de análisis dinámico modal espectral.....	24
<b>Figura 4:</b> Acciones típicas en el diafragma.....	25
<b>Figura 5:</b> Elevación frontal típico .....	34
<b>Figura 6:</b> Edificio con configuración en planta 1:1 .....	35
<b>Figura 7:</b> Edificio con configuración en planta 1:2 .....	35
<b>Figura 8:</b> Edificio con configuración en planta 1:3 .....	36
<b>Figura 9:</b> Espesores de la capa de compresión del diafragma estudiados.....	37
<b>Figura 10:</b> Modelo estructural edificio tipo I.....	38
<b>Figura 11:</b> Modelo estructural edificio tipo IA.....	39
<b>Figura 12:</b> Modelo estructural edificio tipo IB .....	39
<b>Figura 13:</b> Modelo estructural edificio tipo II.....	40
<b>Figura 14:</b> Modelo estructural edificio tipo IIA.....	40
<b>Figura 15:</b> Modelo estructural edificio tipo IIB.....	41
<b>Figura 16:</b> Modelo estructural edificio tipo III .....	42
<b>Figura 17:</b> Modelo estructural edificio tipo IIIA.....	42
<b>Figura 18:</b> Modelo estructural edificio tipo IIIB.....	43
<b>Figura 19:</b> Espectro de pseudo-aceleración horizontal X-X.....	45
<b>Figura 20:</b> Espectro de pseudo-aceleración horizontal Y-Y.....	45
<b>Figura 21:</b> Desplazamiento y derivas de entrepiso.....	46
<b>Figura 22:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en X-X.....	50
<b>Figura 23:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en Y-Y .....	50
<b>Figura 24:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en X-X.....	51
<b>Figura 25:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en Y-Y .....	52
<b>Figura 26:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en X-X.....	52
<b>Figura 27:</b> Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en Y-Y .....	53
<b>Figura 28:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en X-X.....	54
<b>Figura 29:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en Y-Y.....	55
<b>Figura 30:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en X-X.....	55

<b>Figura 31:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en Y-Y .....	56
<b>Figura 32:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en X-X.....	57
<b>Figura 33:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en Y-Y .....	57
<b>Figura 34:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en X-X.....	58
<b>Figura 35:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en Y-Y .....	59
<b>Figura 36:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en X-X.....	60
<b>Figura 37:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en Y-Y .....	60
<b>Figura 38:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en X-X.....	61
<b>Figura 39:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en Y-Y .....	62
<b>Figura 40:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en X-X.....	63
<b>Figura 41:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en Y-Y .....	63
<b>Figura 42:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en X-X.....	64
<b>Figura 43:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en Y-Y .....	65
<b>Figura 44:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en X-X.....	65
<b>Figura 45:</b> Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en Y-Y .....	66
<b>Figura 46:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en X-X.....	67
<b>Figura 47:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en Y-Y .....	68
<b>Figura 48:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en X-X.....	68
<b>Figura 49:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en Y-Y .....	69
<b>Figura 50:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en X-X.....	70
<b>Figura 51:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en Y-Y .....	70
<b>Figura 52:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en X-X.....	71
<b>Figura 53:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en Y-Y .....	72
<b>Figura 54:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E2 en X-X.....	73
<b>Figura 55:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E2 en Y-Y .....	73
<b>Figura 56:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en X-X.....	74
<b>Figura 57:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en Y-Y .....	75
<b>Figura 58:</b> Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en X-X .....	76
<b>Figura 59:</b> Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	76
<b>Figura 60:</b> Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en X-X.....	77
<b>Figura 61:</b> Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	78
<b>Figura 62:</b> Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en X-X.....	78
<b>Figura 63:</b> Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	79

<b>Figura 64:</b> Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en X-X .....	80
<b>Figura 65:</b> Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	81
<b>Figura 66:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en X-X.....	81
<b>Figura 67:</b> Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	82
<b>Figura 68:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en X-X.....	83
<b>Figura 69:</b> Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	83
<b>Figura 70:</b> Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en X-X .....	84
<b>Figura 71:</b> Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	85
<b>Figura 72:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en X-X.....	86
<b>Figura 73:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en Y-Y.....	86
<b>Figura 74:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en X-X.....	87
<b>Figura 75:</b> Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en Y-Y .....	88
<b>Figura 76:</b> Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E1 .....	89
<b>Figura 77:</b> Derivas y desplazamiento de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E1 .....	89
<b>Figura 78:</b> Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E2 .....	90
<b>Figura 79:</b> Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E2 .....	91
<b>Figura 80:</b> Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E3 .....	91
<b>Figura 81:</b> Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E3 .....	92

## Resumen

Esta investigación determina en qué medida el cambio de geometría del diafragma, afecta el cálculo de los desplazamientos laterales de edificios aporticados de uso común (oficinas) de concreto armado. Para el análisis de datos, se procedió a modelar una serie de edificios con diferentes configuraciones en planta 1:1, 1:2 y 1:3, con tres características geométricas (regular, abertura central, abertura lateral), los mismos presentan variaciones de espesor de la capa de compresión del diafragma que van de 5cm, 7.5cm y 10cm. Con la finalidad de comparar los resultados se realizó el modelamiento de los edificios considerando la condición de diafragma rígido y flexible mediante el método de elementos finitos con el uso del software Etabs v.18.

La metodología de la investigación es de enfoque cuantitativo y de alcance explicativo. La investigación concluye que la presencia de aberturas centrales y laterales a medida que se aumenta la relación de aspecto y la cantidad de niveles genera mayores desplazamientos en la dirección más desfavorable de la abertura o donde las vigas perimetrales son interrumpidas. Esta investigación evidencia cuantitativamente el asumir de manera práctica y simplificada la rigidez del diafragma.

**Palabras clave:** Diafragmas, desplazamientos laterales, análisis estructural, análisis sísmico.

## **Abstract**

This research determines to what extent the change in the geometry of the diaphragm affects the calculation of the lateral displacements of reinforced concrete buildings in common use (offices). For the data analysis, a series of buildings was modeled with different floor configurations 1:1, 1:2 and 1:3, with three geometric characteristics (regular, central opening, lateral opening), they present variations of thickness of the compression layer of the diaphragm ranging from 5cm, 7.5cm and 10cm. In order to compare the results, the buildings were modeled considering the rigid and flexible diaphragm condition using the finite element method using the Etabs v.18 software.

The research methodology has a quantitative approach and explanatory scope. The research concludes that the presence of central and lateral openings as the aspect ratio is increased and the number of levels increases, generates greater displacements in the most unfavorable direction of the opening or where the perimeter beams are interrupted. This research quantitatively shows the assumption of diaphragm stiffness in a practical and simplified way.

**Keywords:** Diaphragms, lateral displacements, structural analysis, seismic analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

**Realidad problemática:** La ingeniería estructural es esencial y necesario en todos los ámbitos de las obras civiles, especialmente en la construcción de edificios altos o medianamente altos, sobre todo el análisis estructural es fundamental para un diseño económico y seguro. Ottazzi (2014) indica que el análisis estructural tiene como finalidad determinar el comportamiento (deformaciones, desplazamientos, fuerzas internas, etc.) estructural frente a diferentes fuerzas consideradas como externas que pertenecen a la naturaleza, como las cargas estáticas (peso propio y sobrecarga) y cargas dinámicas (sismo y viento), es decir el análisis de estructuras es un medio cuyo fin es el diseño estructural.

Internacional y nacionalmente, el análisis estructural de acuerdo a la solución que cada método nos ofrece, no proporciona resultados exactos por una variedad de incertidumbres y simplificaciones. San Bartolomé (1998) indica que en el análisis estructural ya sea de edificaciones o diferentes estructuras, no existe una solución exacta, ni el software mas avanzado otorga el resultado del comportamiento real de la estructura, debido a la presencia de un conjunto de incertidumbres en las sollicitaciones y estructuración de cada estructura en particular.

La ubicación geográfica del Perú hace que sea un territorio de alto índice de sismicidad. En los registros sísmicos del IGP históricamente el territorio peruano soporta continuos eventos sísmicos, en consecuencia, la estructuración de las edificaciones debe ser capaz de soportar o atender la demanda de desplazamientos que cada particular sismo provoca.

En cuanto a la configuración estructural de una edificación, el diafragma es parte muy importante del mismo, siendo éste el responsable de garantizar la transferencia de las cargas a los elementos estructurales portantes de acuerdo al nivel de participación que cada uno de estos tiene proporcional a su rigidez. Generalmente la configuración geométrica del diafragma o losa de entrepiso en la etapa de análisis es castigado por unos factores de irregularidad según la normativa nacional que le corresponde, y en ocasiones los ingenieros estructurales de forma práctica asumen la rigidez de los diafragmas sin antes realizar un análisis para comprobar lo mencionado, sin embargo existen casos que debido a su configuración geométrica y otras características relevantes, no es correcto asumir lo anterior; en consecuencia esta asunción arroja valores que son más sesgados

de la realidad, provocando así la incompatibilidad de desplazamientos laterales, lo cual conlleva a que el diseño estructural no se ajusta a los resultados que presentan el legítimo comportamiento de la estructura, generando así daños estructurales importantes o el posible colapso de las edificaciones.

La distribución de las fuerzas laterales en una edificación depende en buena parte de la configuración geométrica del diafragma en cada losa o entrepiso, por tal razón, en la presente investigación se considera importante realizar un análisis estructural de edificaciones comunes de concreto reforzado o armado en base al cambio de geometría del diafragma, considerando aumentar el espesor del mismo, así también realizar el análisis considerando aberturas centrales y laterales en planta, de manera que se mejore la obtención de resultados y se logre valores más cercanos a la realidad, de esa forma se pueda controlar los desplazamientos laterales en las edificaciones.

**Formulación del problema:** ¿En qué medida el análisis en base al cambio de geometría del diafragma, afecta el cálculo de los desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac?

**Problemas específicos:**

PE1: ¿De qué manera el diafragma con presencia de aberturas centrales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3?

PE2: ¿De qué manera el diafragma con presencia de aberturas laterales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2, y 1:3?

PE3: ¿En qué medida el aumento de espesor del diafragma afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3?

A continuación, se detalla los motivos que sustentan la **justificación de la investigación** de forma metodológica, práctica, teórica, social y económica.

**Justificación metodológica:** La presente investigación está enfocada en variables cuantitativas delimitadas adecuadamente con la finalidad de medir el problema planteado, en donde se manipula la variable independiente “análisis con

diafragma de geometría variable”, para determinar su efecto en la variable dependiente “desplazamientos laterales”, debido a que existe una relación de causalidad; lo obtenido aporta a generar conocimiento y logra consolidar el concepto de respuesta estructural de edificaciones comunes basada en desplazamientos; además los valores obtenidos en la presente investigación sirven de base para futuras investigaciones en el cual se considere más variantes de manera que la población sea estudiada a profundidad.

**Justificación práctica:** En el Perú las edificaciones están sujetas a constantes eventos sísmicos que producen fuerzas laterales, por ello se hace necesario determinar cómo se comporta la estructura de la edificación ante las diversas sollicitaciones, considerando la geometría del diafragma, de modo que se consolide el concepto mencionado y proporcione información que sirva de ayuda a evitar problemas de daños en la estructura.

El análisis planteado en este trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta que la configuración geométrica del diafragma o losa de entrepiso tiene una participación trascendental en los desplazamientos laterales de los elementos estructurales de la edificación, siendo así, la información producida colabore con los profesionales relacionados a la ingeniería estructural, de manera que se tome en cuenta la configuración geométrica del diafragma y su importancia en el diseño estructural.

**Justificación teórica:** El presente estudio brinda un aporte teórico producido a partir de los resultados de realizar un análisis estructural de edificios de uso común aporricados de concreto reforzado o armado en base al cambio de geometría del diafragma, lo cual permite la obtención de valores que nos conduce a conocer el comportamiento más real de la estructura cuando se encuentra expuesta a fuerzas laterales, por tanto los resultados que se obtienen sirven para mejorar la precisión de cálculo estructural, además dando la opción de mejora a la hora de realizar el análisis estructural con la ayuda de un determinado software.

Esta investigación proporciona información que permite a los ingenieros estructurales poseer con un antecedente sobre los indispensable que es la geometría del diafragma en el análisis sísmico.

**Justificación social:** La investigación beneficia a los profesionales relacionados a la ingeniería estructural a la hora de decidir y plantear el mejor sistema de entrepiso con la adecuada configuración en planta de una edificación considerada de uso común, por lo tanto, el análisis planteado en la investigación impacta sobre la ciudadanía por la necesidad que se tiene por habitar una edificación de manera segura.

**Justificación económica:** Con lo relacionado a la justificación económica, cabe resaltar que el asumir de manera práctica la rigidez del diafragma o losa de entrepiso sin antes haber realizado un análisis más a detalle para confirmar dicha asunción, genera como resultado secciones de elementos estructurales que no corresponden al comportamiento real de la estructura, en ocasiones la estructura resulta ser muy conservador lo que implica un presupuesto alto.

En el presente estudio se realiza el análisis estructural detallado en base al cambio de geometría del diafragma, de manera que exista un aumento en la precisión de cálculo de respuesta estructural basado en desplazamientos, de modo que se obtenga una estructura segura y económica con las secciones adecuadas que reflejen la realidad.

Con respecto a la **delimitación de la investigación**, se desarrolló dentro de los límites de espacio, tiempo y concepto objeto de la investigación.

**Delimitación espacial:** El presente estudio comprende a los edificios de uso común con sistemas estructurales apertados de concreto reforzado o armado, ubicadas geográficamente en el departamento de Apurímac, provincia y distrito de Andahuaylas, perteneciente a la zona sísmica de la sierra sur peruana ( $Z_2$ ).

**Delimitación temporal:** El estudio adopta un método de análisis sísmico en el cual el tiempo no tiene influencia en la procedencia de los datos para su respectivo análisis; se toman datos ya establecidos de la vigente norma técnica peruana E.030.

**Delimitación conceptual:** El desarrollo del estudio se orienta a la respuesta de la estructura basada en desplazamientos laterales de edificios idealizados no necesariamente construidos de uso común, mediante un análisis lineal-elástico de

acuerdo a la norma técnica E.030, apoyado de las normas técnicas E.020, E.060 y E.070 del RNE.

**Objetivo de la investigación:** Determinar en qué medida el análisis en base al cambio de geometría del diafragma, afecta el cálculo de los desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac.

**Objetivos específicos:**

OE1: Establecer de qué manera el diafragma con presencia de aberturas centrales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.

OE2: Establecer de qué manera el diafragma con presencia de aberturas laterales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2, 1:3.

OE3: Determinar en qué medida el aumento de espesor del diafragma afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.

**Hipótesis de la investigación:** El análisis en base al cambio de geometría del diafragma mejora el cálculo de desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac.

**Hipótesis específicas:**

HE1: El diafragma con presencia de aberturas centrales aumenta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.

HE2: El diafragma con presencia de aberturas laterales aumenta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.

HE3: El aumento de espesor del diafragma disminuye los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.

## **II. MARCO TEÓRICO**

**Antecedentes:** Con lo que respecta a los antecedentes se hizo la búsqueda de información confiable tanto internacional como nacional, los cuales se detallan en los siguientes párrafos.

Vielma y Mulder (2015) el artículo tuvo como objetivo obtener y comparar los resultados de las cortantes basales de diseño, así también las derivas máximas de edificios bajos que poseen diafragmas con entrantes en Venezuela. Se realizó el análisis de siete edificios de concreto reforzado con sistema estructural aporticado, con distintas configuraciones en planta. Se llevó a cabo mediante el análisis modal espectral considerando la rigidez y flexibilidad del diafragma. Se obtuvo resultados de cortante basal de edificios con diafragma flexible que superan hasta en un 50% al cortante basal de los que fueron modelados con diafragma rígido, así también se encontró valores de derivas máximas de edificios con valores de derivas máximas de edificios con diafragma flexible que son inferiores a las derivas de los edificios con diafragmas rígidos. Los investigadores concluyen que no se justifica seguir analizando un edificio considerando la rigidez del diafragma únicamente por las consideraciones geométricas del diafragma según la normativa, por el contrario, se puede modelar considerando el diafragma como flexible y así lograr un comportamiento más cercano a la realidad.

Poveda (2014) la investigación se realizó en Bogotá-Colombia, estudia el efecto de la relación de aspecto largo/ancho de la losa de entrepiso en la aceleración de diseño sísmico de edificios con sistema estructural aporticado y de muros que portan carga o portantes, los cuales no presentan irregularidades. Se realizó el análisis estructural de una edificación de cinco niveles, considerando tres configuraciones en planta (1:1, 1:2 y 1.3). El procedimiento de análisis sísmico se efectuó mediante el método de fuerza horizontal equivalente (estático), análisis espectral (dinámico) y análisis cronológico (tiempo-historia). Se logró encontrar valores de incremento tanto en el nivel de flexibilidad y aceleración sísmica, debido a la relación de aspecto. El investigador concluye que, a mayor incremento de la relación de configuración en planta, existe importante variación en el comportamiento estructural.

Herrera, Saba, Mendoza, y Ugel (2016) el artículo estudia la vulnerabilidad y el comportamiento estructural de edificios con plantas irregulares ante un sismo,

considerando modelos con diafragmas rígido y flexible. El edificio estudiado consta de cinco pisos de concreto armado con sistema estructural aporticado con planta irregular (tipo H), características típicas del estado de Lara-Venezuela. Se aplicó la metodología de análisis no lineal-inelástico como el pushover adaptativo y el dinámico incremental. Se obtuvo variaciones considerables para ambos modelos respecto a curvas de comportamientos, valores de desplazamientos y esfuerzos de torsión. La investigación concluye que el modelo con diafragma rígido presenta un comportamiento estructural uniforme y el modelo con diafragma flexible obtiene un comportamiento con valores dispersos y elevados esfuerzos de torsión, confirmando el incremento de efectos torsionales en las entrantes.

Tena y Cortés (2009) la investigación realizada en México. Estudia la condición de rigidez o flexibilidad del diafragma, para utilizar el método simplificado en edificaciones de baja altura que cuentan con estructuras de muros de mampostería o albañilería confinada. La evaluación se hizo en una edificación de tres niveles con diferentes tipos de losas de entrepiso (losa con bloques de tecnopor o espuma de poliestireno que aligeran el peso, losa comprendida por viguetas y bovedillas de concreto y losa apoyada perimetralmente) y consta de tres diferentes configuraciones en planta (1:1, 1;1.5 y 1:2). Se efectuaron análisis elásticos mediante el método de elementos finitos utilizando el software SAP 2000. La investigación concluye que, para el tipo de edificaciones con la geometría del diafragma evaluada, se cumple la condición de diafragma rígido en los tres tipos de losas de entrepiso, por tanto, para fin práctico, se puede utilizar con seguridad el método simplificado, no obstante, cabe precisar que las losas aligeradas con bloques de tecnopor tienden a presentar diferente comportamiento y dependen del espesor del firme o la capa de compresión.

García y Shimabuku (2018) realizaron un estudio sobre la evaluación estructural de edificaciones con losa seccionada y no seccionada, considerando el diafragma como rígido y flexible con el fin de comparar su comportamiento. Se realizó el modelamiento de una edificación con sistema estructural dual de concreto armado con losa maciza, además se modelaron estructuras con variaciones de ancho-largo del diafragma, a su vez se aumentó la cantidad de pisos. El modelo se realizó usando el software ETABS, y el comportamiento estructural se determinó

realizando el procedimiento de análisis dinámico modal espectral según la norma técnica peruana E.030. Se encontró considerables variaciones de esfuerzos y desplazamientos en los diferentes modelos. Los investigadores concluyen que cuando existe mayor relación de ancho-largo del diafragma, la variabilidad de los esfuerzos se reduce, distinto a la variabilidad de los desplazamientos que por el contrario se incrementan, y debido a la variación de desplazamientos es importante controlar probables daños o riesgos que resulta al asumir un diafragma como rígido.

Tena y Abrams (1996) el artículo citado, estudia la influencia de la flexibilidad del piso en la respuesta sísmica de las estructuras de los edificios con diafragma flexible y rígido, las cuales se analizaron a través de una comparación de la respuesta sísmica en cada muestra; estación de bomberos de Gilroy, edificio de oficinas de Palo Alto y Hotel Tourraine. Se modeló la flexibilidad del suelo con resortes de traslación y rotación unidos a la base y la respuesta sísmica de cada uno de los edificios, fue examinado con respecto a aceleraciones laterales máximas, desplazamientos laterales máximos, efectos de torsión y periodos naturales. Los investigadores concluyen que la flexibilidad del diafragma aumenta, así como las aceleraciones del diafragma y de la pared de corte pueden aumentar en algunos casos. Los criterios de diseño basados en el comportamiento del diafragma rígido son no necesariamente conservadores para los sistemas de diafragma flexible y los efectos de torsión se pueden reducir considerablemente a medida que aumenta la flexibilidad del diafragma.

Hadianfard y Sedaghat (2013) el artículo tuvo como objetivo investigar la influencia de diafragmas de piso de viguetas de bloques de concreto flexible sobre el comportamiento de edificios de estructura de acero con marcos arriostrados. En esta investigación se tuvo como muestra edificios de forma rectangular de 3 y 5 pisos con las relaciones de extensión en planta 2:1, 3:1 y 5:1, del cual se aplicó dos procedimientos lineales (lineal estático y lineal dinámica) y dos procedimientos no lineales (estática no lineal y dinámica no lineal), para el análisis se utilizó el software de elementos finitos estructurales, SAP2000 para movimiento de suelo no lineal estático (empuje) y dinámico (tiempo-historia) análisis para cada estructura y los resultados de estos análisis se comparan con la respuesta de edificios similares con la asunción de diafragmas rígidos. Los investigadores concluyen que los

resultados estimados son sensibles al número de historias y la proporción de la extensión, por lo tanto, los edificios de acero arriostrado con viguetas de bloques de concreto de pisos y relaciones a 3:1, la flexibilidad del piso debe ser considerado en el análisis sísmico de la estructura.

Basu y Jain (2004) el artículo citado, estudia el análisis sísmico de edificios asimétricos con diafragma flexible de piso, teniendo como muestra un edificio de tres pisos con una relación del plano en planta (50x310m) con diafragmas de piso que no se analizan ni rígido ni completamente flexible para estudiar su respuesta torsional. El edificio se analiza mediante el programa SAP2000, el procedimiento del análisis fue propuesto considerando la respuesta final de la superposición de tres casos: el caso sin torsión, amplificación de la excentricidad estática y torsión accidental. Del cual los autores concluyen que el procedimiento propuesto asegura que la fuerza resultante del miembro es cercana a la del piso rígido a medida que aumenta la rigidez del diafragma del piso, de la misma forma los edificios desplazados horizontales constituyen una clase de estructuras que son particularmente propensos a la deformación y torsión del piso.

Ahmed y Wael (2016) el artículo estudia la influencia del acoplamiento diafragma – pared del piso en el rendimiento sísmico a nivel de un sistema asimétrico, edificio de bloques de hormigón armado, haciendo modelos analíticos de muros de cizallamiento de mampostería reforzada (RMSW), se tuvo edificio II y III, que se dividieron en dos categorías; la primera cae dentro del ámbito de los elementos finitos micro, meso o macromodelos, la segunda categoría, que está más orientada a diseñadores, adopta modelos mecanicistas simplificados para predecir las demandas de fuerza y desplazamientos del RMSW en diferentes respuestas (rendimiento y resistencia última). La investigación de las influencias de la rigidez fuera del plano del diafragma en la respuesta a nivel del sistema se realizó comparando los perfiles de ángulo de torsión, deformación y cobertura de la pared en edificios II y II, donde este estudio mostro que, su influencia en la respuesta RMSW no debería estar descuidado. Como tal, el modelo desarrollado se puede utilizar para cuantificar aproximadamente estas influencias, lo que resultaría en una predicción más precisa de la respuesta a nivel del sistema, y modos de falla de los componentes.

**Consideraciones generales:** La presente investigación está basada en la filosofía de diseño sismorresistente que tiene como objeto minimizar los daños de una edificación. Con el parámetro de desplazamiento lateral de entrepiso se controla dicha exigencia.

Desde 1970 las normas nacionales que exigen seguridad ante efectos sísmicos evolucionaron a consecuencia de una variedad de acontecimientos como el sismo ocurrido en Nazca en 1996, el sismo de Atico en 2001 y el sismo de Pisco en 2007, donde se obtuvieron desplazamientos laterales de los edificios que superaron los límites establecidos por la normativa.

Como concepto de edificio se entiende al proceso de edificación en un espacio de terreno cuyo objetivo es acoger a las personas en las diferentes actividades. Los principales elementos de un edificio aporricado como las columnas y vigas se idealizan como elementos unidimensionales, mientras que las losas de piso y muros son consideradas bidimensionales (Ottazzi, 2014).

**Cargas y distribución de cargas:** Los edificios y todos sus elementos estructurales deben ser capaces de resistir las diferentes fuerzas externas (estáticas y dinámicas) a las que está expuesta de acuerdo a su importancia o categoría.

Como carga se entiende a la “fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos” (Norma E.020, 2006, p. 1).

**Cargas de sismo (dinámica):** carga lateral que proviene de vibraciones del terreno generadas por acciones de sismo. “Estas cargas se traducen en fuerzas de inercia horizontales que imprimen a la estructura una deformación lateral y cuyos grados de libertad independientes importantes son los desplazamientos horizontales de los nudos” (Pique y Scaletti, 1991, p. 1).

**Carga muerta (estática):** “es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo” (Norma E.020, 2006, p. 1).

Un edificio debe soportar el peso real de los materiales que conforman su estructura, los cálculos están basados en pesos unitarios según la tabla 1.

**Tabla 1:**  
*Peso unitario de losas aligeradas*

<b>Losa armadas en una dirección</b>		
Peralte del aligerado (cm)	Espesor de la capa de compresión (cm)	Peso propio (kgf/m <sup>2</sup> )
17	5	280
20	5	300
25	5	350
30	5	420

Fuente: Adaptado de la Norma E.020 (2006)

**Carga viva (estática):** “es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación” (Norma E.020, 2006, p. 1).

**Carga viva del piso (estática):** de acuerdo a la ocupación o uso del edificio se considera los valores de sobrecarga o cargas vivas repartidas según la tabla 2.

**Tabla 2:**  
*Cargas vivas mínimas repartidas*

Ocupación o uso	Cargas repartidas (kgf/m <sup>2</sup> )
Almacén/Archivos	500
Servicios higiénicos	Max. 300
Pasillos y escaleras	400
Garajes	250
Hospitales: cuartos	200
Hoteles: habitaciones	200
Lugares de reunión: con asientos fijos	300
Lugares de reunión: con asientos móviles	400
Oficinas	250
Escenario de teatros	750
Tiendas	500
Viviendas	200

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Carga viva del techo (estática):** con respecto a la carga viva del techo para el análisis y diseño de edificios, la normativa nacional nos indica los valores mínimos de carga viva. “Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kg/m<sup>2</sup>) (Norma E.020, 2006, p. 2).

**Distribución de cargas:** “La distribución de las cargas verticales a los elementos de soporte se establecerá sobre la base de un método reconocido de análisis o de acuerdo a sus áreas tributarias” (Norma E020, 2006, p. 6).

(...) las cargas horizontales sobre la estructura son distribuidas a columnas, pórticos y muros por los sistemas de pisos y techo que actúan como diafragmas horizontales (...). Cuando la existencia de aberturas, la excesiva relación largo/ancho en las losas de piso o techo o la flexibilidad del sistema de piso o techo no permitan su comportamiento como diafragma rígido, la rigidez de cada columna y muro estructural tomará en cuenta las deflexiones adicionales. (Norma E.020, 2006, p. 6)

**Demanda sísmica:** Se entiende como demanda a la acción que introduce el movimiento sísmico a la edificación lo cual genera desplazamientos laterales. El cálculo de la demanda sísmica depende de diferentes factores como el peligro sísmico del sitio, la categoría o uso del edificio, sistema estructural, asimismo depende de los métodos de análisis para determinar el comportamiento estructural.

**Zonificación (Z):** El territorio peruano comprende cuatro zonas sísmicas. Las zonas están basadas en espacios geográficos de sismicidad, características generales de la vibración del sitio producto del sismo y la disipación de tales vibraciones producto de la distancia epicentral, asimismo está basada en información especializada (neotectónica) (Norma Técnica E.030, 2018).

Debido a los aspectos en los cuales se basa las zonas sísmicas, a cada una de ellas se le asigna un factor Z. “Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en un 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” (Norma Técnica E.030, 2018, pp. 4-5). La tabla 3 indica la asignación del factor Z a cada zona sísmica.

**Tabla 3:**  
*Factores de zona "Z"*

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

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018)

**Condiciones geotécnicas:** En relación a la zona sísmica donde se ubica un edificio, cabe precisar que las características y el comportamiento del terreno son de mucha importancia para cálculo del espectro de respuesta. La normativa nacional detalla los tipos de perfiles de suelo (factor de suelo "s") para el análisis sísmico de edificaciones.

(...), los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ), alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de  $\bar{N}_{60}$  los obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) para suelos cohesivos. (Norma Técnica E.030, 2018, p. 5)

La tabla 4 muestra un resumen de los valores para los diferentes perfiles de suelo.

**Tabla 4:**  
*Clasificación de los perfiles de suelo*

Perfil	$\bar{V}_s$ (m/s)	SPT $\bar{N}_{60}$ (golpes)	$\bar{S}_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
S <sub>0</sub> : rocas duras	> 1500	-	-
S <sub>1</sub> : suelos rígidos	500 a 1500	> 50	> 1.0
S <sub>2</sub> : suelos intermedios	180 a 500	15 a 50	0.5 a 1.0
S <sub>3</sub> : suelo blandos	< 180	< 15	0.25 a 0.5
S <sub>4</sub> : condiciones excepcionales	Definido por el EMS		

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Parámetros de sitio (S, TP y TL):** En base a las características geotécnicas o el comportamiento del terreno, "se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de

amplificación del suelo S y de los periodos  $T_P$  y  $T_L$ ” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 6). En cuanto a los parámetros de sitio, la tabla 5 y 6 muestra dichos valores.

**Tabla 5:**  
*Factor de suelo "S"*

Zona	Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018)

**Tabla 6:**  
*Periodos "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"*

Periodo	Perfil del suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018)

Donde:

T<sub>P</sub> : Periodo corto.

T<sub>L</sub> : Periodo largo.

**Factor de amplificación sísmica (C):** “Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 6). En relación con las características y parámetros de sitio, el coeficiente de amplificación sísmica (C) se determina mediante las siguientes expresiones.

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

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

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

Donde:

T: Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

**Categoría de las edificaciones (U):** La estructura de una edificación corresponde a una categoría, “la norma considera varios aspectos como la importancia del edificio para el funcionamiento del estado y para el manejo de emergencias, la cantidad de personas que podría albergar y hasta su importancia para la ciudad” (Muñoz, 2020, p. 19). La tabla 7 define el factor “U” para cada categoría.

**Tabla 7:**  
*Categorías de las edificaciones y factor "U"*

<b>Categoría de las edificaciones</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor U</b>
A: esenciales	A1. Edificaciones del sector salud que cuentan con aislamiento sísmico.	1,0
	A2. Edificaciones de instituciones del estado que no cuenten con aislamiento sísmico.	1,5
B: importantes	Edificaciones consideradas como lugares de asamblea.	1,3
C: comunes	Edificaciones para uso de viviendas, oficinas, hospedajes, restaurantes.	1,0
D: temporales	Construcciones no permanentes.	A criterio del proyectista

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Estimación del peso (P):** Los valores de peso de un edificio se obtienen mediante el cálculo de la carga muerta total de la edificación al 100% más un porcentaje de la carga viva de acuerdo a su categoría. Se toma un 50% de la carga viva en edificios de categoría A y B, un 25% de la carga viva en edificios de categoría C y un 25% de la carga viva en azoteas y techos en general (Norma Técnica E.030, 2018).

**Concepción y predimensionamiento de elementos estructurales:** Con respecto a la concepción estructural. Ottazzi (2014) indica, que todo proyecto estructural tiene un punto de partida, por lo que se refiere a que la estructuración debe ser técnica y económicamente posible, teniendo en cuenta la importancia de la forma general de la estructura, los materiales, sistema estructural, las cargas a las que estará expuesta la estructura.

Teniendo en cuenta las condiciones sísmicas de nuestro país. Blanco (1994) indica diferentes criterios y recomendaciones prácticas para el dimensionamiento

de los elementos estructurales principales de un edificio con estructura aporticada como son las losas de piso, vigas y columnas.

En el caso del peralte de las losas aligeradas según el autor mencionado se puede dimensionar tomando en consideración los criterios siguientes.

$h = 0.17\text{m}$ : para luces  $<4\text{m}$ .

$h = 0.20\text{m}$ : para luces  $>4\text{m}$ . y  $<5.5\text{m}$ .

$h = 0.25\text{m}$ : para luces  $>5\text{m}$ . y  $<6.5\text{m}$ .

$h = 0.30\text{m}$ : para luces  $>6\text{m}$ . y  $<7.5\text{m}$ .

ante dichos criterios cabe precisar que el “h” expresa el espesor total de la losa aligerada y por tanto incluye los 5cm de la capa de compresión y el espesor del ladrillo de techo, igualmente se precisa que el dimensionamiento anterior es válido para aligerados armados en una dirección y con sobrecargas normales que no excedan de  $350\text{ kg/cm}^2$ .

Para el predimensionamiento de vigas el autor mencionado indica que las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden de 1/10 a 1/12 de la luz libre, asimismo el ancho varía entre 0.3 a 0.5 del peralte, teniendo en consideración que las vigas deben tener un ancho mínimo de 25cm cuando éstas formen parte de pórticos o elementos sismorresistentes de estructuras de concreto armado.

Normalmente las vigas que son denominadas como secundarias son dimensionadas con menor peralte por el hecho de no cargar la losa de piso, sin embargo, teniendo en cuenta que las cargas de sismo en muchas ocasiones son más importantes que las cargas de gravedad, no se debe realizar esta forma práctica de reducción del peralte en dichas vigas puesto que, se pierde la rigidez lateral en esa dirección. Según Blanco (1994), “(...) el objetivo es estructurar considerando la rigidez lateral y resistencia en las dos direcciones de la edificación, y por tanto debe disponerse vigas peraltadas en las dos direcciones” (p. 40). En base a dicho criterio se muestra las dimensiones usuales de vigas.

Para Luz libre  $\leq 5.5\text{m}$ : 25x50, 30x50.

Para Luz libre  $\leq 6.5\text{m}$ : 25x60, 30x60, 40x60.

Para Luz libre  $\leq 7.5\text{m}$ : 25x70, 30x70, 40x70, 50x70.

Para Luz libre  $\leq 8.5\text{m}$ : 30x75, 40x75, 30x80, 40x80.

Para Luz libre  $\leq 9.5\text{m}$ : 30x85, 30x90, 40x85, 40x90.

Con respecto al predimensionamiento de columnas el autor mencionado indica que el dimensionamiento no es simple si se considera que existen las cargas de sismo y gravedad. Normalmente para edificios aporticados, los momentos producidos por la carga de sismo son siempre mayores a los de gravedad. Basado en dicho comentario es recomendado dimensionar las columnas de la siguiente manera.

Para edificios que cuenten con muros de corte en las dos direcciones, tal que la resistencia y la rigidez lateral estaran controladas principalmente por los muros de corte.

$$\text{Area de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'c} : \text{columnas centrales.}$$

$$\text{Area de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.35f'c} : \text{columnas exteriores o esquineras.}$$

Para edificios aporticados, las columnas se dimensionan mediante una estimación del momento producido por la carga del sismo. Según Blanco (1994), "(...) se requeriran columnas con un area fluctuante entre 1000 y 2000cm<sup>2</sup>, salvo que se tengan vigas con luces mayores a 7m" (p. 42). En base a lo indicado el autor recomienda que para este tipo de edificios se dispondrán columnas con las siguientes dimensiones.

Cuadradas: 35x35, 40x40, 45x45cm.

Rectangulares: 25x50, 30x60, 30x40, 30x50cm.

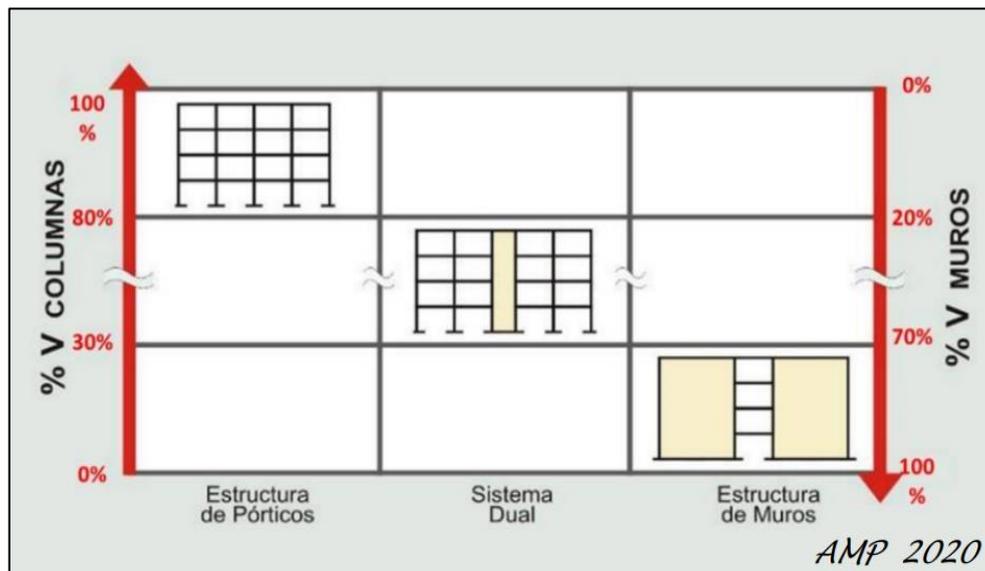
Circulares: 40, 50cm de diámetro.

Cabe precisar que se opta por las diferentes alternativas según las dimensiones cuadradas o rectangulares de los paños, considerando la importancia de ubicar columnas con suficiente peralte en las dos direcciones para una adecuada rigidez lateral del edificio.

**Sistemas estructurales:** La norma E.030 precisa diferentes sistemas estructurales de concreto armado con diferentes propósitos como para establecer el factor de reducción de fuerzas sísmicas (R), para especificar la distorsión o la

deriva de entrepiso admisible y para reconocer su uso en base a su importancia y la zona sísmica (Muñoz, 2020).

Con respecto a los edificios de concreto reforzado la norma nos precisa cuatro tipos de sistemas estructurales como son los pórticos, muros de corte, sistema dual y muros de ductilidad limitada (MDL). En la figura 1 se muestra los sistemas en concreto reforzado de acuerdo al porcentaje de fuerza cortante tomado por los muros y columnas.



**Figura 1:** Clasificación de los sistemas estructurales en concreto  
Fuente: Obtenido de Muñoz (2020)

La clasificación de los sistemas estructurales está basada en los materiales usados y el sistema de estructura resistente al sismo en cada dirección de análisis. La tabla 8 muestra el coeficiente básico de reducción  $R_0$  de acuerdo a los sistemas estructurales en concreto.

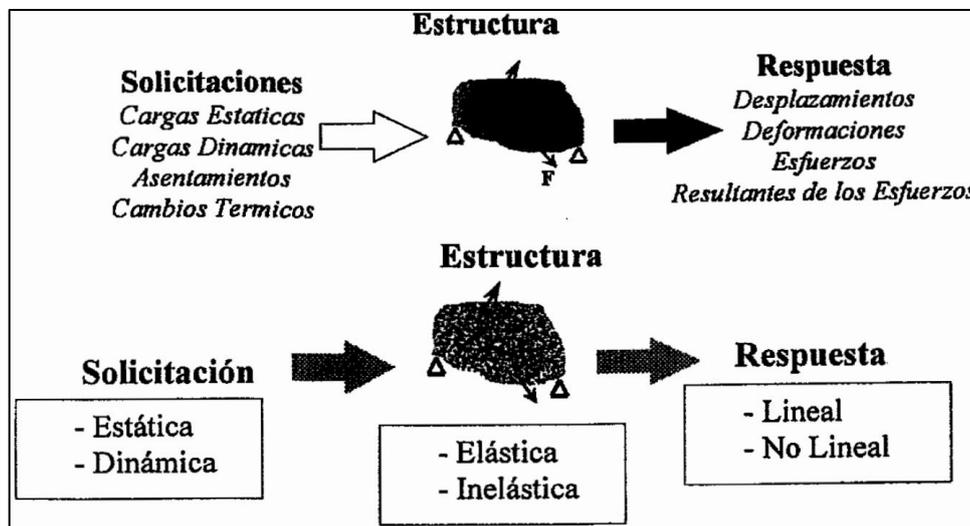
**Tabla 8:**  
*Sistemas estructurales y su coeficiente básico de reducción*

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción $R_0$
Pórticos	8
Pórticos + muros de corte	7
Muros de corte	6
Muros o placas de ductilidad limitada	4

**Fuente:** Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Análisis estructural:** Referente al análisis de estructuras. Pique y Scaletti (1991) lo definen de forma general como la respuesta o la determinación de los efectos que producen las diversas sollicitaciones en una estructura.

Como objetivo del análisis estructural. Ottazzi (2014) menciona que la finalidad es estudiar y determinar su comportamiento basado en deformaciones, desplazamientos, esfuerzos internos, etc., ya sea elástica o inelástica tanto en el campo lineal o no lineal, frente a diferentes fuerzas consideradas como externas que pertenecen a la naturaleza, como son las cargas estáticas (peso propio y sobrecarga) y cargas dinámicas (sismo y viento), es decir el análisis estructural es un medio cuyo fin es el diseño estructural. La figura 2 expresa lo mencionado.



**Figura 2:** Comportamiento de la estructura frente a sollicitaciones  
Fuente: Ottazzi (2014)

### Requerimientos y restricciones para el análisis sísmico:

**Tabla 9:**

*Requerimiento de sistema estructural en edificios de C° A°*

Categoría del edificio	Zona	Sistema estructural requerido
A1	4 y 3	Cualquier sistema estructural con aislamiento sísm.
	2 y 1	Sistema mixto, muros de corte
A2	4, 3 y 2	Sistema mixto, muros de corte
	1	Cualquier sistema estructural
B	4, 3 y 2	Pórticos, sistema mixto, muros de corte
	1	Cualquier sistema estructural
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema estructural

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Tabla 10:**  
*Restricciones de irregularidad en edificios*

Categoría del edificio	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se aceptan irregularidades
	1	No se aceptan irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se aceptan irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se aceptan irregularidades extremas
	2	No se aceptan irregularidades extremas excepto en
	1	Sin restricciones

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018)

**Análisis sísmico - estático:** Según la normativa denominado también como análisis de fuerzas estáticas correspondientes o equivalentes. “este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 9).

La norma indica que mediante este método o procedimiento se pueden analizar todas las edificaciones ubicadas geográficamente en la zona sísmica  $Z_1$ . Asimismo, se puede emplear este procedimiento en las demás zonas sísmicas solo para las edificaciones que estén clasificadas como regulares según la norma de diseño sismorresistente, pero que cuenten con una altura menor a 30 metros. Este método también se puede utilizar en edificaciones con muros portantes de concreto reforzado o armado y albañilería (confinada o armada) que cuenten con una altura menor a 15 metros, aun siendo clasificados como irregulares (Norma Técnica E.030, 2018).

De acuerdo a la dirección de análisis que se considere la norma nos proporciona la siguiente fórmula para determinar el cortante total en la base de la estructura.

$$V = \frac{ZxUxCxS}{R} x P$$

**Análisis sísmico - dinámico modal espectral:** La norma E.030 indica que, mediante este método de análisis dinámico por combinación (modal o modos de vibración), se puede analizar y diseñar cualquier tipo de estructura. “los modos de

vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 10).

A su vez la normativa nos indica que para cada dirección de análisis. “(...) se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 10). De donde se infiere que, por medio de criterios de combinación como la CQC (combinación cuadrática completa), se puede lograr valores de comportamiento estructural máximo (deformaciones, desplazamientos, fuerzas internas, etc.).

Para cada dirección horizontal de análisis la norma nos proporciona la siguiente fórmula de aceleración espectral basada en espectros inelásticos de pseudo-aceleraciones.

$$S_a = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} x g$$

Actualmente el análisis modal está inmerso en diferentes campos de la ingeniería. El análisis modal numérico y el modal experimental son pilares de la ingeniería estructural (Céspedes, 2019).

Mediante el uso de combinación cuadrática completa (CQC) de los valores obtenidos de cada modo de vibración la normativa indica que se puede determinar “la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ )” (Norma Técnica E.030, 2018, p. 10).

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde:

$r$  = respuestas modales, desplazamientos o fuerzas.

Los coeficientes de correlación se obtienen mediante la siguiente expresión.

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2}$$

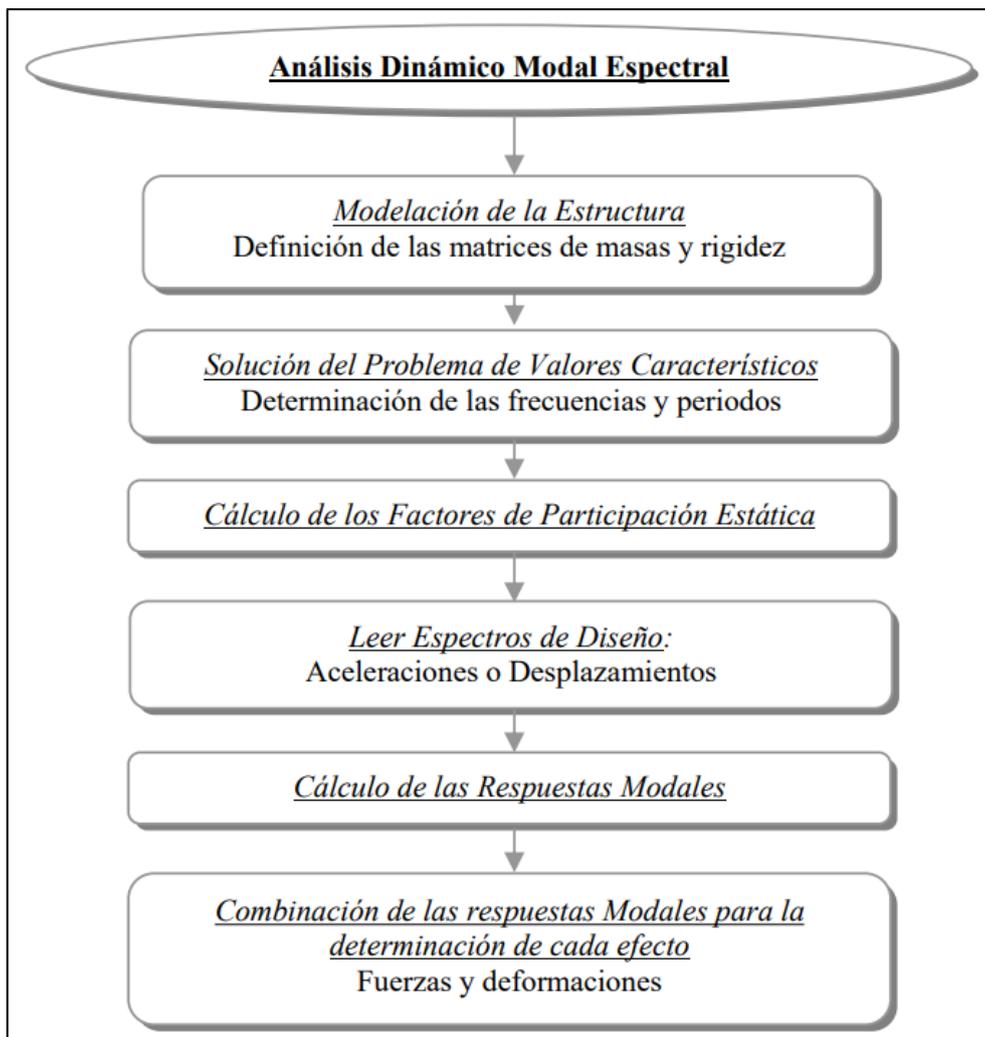
$$\lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

Donde:

$\beta$  = fracción de amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05.

$\omega_i, \omega_j$  = frecuencias angulares de los modos i, j.

En forma resumida, el esquema de pasos para del análisis modal espectral es de la siguiente manera.



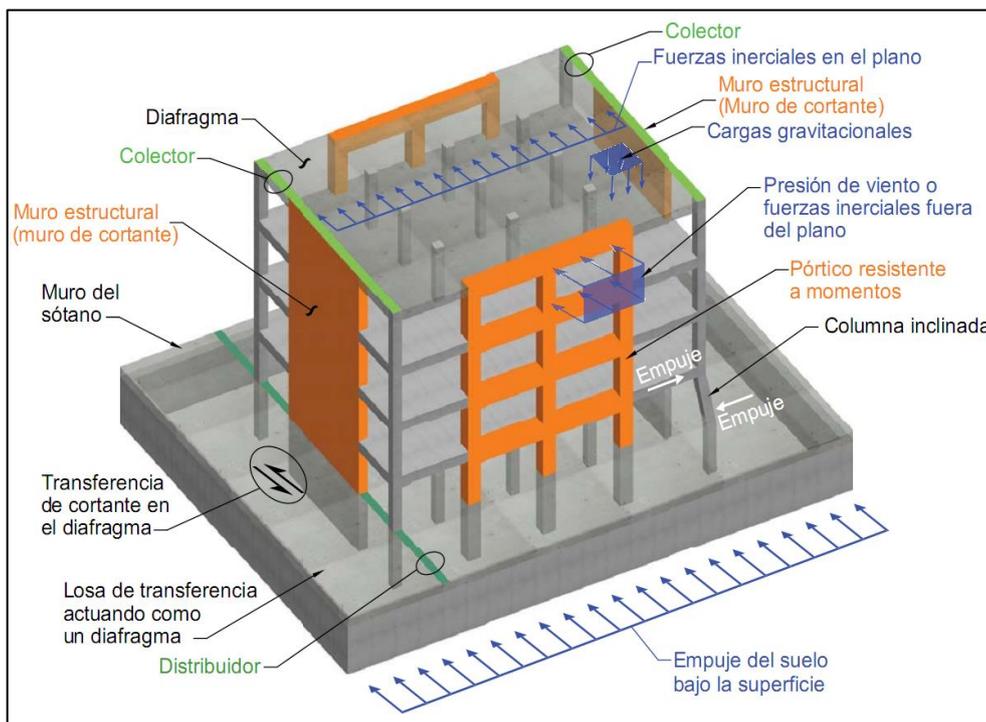
**Figura 3:** Esquema de análisis dinámico modal espectral  
Fuente: Pique y Scaletti (1991)

**Diafragmas horizontales:** Se entiende por diafragmas a las losas de entrepiso y son las encargadas de transmitir las cargas laterales o cargas de sismo

a los elementos estructurales verticales portantes, de manera que la estructura de una edificación tenga un comportamiento unitario.

Normalmente, los diafragmas son elementos planos horizontales o casi horizontales que sirven para transferir fuerzas laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia ante fuerzas laterales (...). Los diafragmas también amarran los elementos de la edificación entre sí conformando un sistema tridimensional completo y dan apoyo lateral a esos elementos conectándolos al sistema de resistencia ante fuerzas laterales. En general, los diafragmas también si (Tena & Abrams, Seismic behavior of structures with flexible diaphragms, 1996; Hadianfard & Sedaghat, 2013) rven como losas de piso y de techo, o soportan cargas gravitacionales. (ACI 318S-19, 2019, p. 181)

La figura 4 expresa las acciones en el diafragma.



**Figura 4:** Acciones típicas en el diafragma  
Fuente: ACI 318S-19 (2019)

**Desplazamientos laterales:** Distorsión o deformación lateral respecto al eje vertical correspondiente a cada modo de vibración del edificio, producido por la carga sísmica (Pique y Scaletti, 1991).

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. (Norma Técnica E.030, 2018, p. 11)

Los desplazamientos laterales relativos entre la altura de entrepiso se controla de acuerdo a la tabla 11.

**Tabla 11:**  
*Desplazamientos laterales relativos admisibles*

<b>Límites para la distorsión del entrepiso</b>	
Material predominante	$(\Delta_i/h_{ei})$
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Muros o placas de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Adaptado de la Norma Técnica E.030 (2018).

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo, alcance y diseño de la investigación

Enfoque de la investigación: **Cuantitativo**; la investigación está orientada a la medición del fenómeno, en base a un plan secuencial para probar el conocimiento existente, asimismo la hipótesis, considerando manipular una variable adecuadamente delimitada y medir su efecto en la variable contemplada como dependiente, los resultados se miden mediante valores numéricos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

Tipo de la investigación: **Aplicada**; la investigación aplica la teoría y conocimientos ya establecidos en la práctica, razón por la cual se produce información sobre la realidad problemática, así pues, consolida el conocimiento ya existente del área estudiada, por tanto, se da solución a los problemas existentes de resultados incompatibles de desplazamientos laterales de un edificio, que provienen de un análisis estructural sin considerar la vital importancia de la configuración geométrica del diafragma (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

Alcance de la investigación: **Descriptivo – Explicativo**; la presente investigación por una parte precisa y describe los conceptos del problema planteado, lo que permite especificar y medir las variables. Por lo tanto, hace posible que el desarrollo de la investigación se enfoque en explicar la relación de causalidad de la variable independiente “análisis con diafragma de geometría variable” y la variable dependiente “desplazamientos laterales” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

Diseño de la investigación: **Experimental – Cuasi experimental**; la investigación incluye un experimento donde se tiene un grupo denominado unidades control y un grupo denominado unidades de experimento. El estudio aplica una condición experimental a la variable independiente y verifica el efecto sobre la variable dependiente (Aceituno, Silva y Cruz, 2020).

### 3.2. Variables y operacionalización

**a). Variable independiente:** La variable “análisis con diafragma de geometría variable” es manipulada de manera intencional.

**b). Variable dependiente:** “Desplazamientos laterales”, es medida.

**Tabla 12:***Operacionalización de la variable independiente*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida
Análisis con diafragma de geometría variable	El análisis estructural consiste en estudiar el comportamiento de la estructura, además determinar los efectos que producen las cargas o solicitaciones a las que está expuesta (Pique y Scaletti, 1991)	El comportamiento estructural, será el resultante del análisis sísmico considerando la variación de espesor, configuración en planta e inserción de aberturas, medidos en base a los parámetros de la norma E.030 del RNE	Configuración de planta	Largo	m
				Ancho	m
			Espesor	Peralte	cm
				Capa de compresión	cm
			Aberturas centrales	Aberturas $\geq 50\%$	m <sup>2</sup>
				Aberturas $\leq 50\%$	m <sup>2</sup>
Aberturas laterales	Aberturas $\geq 20\%$	m <sup>2</sup>			
	Aberturas $\leq 20\%$	m <sup>2</sup>			

Fuente: elaboración propia

**Tabla 13:***Operacionalización de la variable dependiente*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medida
Desplazamientos laterales	Distorsión o deformación lateral respecto al eje vertical correspondiente a cada modo de vibración del edificio, producido por la carga sísmica (Pique y Scaletti, 1991)	La demanda que introduce el movimiento sísmico a la edificación genera los desplazamientos laterales, por lo cual serán medidos en base a la norma E.030 del RNE.	Desplazamiento permisible	Distorsión $\geq 0.007$	mm
				Distorsión $\leq 0.007$	mm
				Factor zona	Ad.
				Factor uso	Ad.
				Factor de amplificación sísmica	Ad.
				Tipo de suelo	Ad.
		Aceleración de la gravedad	m/s <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### Población

La población estudiada se define no por el número de edificaciones, sino por características de material y sistema estructural adoptado, ubicados en Andahuaylas, Apurímac-Perú.

En investigaciones de enfoque cuantitativo con diseño experimental es poco posible medir a toda la población, por ello se define a la población considerando los criterios tanto de exclusión como de inclusión, teniendo en cuenta la norma E.030 del RNE.

**a). Criterio de exclusión:** la investigación excluye a las edificaciones de categoría esencial (A) e importante (B), asimismo a edificaciones con estructuras de acero, albañilería, madera y tierra, del mismo modo se excluye a edificaciones de concreto reforzado o armado con sistema estructural de muros de corte, sistema dual, así como sistemas estructurales donde se usen muros o placas de ductilidad limitada (MDL).

**b). Criterio de inclusión:** la investigación incluye a las edificaciones de categoría común (C), con estructuras aporticadas de concreto armado, así el estudio se centre en edificaciones que son de uso para oficinas.

#### Muestra

De los criterios de exclusión e inclusión considerados propios de la población, se estudia a nueve edificios de uso común con estructuras aporticadas de concreto armado que cuentan con la condición de diafragma rígido y flexible, asimismo poseen diferentes configuraciones en planta y diferentes espesores del diafragma.

#### Muestreo

El muestreo es **no probabilístico**, debido a que la probabilidad no influye en la selección de los elementos a estudiar, por el contrario, es dirigida a juicio del investigador y depende del contexto y las características de la investigación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019). El valor de la muestra en estudio se centra

en que las unidades de análisis son examinadas a fondo, lo que nos permite determinar el comportamiento de las variables.

### **Unidad de análisis**

Las unidades de análisis que se seleccionaron para el estudio, de los cuales se extrae la información y se recolecta los datos, son edificios de 5 niveles de uso para oficinas que tienen la condición de diafragma rígido y flexible, con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3, cada una de ellas poseen 3 características de geometría (Regular, abertura central, abertura lateral), asimismo cuentan con diferentes espesores de la capa de compresión del diafragma (5cm, 7.5cm, 10cm).

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

#### **Técnicas**

**a). Observación:** técnica que facilita la recopilación de datos del estudio, el cual consiste en registrar sistemáticamente el comportamiento observable de las variables y seleccionar los valores resultantes para plasmarlos en formatos de confianza.

**b). Recopilación o análisis documental:** la recolección de datos de esta técnica, está basada a la obtención de información de las diferentes fuentes literarias válidas y de carácter científico, puesto que se revisa la normativa y recomendaciones del RNE (E.020, E.30, E.060, E.070), en donde se especifica los parámetros y procesos a tomar en cuenta en un análisis sísmico.

#### **Instrumentos**

Esta investigación considera el análisis de estructuras realizados con la ayuda de instrumentos electrónicos o máquina digital (computadora), esto conlleva a que se use un software especializado, el cual garantiza el éxito del estudio. Los softwares utilizados son los siguientes.

- ETABS v.18
- Microsoft Excel 2016

#### **Validez de instrumento**

El software ETABS es de uso tanto para el análisis como para el diseño de edificaciones, desarrollado por la compañía Computers and Structures, Inc. (CSI), con presencia de más de cuatro décadas en el mercado, es líder fundador de programas asistidos por computadora en el campo de la ingeniería estructural y sísmica, ETABS es un software usado por miles de profesionales en más de 160 países, para los proyectos estructurales como es el caso del Burj Khalifa en Dubai (CSI CARIBE, s.f.)

### 3.5. Procedimientos

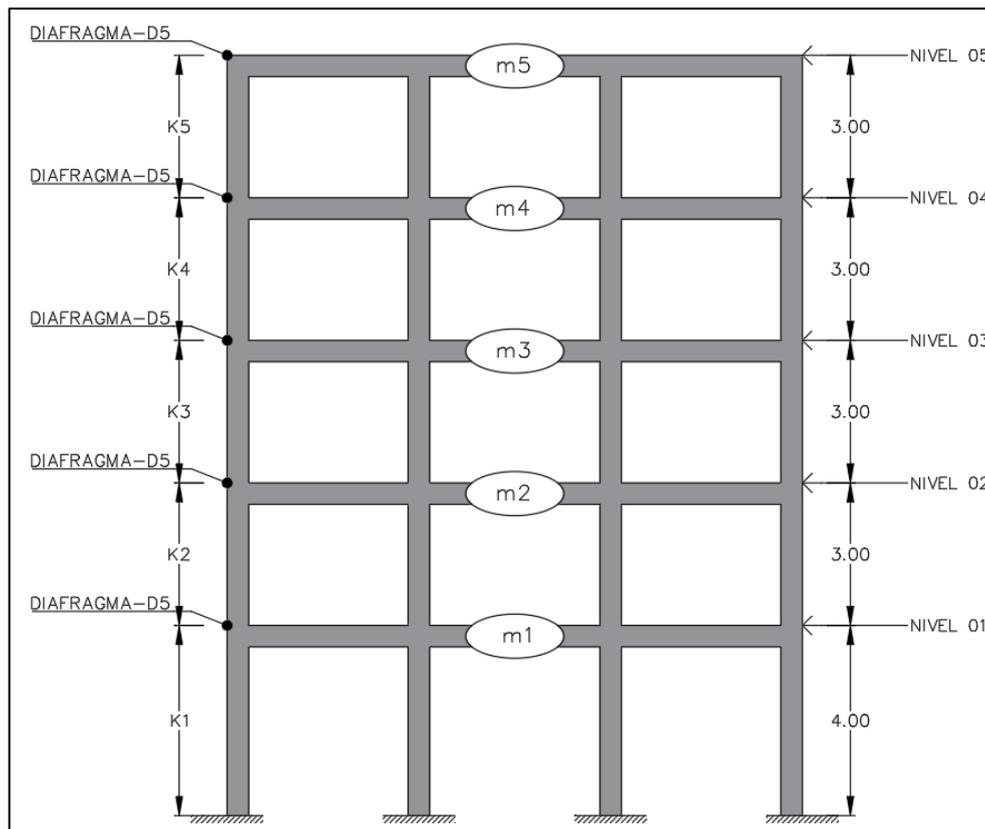
#### Descripción geométrica de los edificios

Para la realización de esta investigación se consideró a edificios de uso común (oficinas) con sistema estructural aporticado de concreto armado. En este apartado se detallan las características geométricas, configuraciones en planta y elevación de los edificios estudiados.

**Tabla 14:**  
*Características geométricas de los edificios*

Edificio tipo	Configuración en planta	N° de pisos	Altura total (m)	Área techada (m <sup>2</sup> )	Geometría del diafragma
I	1:1 (12mx12m)	5	16	144	Regular
IA	1:1 (12mx12m)	5	16	128	Abertura central
IB	1:1 (12mx12m)	5	16	128	Abertura lateral
II	1:2 (12mx24m)	5	16	288	Regular
IIA	1:2 (12mx24m)	5	16	256	Abertura central
IIB	1.2 (12mx24m)	5	16	256	Abertura lateral
III	1:3 (12mx36m)	5	16	432	Regular
IIIA	1:3 (12mx36m)	5	16	384	Abertura central
IIIB	1:3 (12mx36m)	5	16	384	Abertura lateral

Fuente: Elaboración propia

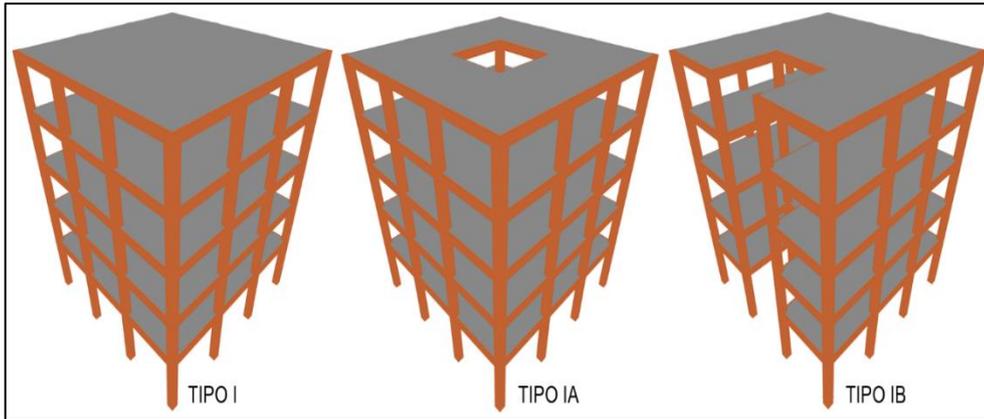


**Figura 5:** Elevación frontal típico  
Fuente: Elaboración propia

Las características geométricas de los edificios según la tabla 14 cuenta con diferentes configuraciones en planta, asimismo presenta variaciones en la geometría del diafragma. Según la figura 5 los edificios presentan una elevación típica.

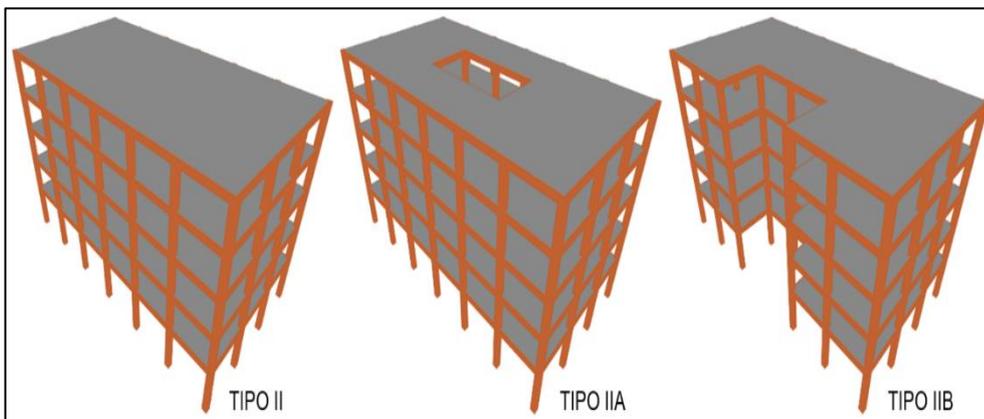
Las vistas en 3D de los diferentes tipos de edificios estudiados se pueden apreciar en las siguientes figuras con la descripción a mayor detalle de las características geométricas en planta ya que en elevación todos los edificios tienen 5 niveles con una altura de 4m en el primer piso y una altura típica de 3m en los pisos superiores.

La figura 6 muestra el grupo de edificios con configuración en planta 1:1, dicha configuración consta de 3 paños de 4m cada uno en ambas direcciones (12m x 12m). El edificio tipo I cuenta con una geometría del diafragma regular, el edificio tipo IA presenta una abertura central en el diafragma (4m x 4m) y el edificio tipo IB presenta una abertura lateral en el diafragma (4m x 4m).



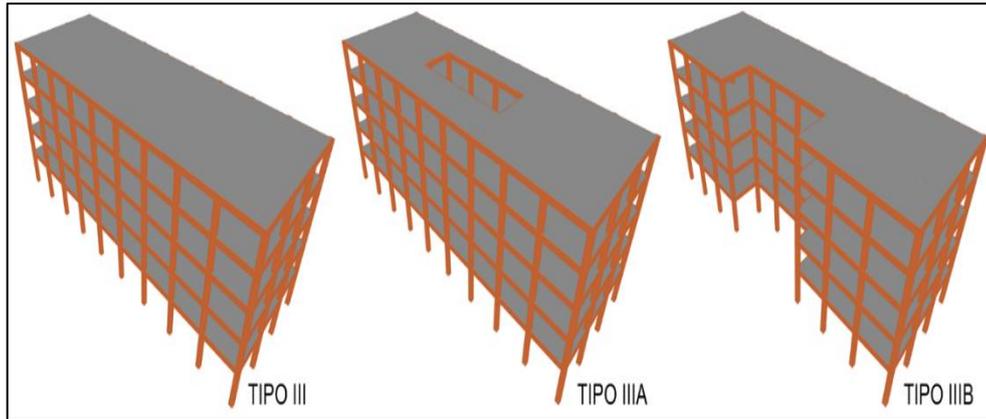
**Figura 6:** Edificio con configuración en planta 1:1  
 Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra el grupo de edificios con configuración en planta 1:2, dicha configuración consta de 3 paños de 4m cada uno en la dirección X y 6 paños de 4m cada uno en la dirección Y (12m x 24m). El edificio tipo II cuenta con una geometría del diafragma regular, el edificio tipo IIA presenta una abertura central en el diafragma (4m x 8m) y el edificio tipo IIB presenta una abertura lateral en el diafragma (4m x 8m).



**Figura 7:** Edificio con configuración en planta 1:2  
 Fuente: Elaboración propia

La figura 8 muestra el grupo de edificios con configuración en planta 1:3, dicha configuración consta de 3 paños de 4m cada uno en la dirección X y 9 paños de 4m cada uno en la dirección Y (12m x 36m). El edificio tipo III cuenta con una geometría del diafragma regular, el edificio tipo IIIA presenta una abertura central en el diafragma (4m x 12m) y el edificio tipo IIIB presenta una abertura lateral en el diafragma (4m x 12m).



**Figura 8:** Edificio con configuración en planta 1:3  
 Fuente: Elaboración propia

### Estructuración y predimensionamiento

Teniendo en cuenta las condiciones sísmicas de nuestro país, en este apartado se detalla las características de la estructura y dimensiones de los elementos que lo conforman.

Ambas direcciones de la estructura están conformadas por pórticos de concreto armado.

Tomando en consideración la importancia del diafragma en la distribución de las cargas laterales, por efectos de obtener valores que representen a las edificaciones propios de la zona, estará conformada por losas aligeradas en una dirección (Y), compuesto por poliestireno expandido (tecnopor).

(Blanco, 1994) según a su criterio plantea diferentes opciones de dimensiones para elementos como las losas de piso, vigas y columnas que forman parte de la estructura de un edificio aporricado. En la tabla siguiente se detalla dichas dimensiones.

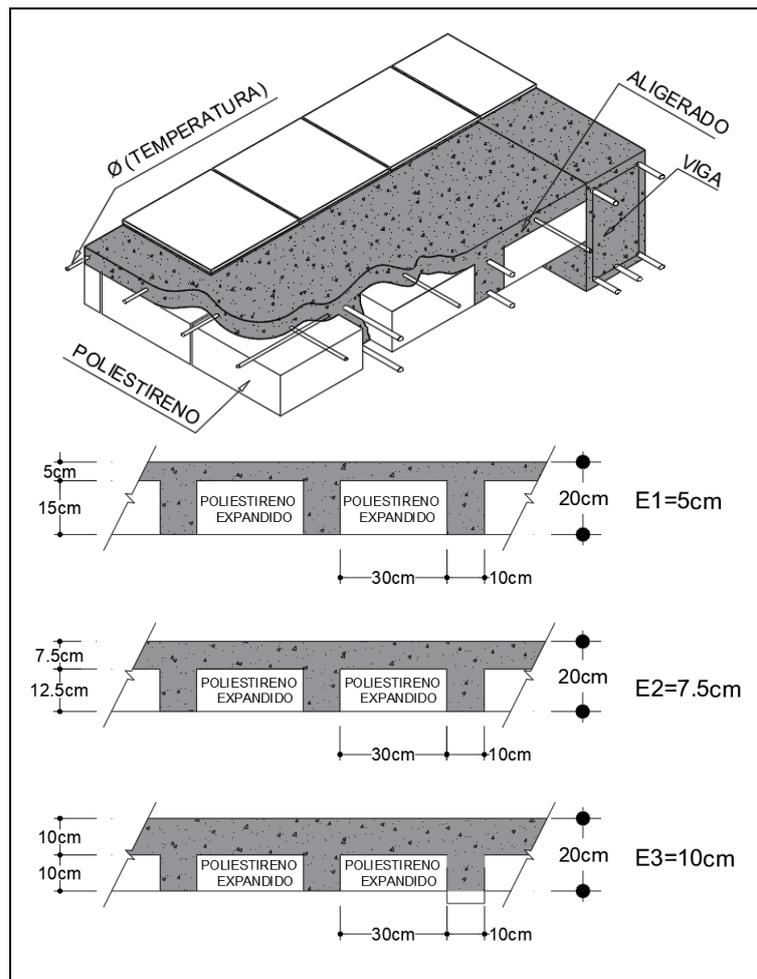
**Tabla 15:**  
*Dimensiones de elementos estructurales*

Elemento estructural	B (cm)	H (cm)	Dirección
Losa aligerada	-	20	Y-Y
Vigas	25	45	X-X; Y-Y
Columnas	45 x 45		X-X; Y-Y

Fuente: Elaboración propia

## Modelamiento estructural.

Para el análisis de los datos, se procede a modelar los edificios planteados con las diferentes configuraciones en planta utilizando el software ETABS v.18 en su versión académica. Con el objetivo de comparar resultados se realizó el modelamiento de los edificios con la condición de diafragma rígido y flexible aplicando el método de elementos finitos, para la losa se utilizó el modelado tipo “Membrane”. Cabe precisar que, el diafragma se modeló con diferentes espesores de la capa de compresión como es 5cm, 7.5cm y 10cm que están representados respectivamente por E1, E2 y E3, El peralte total de la losa aligerada en todos los casos es de 20cm y está conformada por viguetas y bloques de poliestireno expandido (tecnopor) tal como se muestra en la figura 9. Las columnas son de una sola sección para todos los casos y las vigas cuentan con secciones idénticas en ambas direcciones, ambos se definieron como elementos tipo “frame”.



**Figura 9:** Espesores de la capa de compresión del diafragma estudiados  
Fuente: Elaboración propia

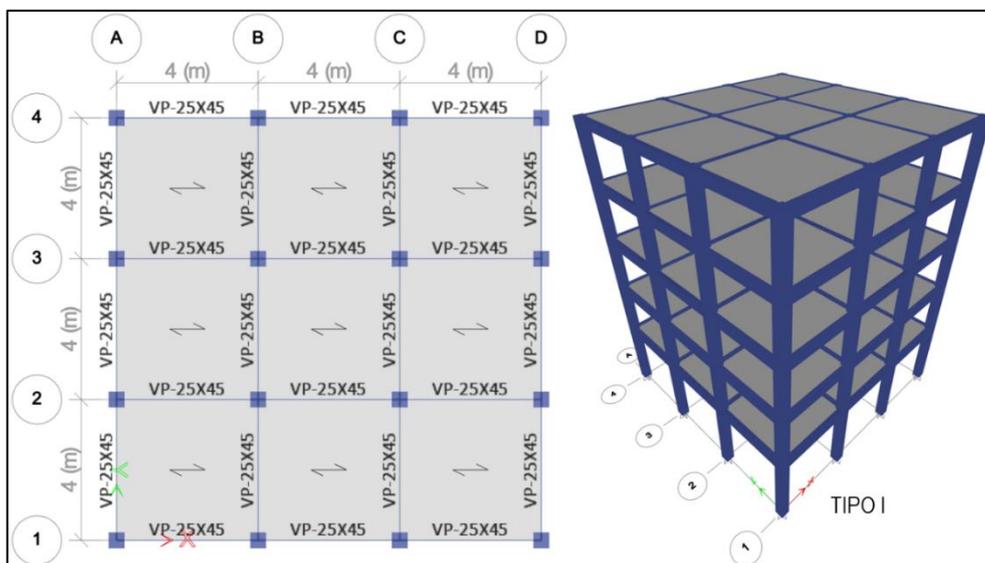
En la siguiente tabla se detalla las características de los materiales que se utilizaron en el modelamiento estructural.

**Tabla 16:**  
*Características de los materiales*

Material	Descripción	Característica
Concreto	Resistencia a la compresión	$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Concreto	Peso específico	$2400 \text{ kg/cm}^2$
Concreto	Módulo de elasticidad	$E_c=1500\sqrt{f'c}$
Concreto	Relación de poisson	$u=0.15$
Acero de refuerzo	Fluencia	$F'y=4200\text{kg/cm}^2$
Acero de refuerzo	Peso específico	$7.8\text{tn/m}^3$
Acero de refuerzo	Módulo de elasticidad	$E_s=2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

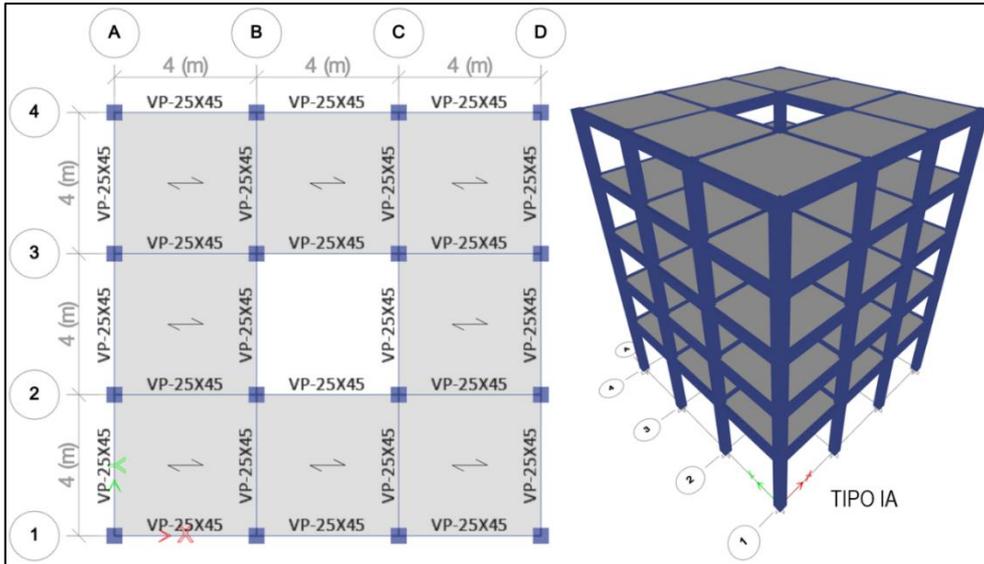
Fuente: Elaboración propia

La figura 10 muestra el modelo estructural en planta y 3D del edificio tipo I, la losa aligerada unidireccional fue modelada considerando viguetas en la dirección X-X, asimismo cuenta con geometría del diafragma regular en todos los niveles.



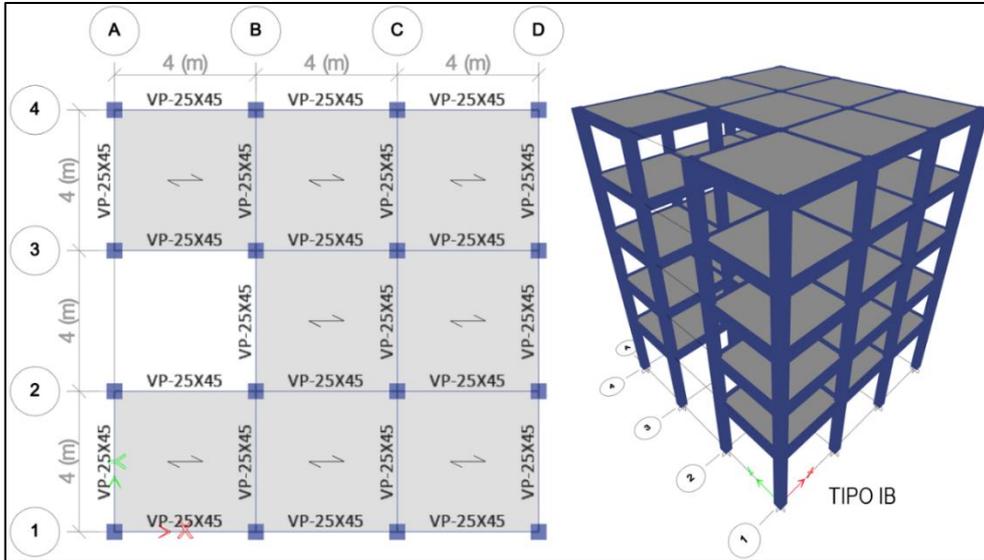
**Figura 10:** Modelo estructural edificio tipo I  
Fuente: Elaboración propia

La figura 11 muestra el modelo estructural en planta y 3D del edificio tipo IA, en este modelo el diafragma presenta una abertura central en todos los niveles, asimismo la losa aligerada fue modelada considerando viguetas en X-X.



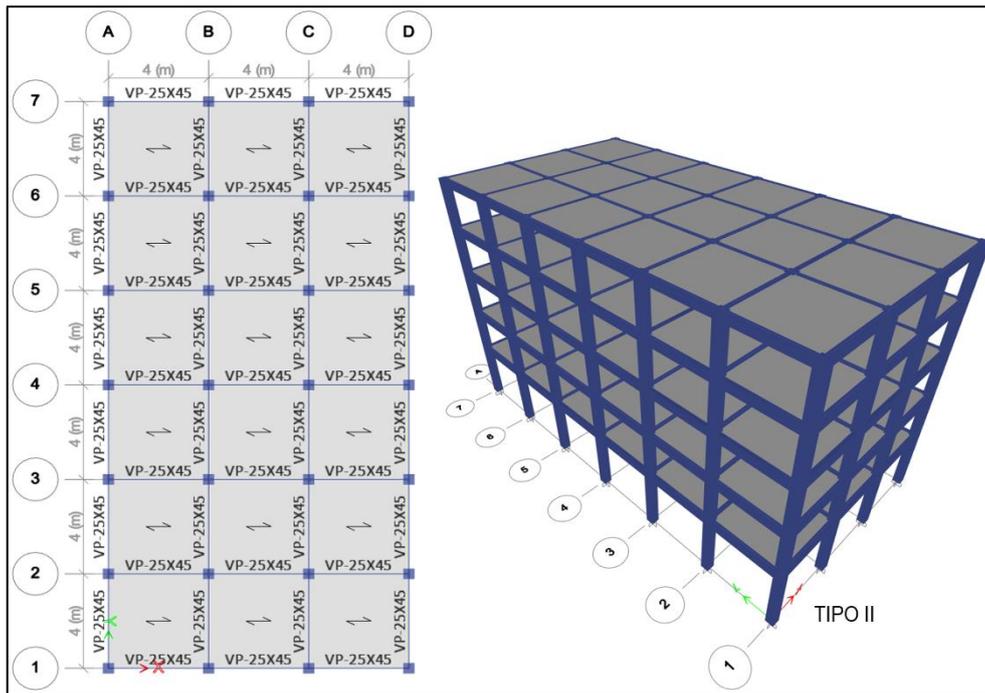
**Figura 11:** Modelo estructural edificio tipo IA  
 Fuente: Elaboración propia

La figura 12 muestra el modelo estructural en planta y 3D del edificio tipo IB, en este modelo el diafragma presenta una abertura lateral en todos los niveles y las vigas perimetrales son interrumpidas. La losa aligerada fue modelada considerando viguetas en la dirección X-X.



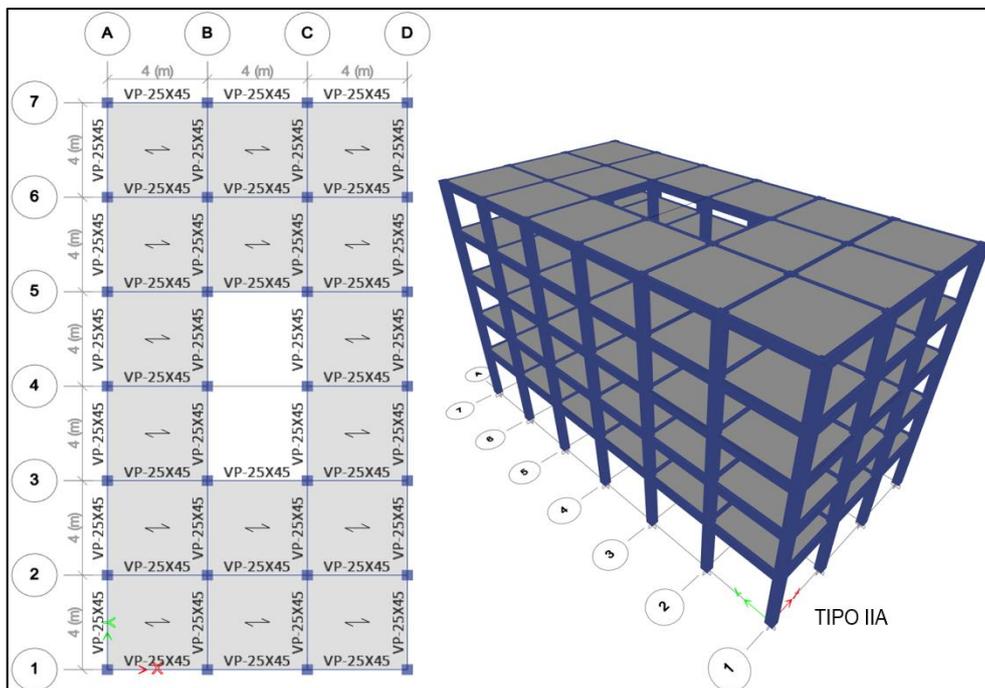
**Figura 12:** Modelo estructural edificio tipo IB  
 Fuente: Elaboración propia

La figura 13 muestra el modelo estructural en planta y 3D del edificio tipo II, en este modelo el diafragma tiene una geometría regular en todos los niveles. La losa aligerada se modeló considerando viguetas en la dirección X-X.



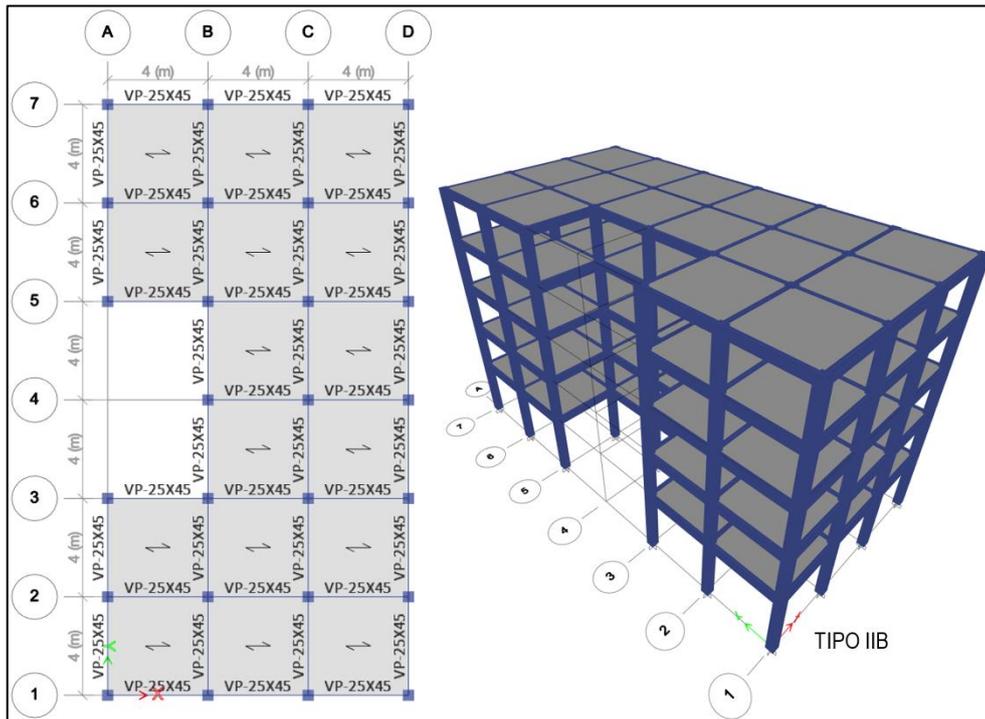
**Figura 13:** Modelo estructural edificio tipo II  
 Fuente: Elaboración propia

La figura 14 muestra el modelo estructural del edificio tipo IIA, este modelo presenta al diafragma con una abertura central en todos los niveles, asimismo se elimina la viga ubicada en el eje 4 entre los ejes B-C . La losa aligerada cuenta con viguetas en la dirección X-X.



**Figura 14:** Modelo estructural edificio tipo IIA  
 Fuente: Elaboración propia

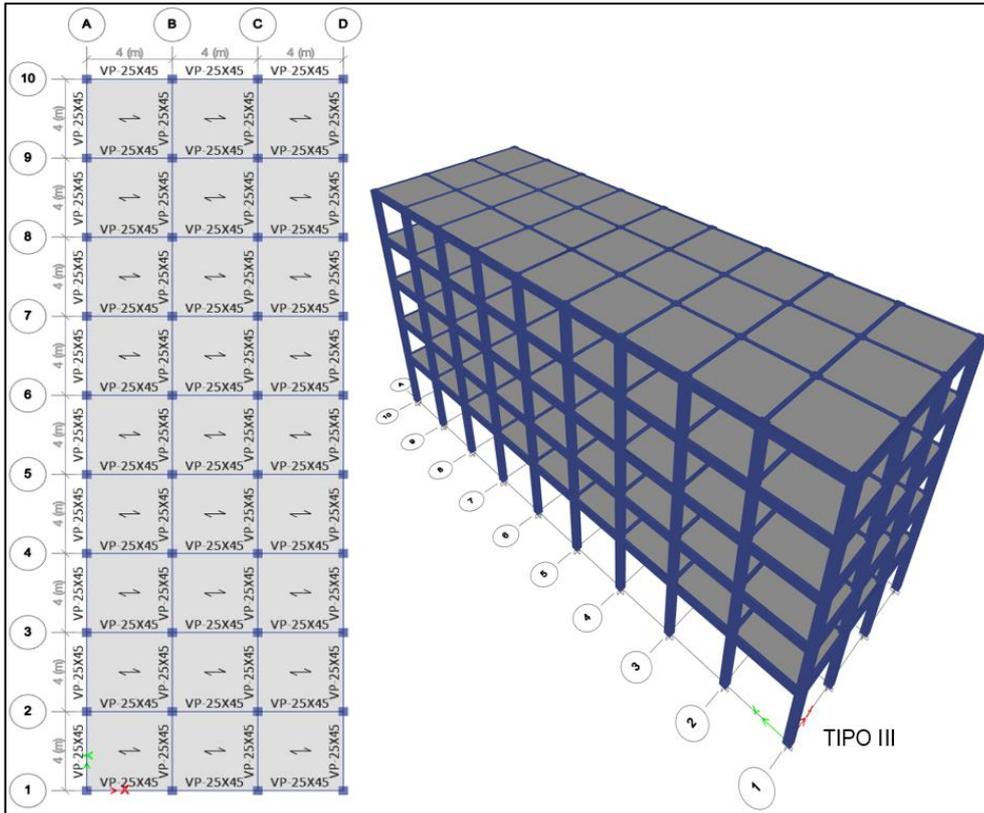
La figura 15 muestra el modelo estructural en planta y 3D del edificio tipo IIB, en este modelo el diafragma presenta una abertura lateral en todos los niveles y las vigas perimetrales son interrumpidas, de la misma forma se elimina la viga ubicada en el eje 4 entre los ejes A-B, asimismo la columna ubicada entre los ejes A y 4 es eliminada ya que al estar aislada no forma parte de la estructura. La losa aligerada se modeló considerando las viguetas en la dirección X-X.



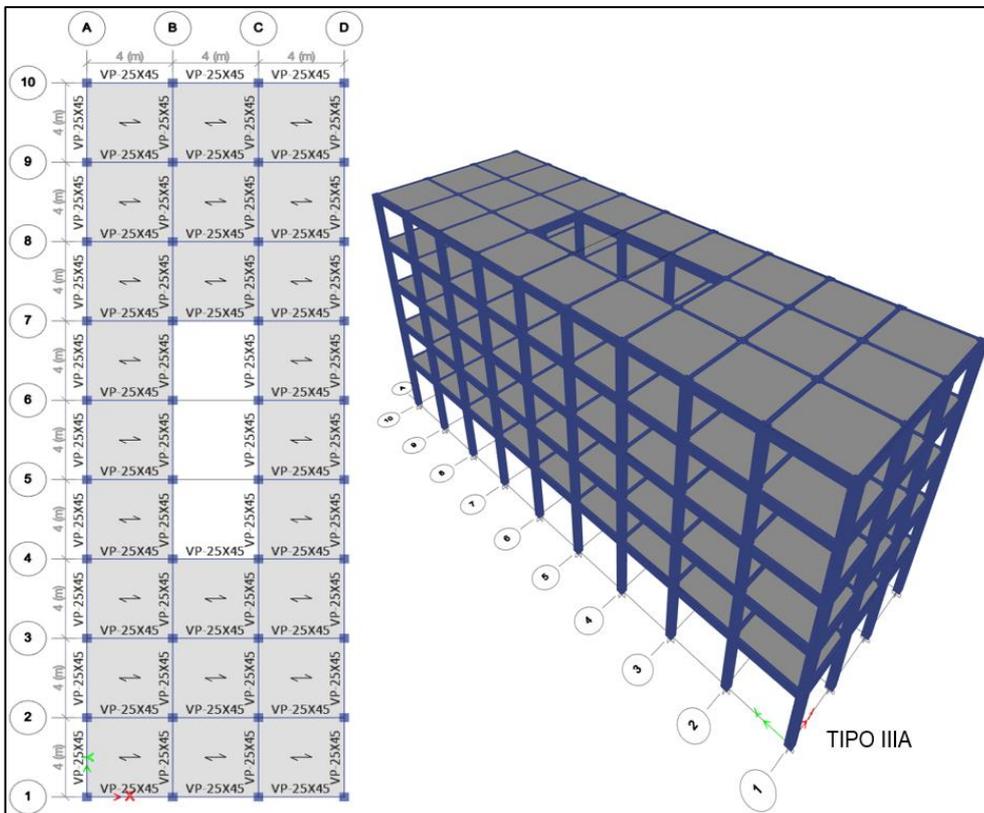
**Figura 15:** Modelo estructural edificio tipo IIB  
Fuente: elaboración propia

La figura 16, 17 y 18 muestra el modelo estructural del edificio tipo III, IIIA y IIIB respectivamente. En el modelo del edificio tipo III la geometría del diafragma no presenta aberturas. En el modelo del edificio tipo IIIA el diafragma presenta una abertura central en todos los niveles y las vigas ubicadas en los ejes 5 y 6 entre los ejes B-C fueron eliminadas. El modelo del edificio tipo IIIB presenta una geometría del diafragma con abertura lateral en todos los niveles y las vigas perimetrales son interrumpidas, del mismo modo las vigas ubicadas en los ejes 5 y 6 entre los ejes A-B fueron eliminadas, asimismo las columnas ubicadas en el eje A entre los ejes 5-6 no fueron consideradas por estar aisladas a la estructura.

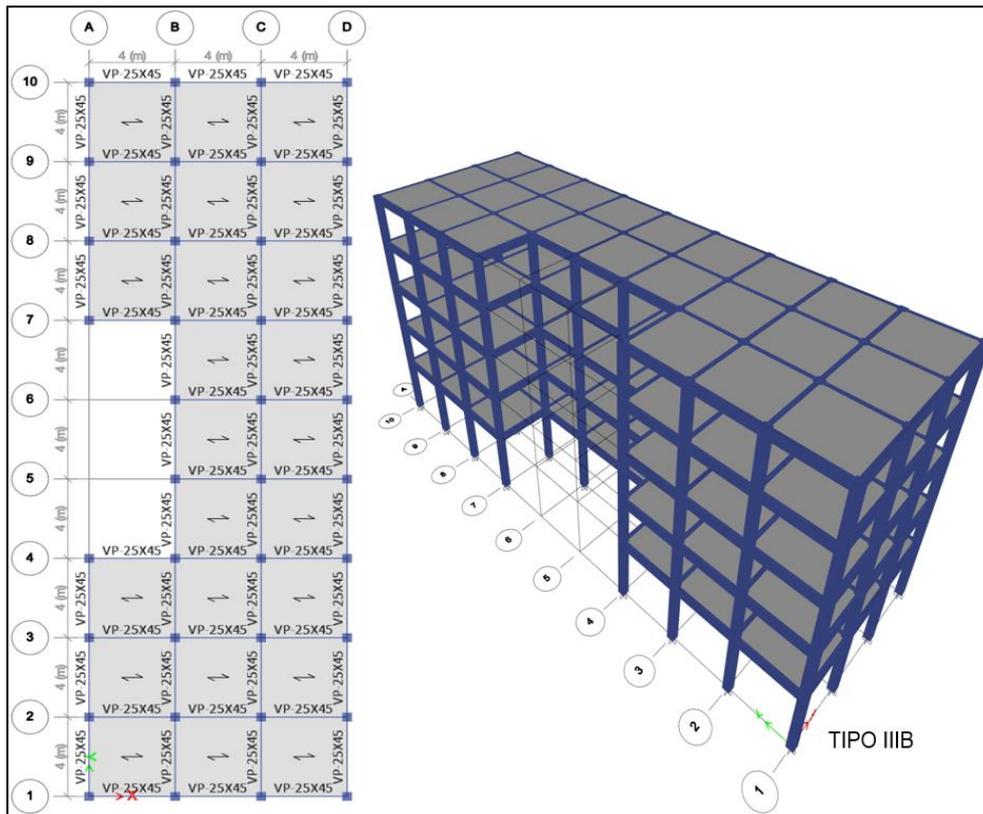
Según la norma nacional los edificios estudiados no presentan alguna irregularidad en planta.



**Figura 16:** Modelo estructural edificio tipo III  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 17:** Modelo estructural edificio tipo IIIA  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 18:** Modelo estructural edificio tipo IIIB  
Fuente: Elaboración propia

### **Análisis sísmico.**

Para el análisis sísmico se precisa que las estructuras se analizaron considerando masas concentradas en cada nivel. En la tabla 17 se indica los parámetros de análisis sísmico utilizados en el modelamiento estructural.

**Tabla 17:**  
*Parámetros de análisis sísmico*

<b>Descripción</b>	<b>Factor</b>	<b>Valor</b>	<b>Detalle</b>
Zona sísmica	$Z_2$	0.25	Andahuaylas
Uso	C	1.0	Oficinas
Tipo de suelo	$S_2$	1.20	Según EMS
Periodo	$T_p$	0.6	Parámetro de sitio
Periodo	$T_L$	2.0	Parámetro de sitio
Irregularidad en planta	$I_p$	1	Regular
Irregularidad en altura	$I_a$	1	Regular

Fuente: Elaboración propia

El factor de amplificación sísmica (C) está en función al periodo fundamental del edificio.

El espectro de pseudo-aceleraciones está definida por la siguiente ecuación, en donde se grafica el periodo versus la aceleración espectral (T vs Sa) y el periodo versus el factor de amplificación de la aceleración de la estructura con respecto a la aceleración del terreno (T vs C).

$$S_a = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} \times g$$

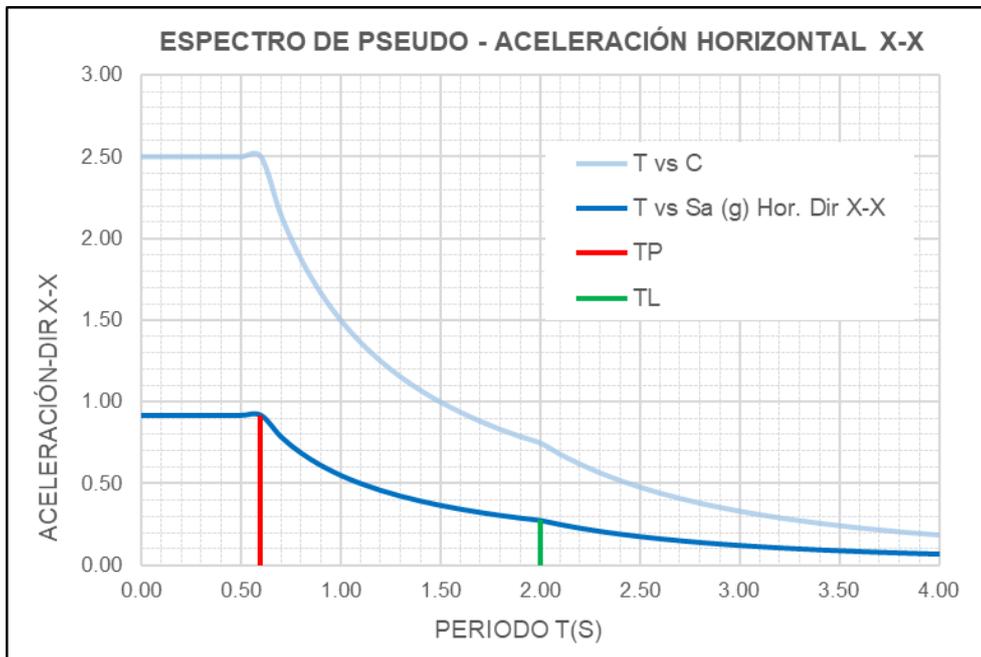
En la tabla 18 se muestra los valores de aceleración espectral para cada periodo en dirección X-X e Y-Y.

**Tabla 18:**  
*Valores de aceleración espectral en dirección X-X e Y-Y*

C	T (s)	Sa Dir. X-X	Sa Dir. Y-Y	C	T (s)	Sa Dir. X-X	Sa Dir. Y-Y
2.50	0.00	0.920	0.920	0.68	2.10	0.250	0.250
2.50	0.10	0.920	0.920	0.62	2.20	0.228	0.228
2.50	0.20	0.920	0.920	0.57	2.30	0.209	0.209
2.50	0.30	0.920	0.920	0.52	2.40	0.192	0.192
2.50	0.40	0.920	0.920	0.48	2.50	0.177	0.177
2.50	0.50	0.920	0.920	0.44	2.60	0.163	0.163
2.50	0.60	0.920	0.920	0.41	2.70	0.151	0.151
2.14	0.70	0.788	0.788	0.38	2.80	0.141	0.141
1.88	0.80	0.690	0.690	0.36	2.90	0.131	0.131
1.67	0.90	0.613	0.613	0.33	3.00	0.123	0.123
1.50	1.00	0.552	0.552	0.31	3.10	0.115	0.115
1.36	1.10	0.502	0.502	0.29	3.20	0.108	0.108
1.25	1.20	0.460	0.460	0.28	3.30	0.101	0.101
1.15	1.30	0.424	0.424	0.26	3.40	0.095	0.095
1.07	1.40	0.394	0.394	0.24	3.50	0.090	0.090
1.00	1.50	0.368	0.368	0.23	3.60	0.085	0.085
0.94	1.60	0.345	0.345	0.22	3.70	0.081	0.081
0.88	1.70	0.325	0.325	0.21	3.80	0.076	0.076
0.83	1.80	0.307	0.307	0.20	3.90	0.073	0.073
0.79	1.90	0.290	0.290	0.19	4.00	0.069	0.069
0.75	2.00	0.28	0.28				

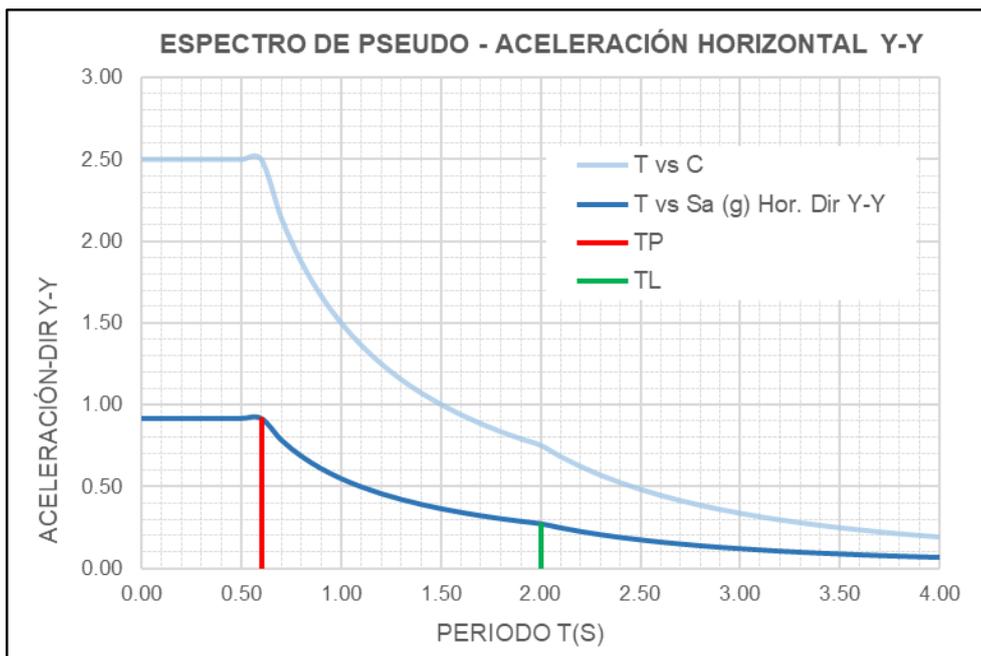
Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se muestra el espectro de pseudo-aceleración con T vs C y T vs Sa en la dirección X, asimismo se grafica los valores de los periodos TP y TL.



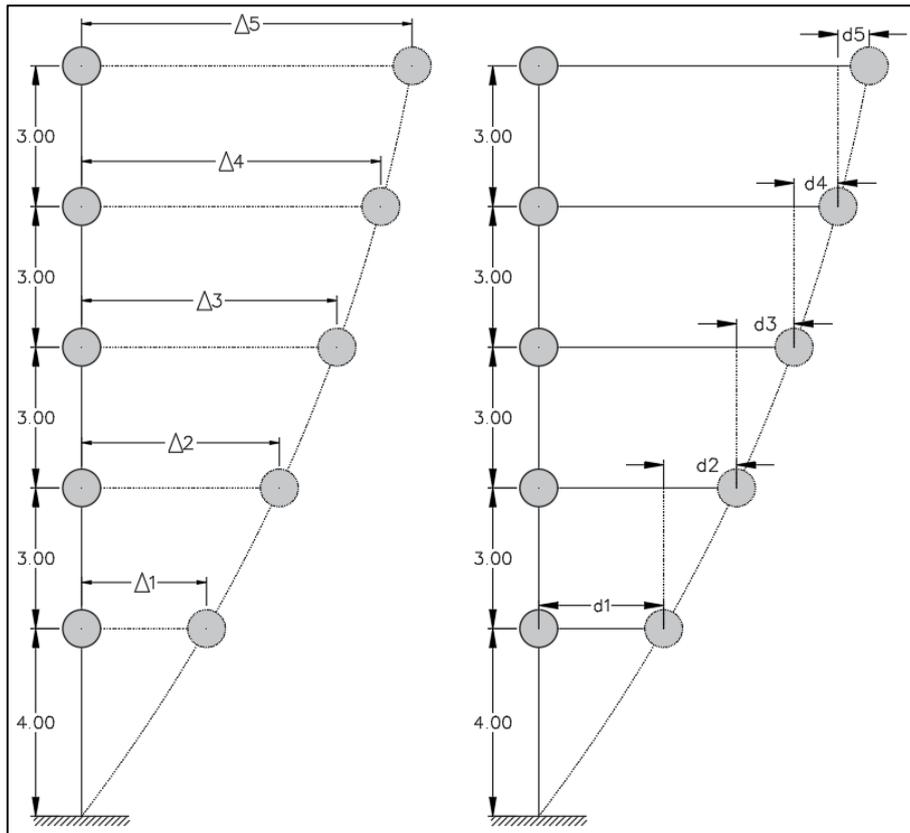
**Figura 19:** Espectro de pseudo-aceleración horizontal X-X  
**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 20 se muestra el espectro de pseudo-aceleración con T vs C y T vs Sa en la dirección Y, del mismo modo se grafica los valores de los periodos TP y TL.



**Figura 20:** Espectro de pseudo-aceleración horizontal Y-Y  
**Fuente:** Elaboración propia

## Control de desplazamientos



**Figura 21:** Desplazamiento y derivas de entrepiso  
Fuente: elaboración propia.

Para la obtención de los valores de desplazamientos relativos y derivas se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$d = \Delta_n - \Delta_{n-1}$$

$$\alpha = \frac{d}{h_n}$$

Donde:

$\Delta$ : desplazamientos absolutos

$d$ : desplazamientos relativos

$\alpha$ : derivas de entrepiso

Para el cálculo de las derivas o distorsiones inelásticas la normativa nacional nos indica que para los edificios regulares se le aplica el 75% de  $R$  a los valores obtenidos del análisis lineal elástico y para edificios irregulares se le aplica el 85% de  $R$  a los valores mencionados.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Con lo referente al método o procedimiento de análisis de datos, en esta investigación se realizó el análisis dinámico modal espectral considerando el comportamiento lineal-elástico del modelo propuesto, con la ayuda del software ETABS v.18 y Microsoft Excel 2016. Además, está sujeta a la norma E.030 del RNE, normativa aplicada a nivel nacional que establece parámetros y condiciones mínimas a tomar en cuenta en el análisis y diseño sismorresistente de edificaciones.

### **3.7. Aspectos éticos**

Por criterios éticos, para la obtención de información válida y adecuada, se hizo la búsqueda de la literatura de acuerdo al planteamiento del problema en revistas científicas especializadas, tesis y publicaciones a nivel internacional y nacional. En consecuencia, las citas en la presente investigación se sujetan a la norma APA séptima edición.

El desarrollo de la investigación se realizó de manera profesional con el apoyo de un especialista en el área, de manera que los valores obtenidos reflejen la veracidad y formalidad del estudio.

## **IV. RESULTADOS**

En esta investigación se presentan los resultados del análisis modal espectral de 27 modelos estructurales de edificios de uso para oficinas, los mismos que han sido modelados aplicando diafragmas rígidos y diafragmas flexibles con el fin de comparar los resultados, aplicando la norma vigente NT E.030

## Resultados de desplazamientos con la presencia de aberturas centrales

### Configuración en planta 1:1

En esta sección se presentan los resultados del edificio tipo IA con respecto al edificio tipo I aplicando la condición de diafragma rígido y flexible en ambas direcciones, los edificios estudiados presentan diafragmas modelados con espesores de 5cm, 7.5cm y 10cm de la capa de compresión representados respectivamente por E1, E2 y E3 los cuales son especificados en las tablas y figuras siguientes. Es importante mencionar que los resultados de derivas inelásticas se presentan en los anexos de la presente investigación.

En base a los valores obtenidos se precisa que no existe variación significativa de desplazamientos laterales de los edificios con diafragma rígido respecto a los edificios con diafragma flexible. Asimismo, los resultados muestran que los edificios estudiados cumplen con las distorsiones límites establecidos en la norma.

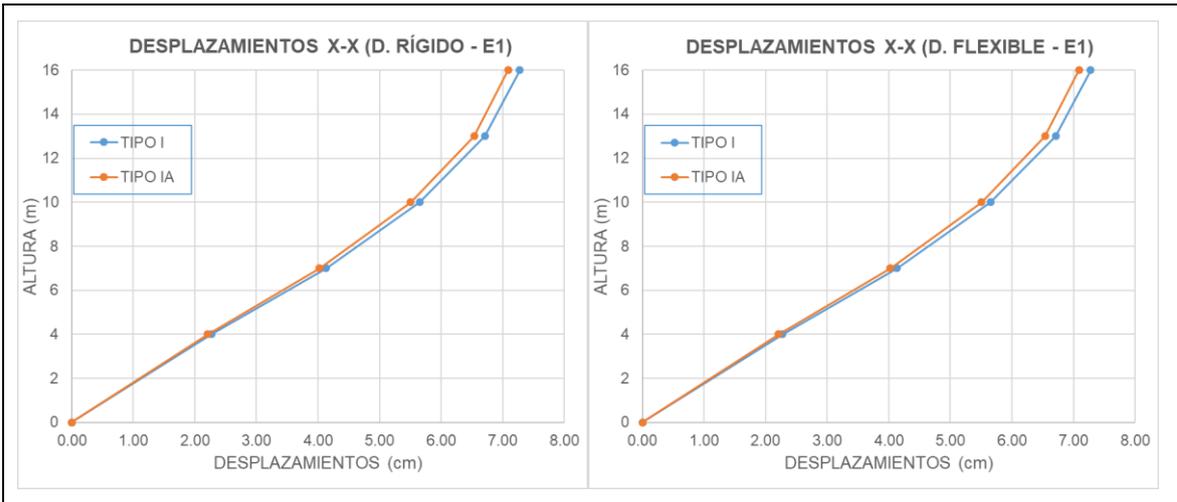
La tabla 19 y figura 22 muestran que el Edificio con aberturas centrales tiene valores menores hasta en un 2.68% en el techo 1 en la dirección X-X con E1.

**Tabla 19:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.28	7.09	2.59%	7.28	7.09	2.59%
4°	13	6.71	6.53	2.59%	6.71	6.54	2.59%
3°	10	5.65	5.51	2.59%	5.65	5.51	2.59%
2°	7	4.13	4.03	2.62%	4.14	4.03	2.61%
1°	4	2.27	2.21	2.68%	2.27	2.21	2.71%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

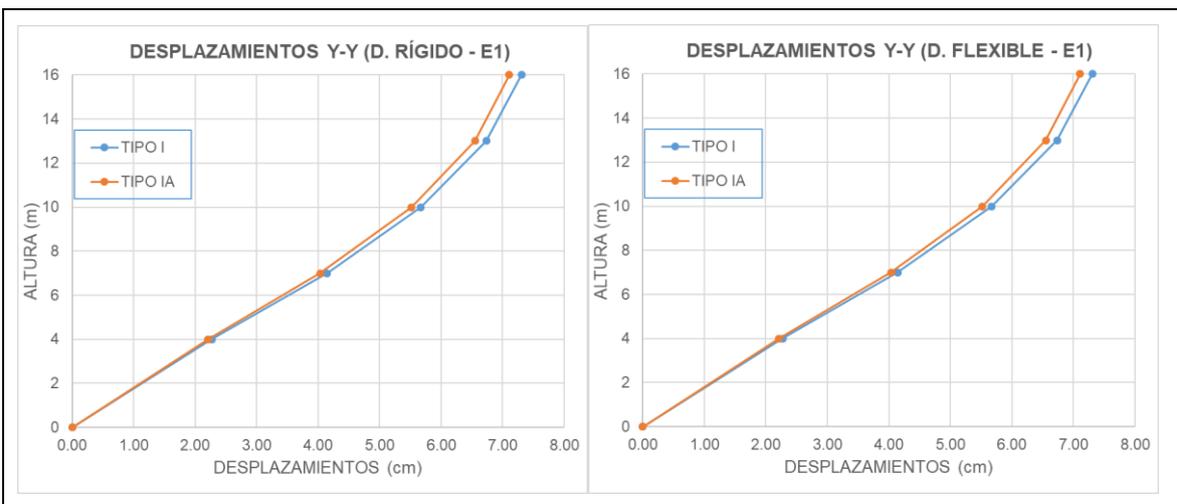
La tabla 20 y figura 23 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 2.71% en el techo 5 en la dirección Y-Y con E1.

**Tabla 20:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.31	7.11	2.71%	7.31	7.11	2.72%
4°	13	6.73	6.55	2.70%	6.74	6.55	2.71%
3°	10	5.67	5.52	2.68%	5.67	5.52	2.69%
2°	7	4.14	4.03	2.68%	4.14	4.03	2.69%
1°	4	2.27	2.21	2.68%	2.27	2.21	2.69%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 23:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E1 en Y-Y  
 Fuente: elaboración propia

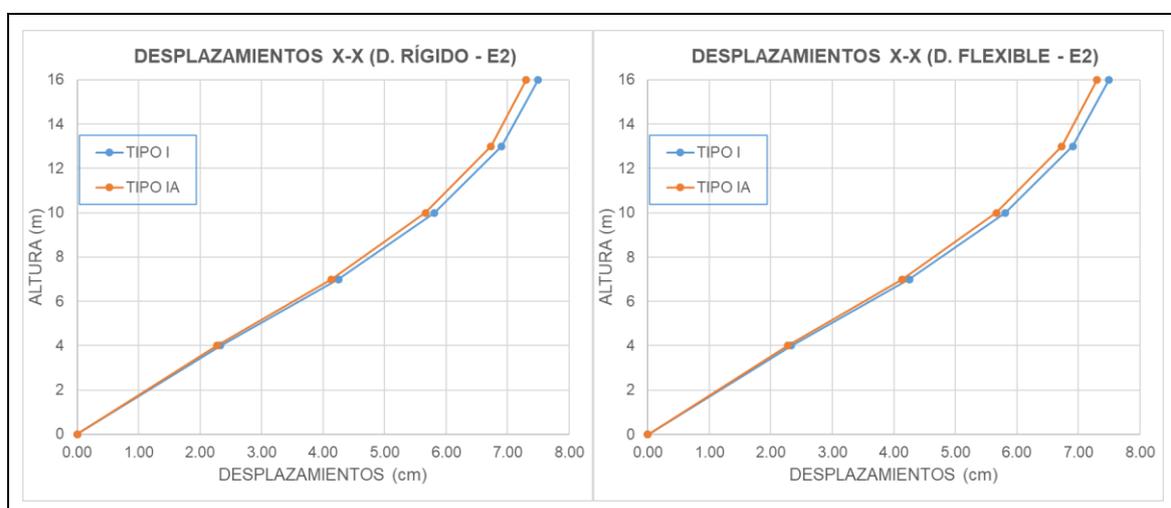
la tabla 21 y figura 24 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 2.66% en el techo 1 en la dirección X-X con E2.

**Tabla 21:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.50	7.30	2.59%	7.50	7.30	2.58%
4°	13	6.90	6.73	2.58%	6.91	6.73	2.58%
3°	10	5.81	5.66	2.57%	5.81	5.66	2.57%
2°	7	4.25	4.14	2.60%	4.25	4.14	2.59%
1°	4	2.33	2.27	2.66%	2.34	2.27	2.69%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en X-X

Fuente: Elaboración propia

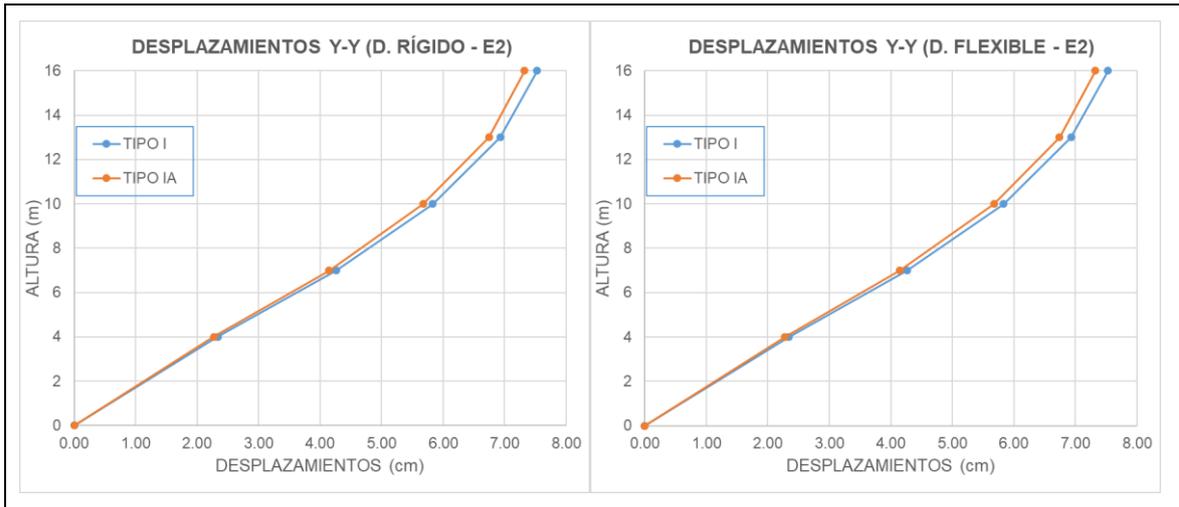
La tabla 22 y figura 25 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 2.72% en el techo 5 en la dirección Y-Y con E2.

**Tabla 22:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.53	7.32	2.72%	7.53	7.32	2.73%
4°	13	6.93	6.74	2.70%	6.93	6.74	2.71%
3°	10	5.83	5.67	2.68%	5.83	5.68	2.69%
2°	7	4.26	4.14	2.68%	4.26	4.14	2.69%
1°	4	2.34	2.27	2.68%	2.34	2.27	2.69%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E2 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

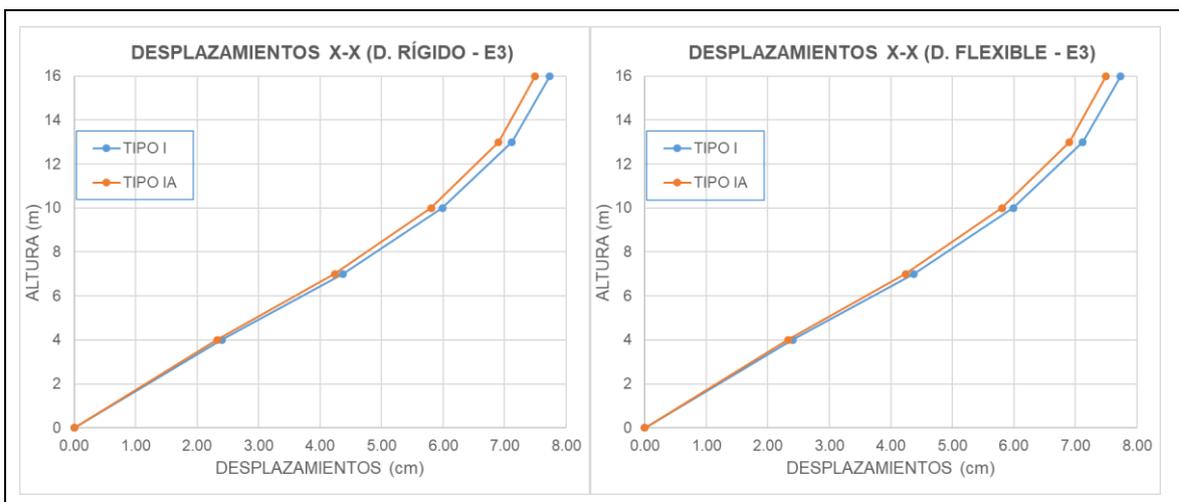
La tabla 23 y figura 26 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 3.16 % en el techo 1 en la dirección X-X con E3.

**Tabla 23:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en X-X*

N° de techo	$H_{TOTAL}$ (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.74	7.50	3.09%	7.74	7.50	3.09%
4°	13	7.12	6.90	3.08%	7.12	6.90	3.08%
3°	10	5.99	5.80	3.08%	5.99	5.81	3.08%
2°	7	4.38	4.24	3.10%	4.38	4.24	3.10%
1°	4	2.40	2.33	3.16%	2.40	2.33	3.18%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

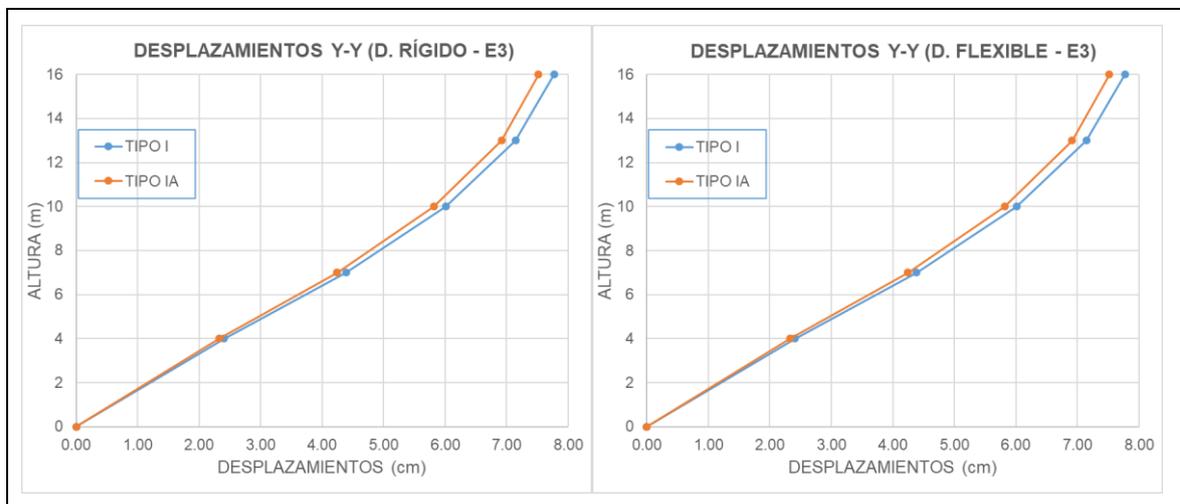
La tabla 24 y figura 27 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 3.26% en el techo 5 en la dirección Y-Y con E3.

**Tabla 24:**

*Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IA	Dif. (%)
5°	16	7.77	7.52	3.26%	7.77	7.52	3.26%
4°	13	7.15	6.92	3.23%	7.15	6.92	3.24%
3°	10	6.01	5.82	3.21%	6.01	5.82	3.22%
2°	7	4.39	4.25	3.21%	4.39	4.25	3.21%
1°	4	2.40	2.33	3.21%	2.41	2.33	3.21%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 27:** Desplazamientos del E. tipo IA vs E. tipo I con E3 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:2

En este apartado se presentan los resultados del edificio tipo IIA con respecto al edificio tipo II aplicando la condición de diafragma rígido y flexible en ambas direcciones, los edificios estudiados presentan diafragmas modelados con espesores de 5cm, 7.5cm y 10cm de la capa de compresión representados respectivamente por E1, E2 y E3.

Los valores obtenidos muestran que la diferencia de desplazamientos de los edificios con diafragma rígido respecto a los edificios con diafragma flexible no es considerable. Las derivas en todos los casos cumplen con los límites establecidos por la norma los cuales se adjuntan en los anexos de esta investigación.

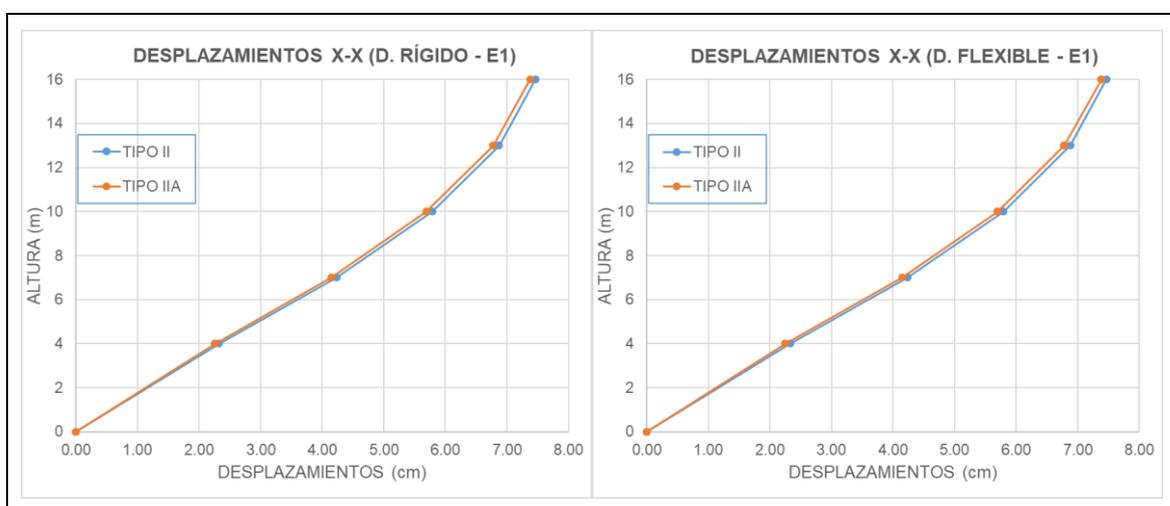
La tabla 25 y figura 28 muestran que el Edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 2.80% en el techo 1 en la dirección X-X con E1.

**Tabla 25:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.46	7.37	1.19%	7.47	7.38	1.13%
4°	13	6.87	6.78	1.41%	6.88	6.78	1.43%
3°	10	5.79	5.69	1.66%	5.79	5.70	1.66%
2°	7	4.23	4.15	2.06%	4.23	4.15	2.05%
1°	4	2.33	2.26	2.80%	2.33	2.25	3.29%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 28:** Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en X-X

Fuente: Elaboración propia

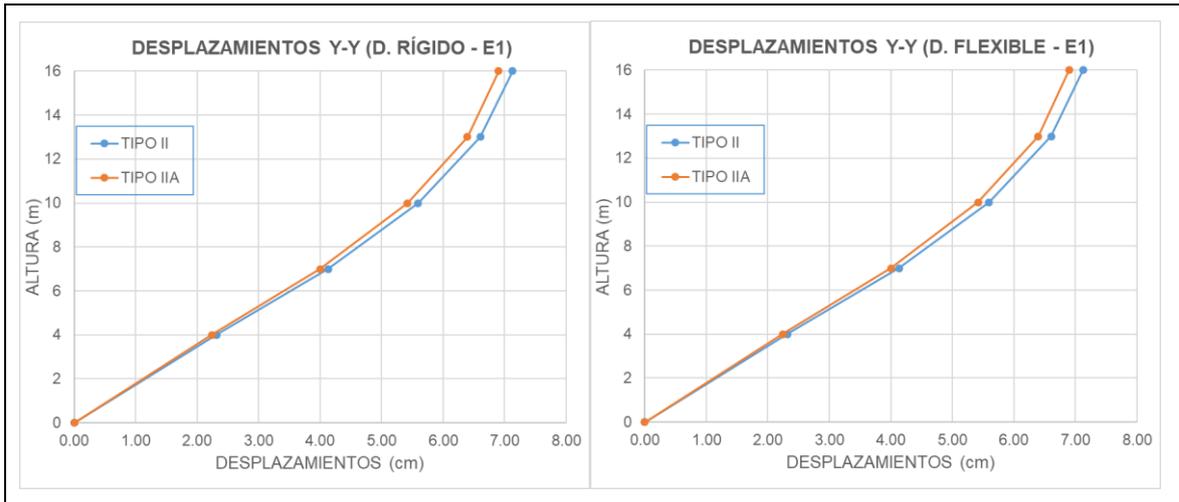
La tabla 26 y figura 29 muestran que el Edificio con abertura central presenta valores menores hasta en un 3.18 % en el techo 5 en la dirección Y-Y con E1.

**Tabla 26:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.13	6.90	3.18%	7.13	6.90	3.20%
4°	13	6.60	6.39	3.16%	6.60	6.39	3.19%
3°	10	5.60	5.42	3.15%	5.60	5.42	3.17%
2°	7	4.13	4.00	3.14%	4.13	4.00	3.17%
1°	4	2.31	2.24	3.14%	2.32	2.24	3.17%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 29:**Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E1 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

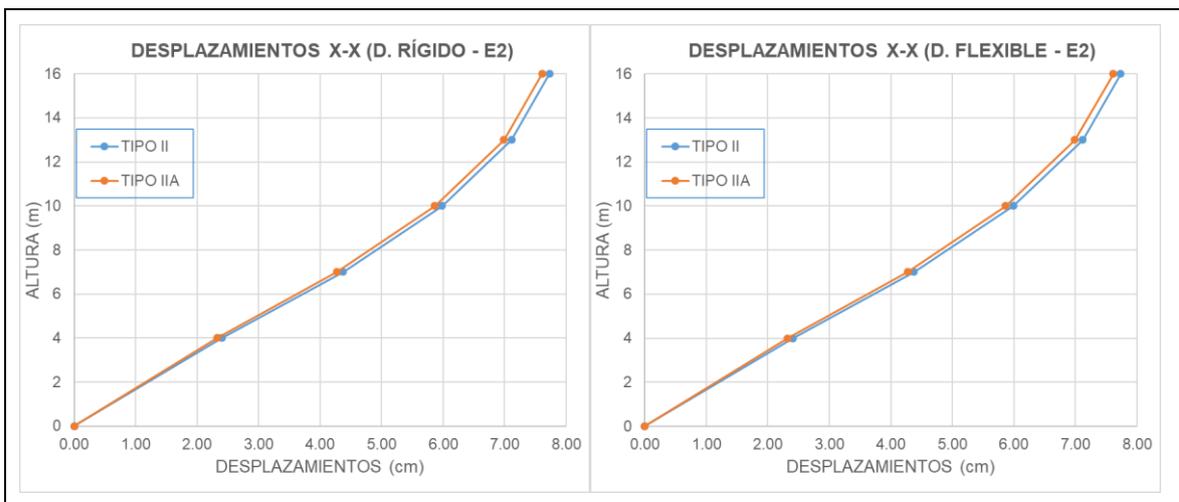
La tabla 27 y figura 30 muestran que el edificio con abertura central presenta valores menores hasta en un 3.15% en el techo 1 en la dirección X-X con E2.

**Tabla 27:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.73	7.61	1.57%	7.73	7.62	1.52%
4°	13	7.11	6.99	1.78%	7.12	6.99	1.80%
3°	10	5.99	5.86	2.03%	5.99	5.87	2.03%
2°	7	4.37	4.27	2.43%	4.38	4.27	2.42%
1°	4	2.40	2.33	3.15%	2.41	2.32	3.55%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 30:** Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

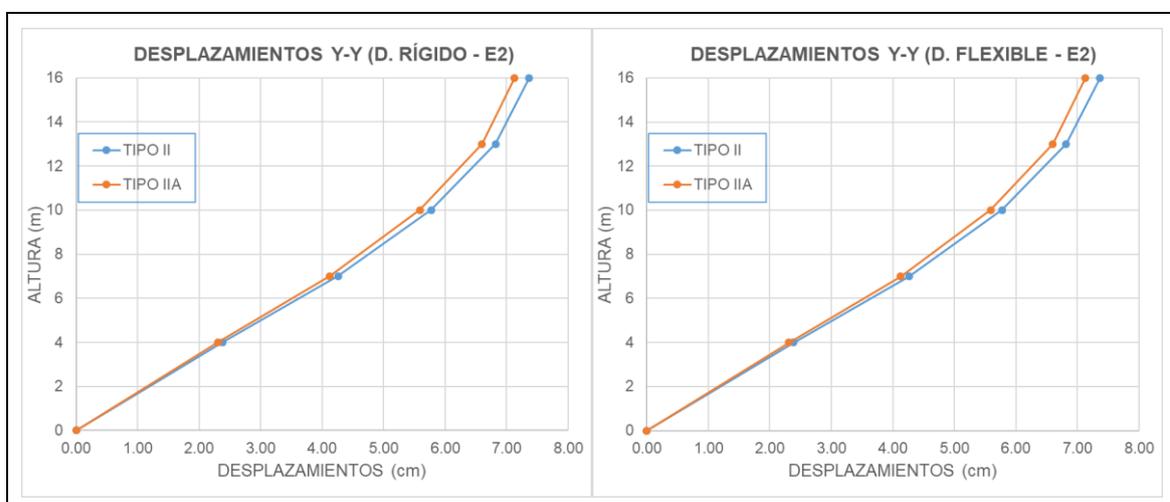
En la tabla 28 y figura 31 se observa que el edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 3.21% en el techo 5 en la dirección Y-Y con E2.

**Tabla 28:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.37	7.13	3.21%	7.37	7.13	3.23%
4°	13	6.82	6.60	3.19%	6.82	6.60	3.21%
3°	10	5.77	5.59	3.17%	5.77	5.59	3.19%
2°	7	4.26	4.13	3.16%	4.26	4.12	3.19%
1°	4	2.38	2.31	3.17%	2.39	2.31	3.18%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 31:** Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E2 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

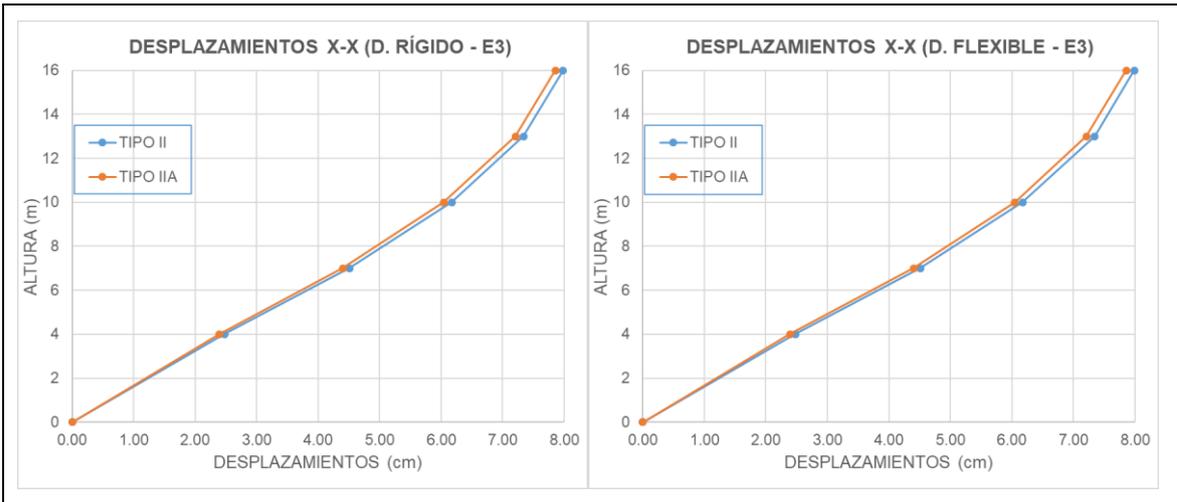
En la tabla 29 y figura 32 se muestra que el edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 3.19% en el techo 1 en la dirección X-X con E3

**Tabla 29:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.98	7.86	1.60%	7.99	7.86	1.57%
4°	13	7.34	7.21	1.82%	7.34	7.21	1.83%
3°	10	6.17	6.04	2.07%	6.17	6.05	2.07%
2°	7	4.51	4.40	2.46%	4.51	4.40	2.45%
1°	4	2.48	2.40	3.19%	2.48	2.39	3.52%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 32:** Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

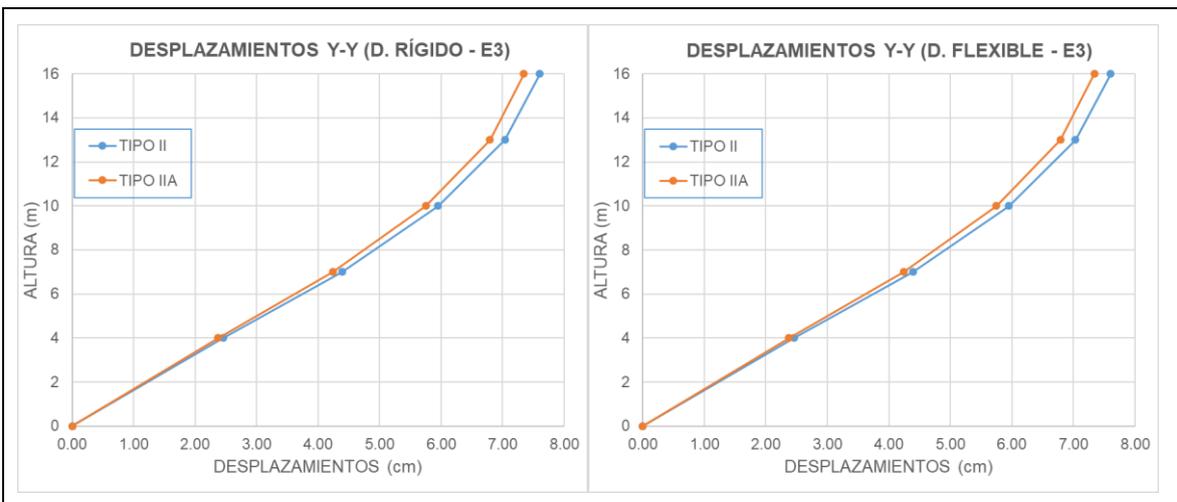
La tabla 30 y figura 33 muestra valores menores del edificio tipo II respecto al edificio tipo II hasta en un 3.46% en el techo 5 en la dirección Y-Y con E3.

**Tabla 30:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIA	Dif. (%)
5°	16	7.61	7.34	3.46%	7.61	7.34	3.48%
4°	13	7.03	6.79	3.43%	7.04	6.79	3.45%
3°	10	5.95	5.75	3.42%	5.95	5.75	3.44%
2°	7	4.39	4.24	3.41%	4.39	4.24	3.43%
1°	4	2.46	2.37	3.41%	2.46	2.37	3.42%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 33:** Desplazamientos del E. tipo IIA vs E. tipo II con E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:3

En esta sección son presentados los valores obtenidos del edificio tipo IIIA (con abertura central) respecto al edificio tipo III (sin abertura) al realizar el análisis sísmico con la condición de diafragma rígido y flexible, las tablas y figuras siguientes muestran resultados de los edificios con diferentes espesores (E1, E2 y E3).

Los resultados muestran que los edificios con diafragmas rígidos y flexibles no se diferencian de manera significativa, del mismo modo los resultados de derivas inelásticas muestran que los edificios estudiados cumplen con los valores límites establecidos en la norma.

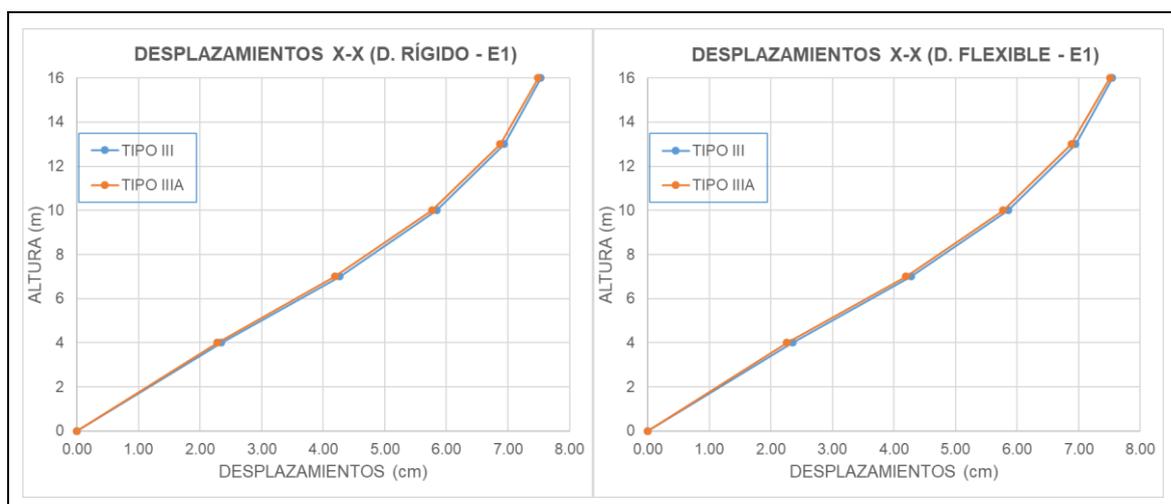
La tabla 31 y figura 34 muestran que el edificio con abertura central respecto al edificio sin abertura presenta valores menores que van desde el 0.63 % al 2.93% con menores desplazamientos en los primeros niveles en la dirección X-X con E1.

**Tabla 31:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	7.53	7.49	0.63%	7.55	7.51	0.49%
4°	13	6.94	6.87	0.96%	6.95	6.88	0.97%
3°	10	5.84	5.76	1.33%	5.85	5.77	1.34%
2°	7	4.27	4.19	1.90%	4.28	4.19	2.00%
1°	4	2.35	2.28	2.93%	2.35	2.26	3.97%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 34:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en X-X

Fuente: Elaboración propia

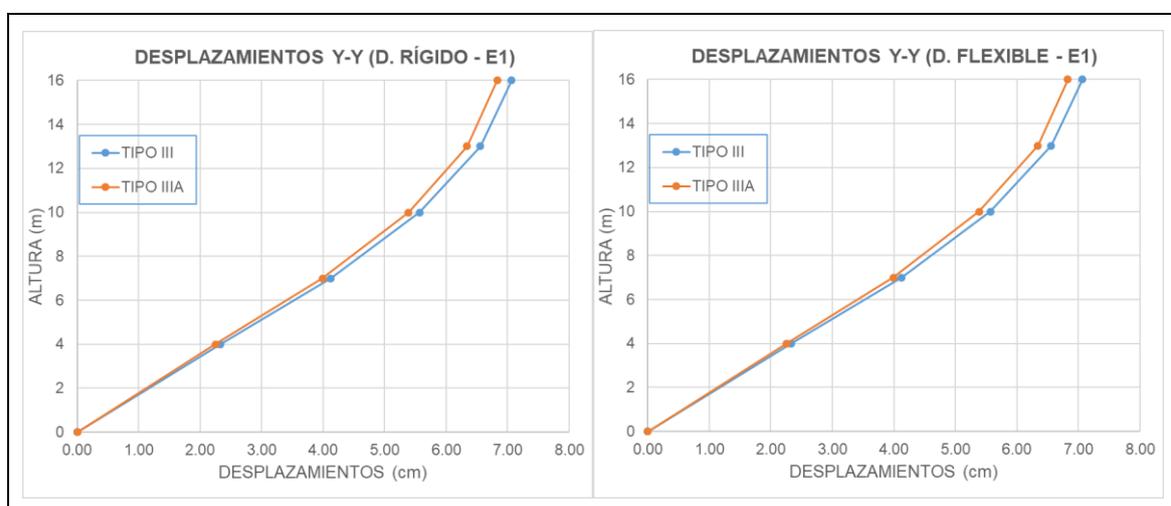
En la tabla 32 y figura 35 se muestra que el edificio con abertura central tiene valores menores hasta en un 3.31% en el último nivel con en la dirección Y con E1.

**Tabla 32:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	7.06	6.83	3.31%	7.06	6.83	3.35%
4°	13	6.56	6.34	3.29%	6.56	6.34	3.33%
3°	10	5.57	5.39	3.27%	5.57	5.39	3.32%
2°	7	4.13	3.99	3.26%	4.13	3.99	3.31%
1°	4	2.33	2.25	3.27%	2.33	2.26	3.30%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 35:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E1 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

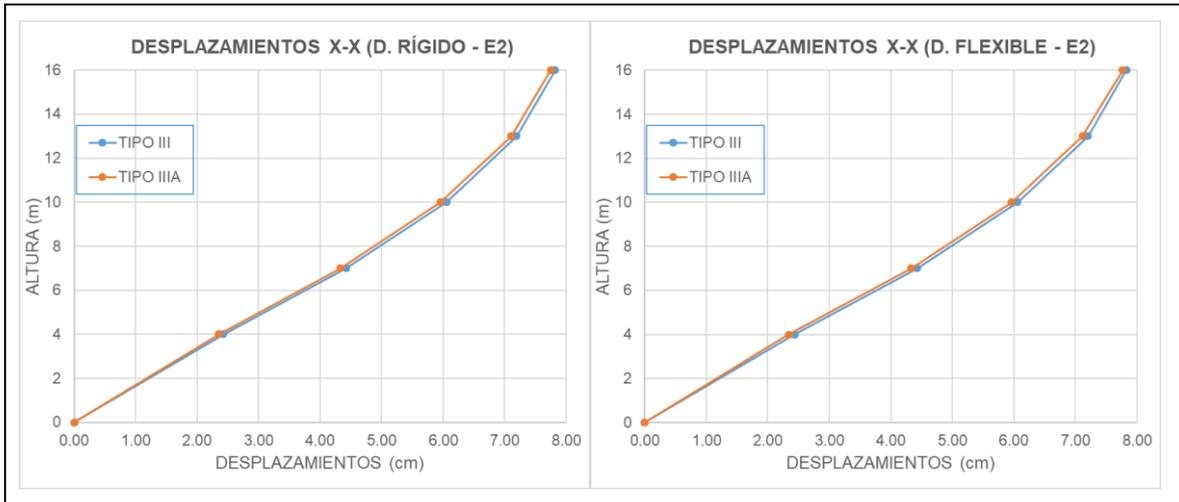
La tabla 33 y figura 36 muestran valores menores del E. tipo IIIA hasta en un 3.17% en el primer nivel, pero en los pisos superiores se reduce la diferencia.

**Tabla 33:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	7.82	7.75	0.89%	7.83	7.77	0.77%
4°	13	7.19	7.11	1.21%	7.20	7.12	1.22%
3°	10	6.05	5.96	1.58%	6.06	5.96	1.58%
2°	7	4.42	4.33	2.14%	4.43	4.33	2.21%
1°	4	2.43	2.35	3.17%	2.43	2.34	4.03%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 36:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

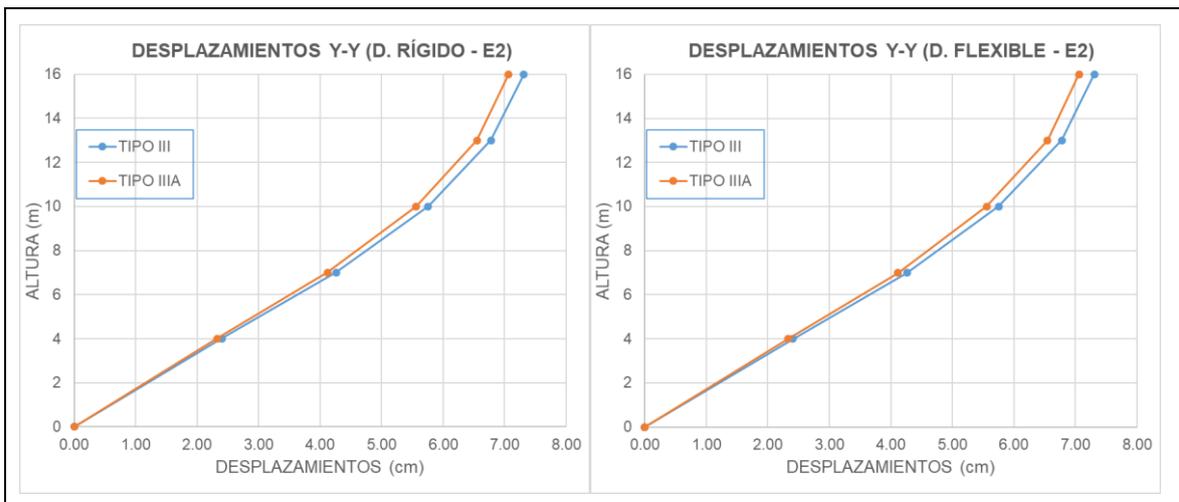
La tabla 34 y figura37 muestran que el edificio con abertura central tiene valores menores y similares en todos los niveles que va desde 3.35% a 3.40%.

**Tabla 34:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	7.31	7.06	3.40%	7.31	7.06	3.43%
4°	13	6.78	6.55	3.38%	6.78	6.55	3.41%
3°	10	5.75	5.56	3.36%	5.75	5.56	3.40%
2°	7	4.26	4.12	3.35%	4.26	4.12	3.39%
1°	4	2.40	2.32	3.36%	2.41	2.33	3.38%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 37:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E2 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

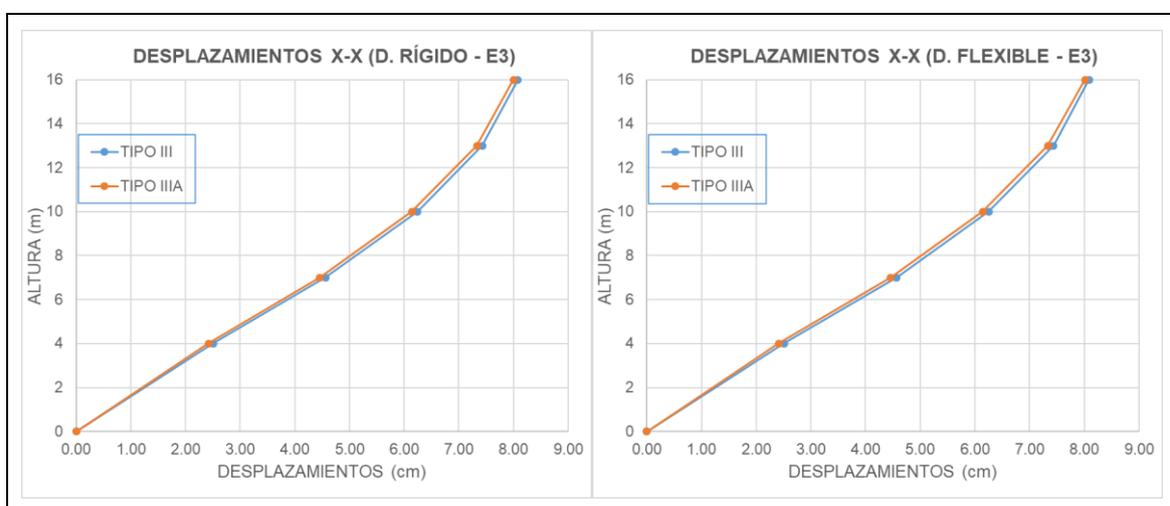
En la tabla 35 y figura 38 se presentan valores del E. tipo IIIA, el cual tiene menores valores hasta en un 3.28% en el techo 1 en la dirección X con E3.

**Tabla 35:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	8.08	8.00	1.00%	8.09	8.02	0.91%
4°	13	7.43	7.33	1.32%	7.44	7.34	1.34%
3°	10	6.24	6.14	1.69%	6.25	6.14	1.70%
2°	7	4.56	4.46	2.25%	4.57	4.46	2.30%
1°	4	2.51	2.42	3.28%	2.51	2.41	4.02%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 38:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

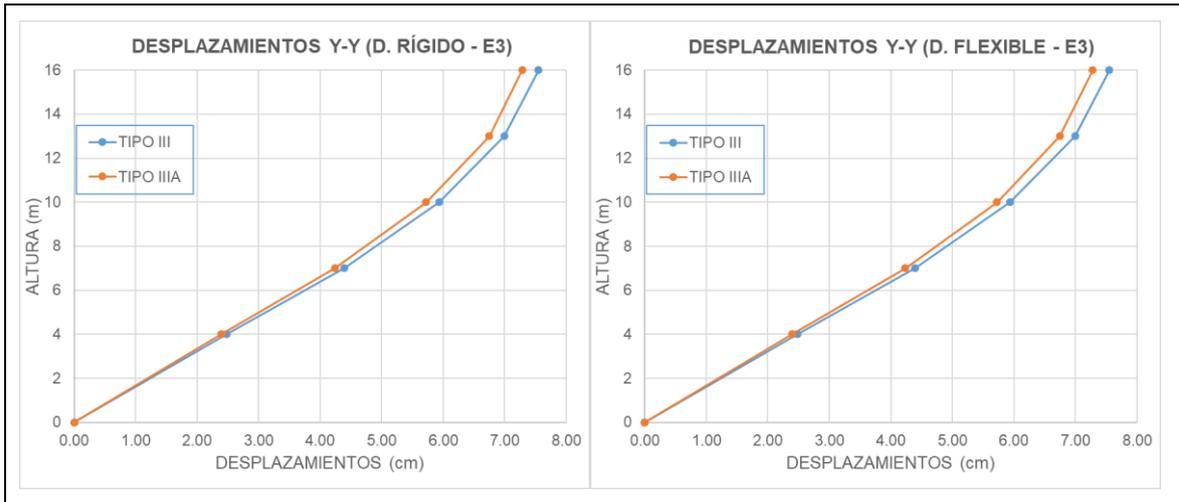
La tabla 36 y figura 39 muestran que E. tipo IIIA tiene valores menores hasta en un 3.55% en el techo 5, en los techos inferiores los valores son similares.

**Tabla 36:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIA	Dif. (%)
5°	16	7.55	7.28	3.55%	7.55	7.28	3.58%
4°	13	7.00	6.75	3.52%	7.00	6.75	3.55%
3°	10	5.93	5.73	3.50%	5.93	5.72	3.53%
2°	7	4.39	4.24	3.49%	4.39	4.24	3.53%
1°	4	2.48	2.39	3.50%	2.48	2.39	3.52%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 39:** Desplazamientos del E. tipo IIIA vs E. tipo III con E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

## Resultados de desplazamientos con la presencia de aberturas laterales

### Configuración en planta 1:1

En este apartado se presentan los valores obtenidos al realizar el análisis sísmico a los edificios con presencia de abertura laterales y edificios sin aberturas aplicando diafragmas rígidos y flexibles al modelo estructural.

Las derivas inelásticas se adjuntan en los anexos de la presente investigación, asimismo se precisa que los edificios estudiados cumplen con los valores límites de distorsión de entrepiso establecidos en la norma.

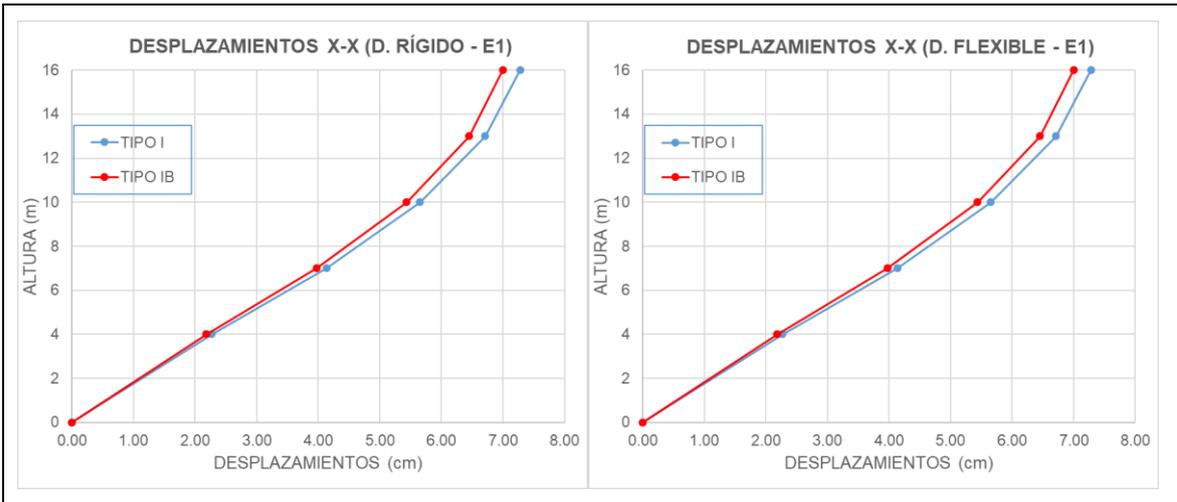
La tabla 37 y figura 40 muestran que el edificio con abertura lateral en la dirección X presenta valores menores en todos los niveles hasta en 3.92% en el primer nivel y en los niveles superiores sucede lo mismo con valores similares, esto indica que el edificio tipo IB tiene mejor comportamiento ante cargas laterales.

**Tabla 37:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en X-X*

N° de techo	$H_{TOTAL}$ (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.28	7.00	3.85%	7.28	7.00	3.85%
4°	13	6.71	6.45	3.85%	6.71	6.45	3.85%
3°	10	5.65	5.43	3.86%	5.65	5.44	3.86%
2°	7	4.13	3.97	3.88%	4.14	3.97	3.88%
1°	4	2.27	2.18	3.92%	2.27	2.18	3.90%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 40:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

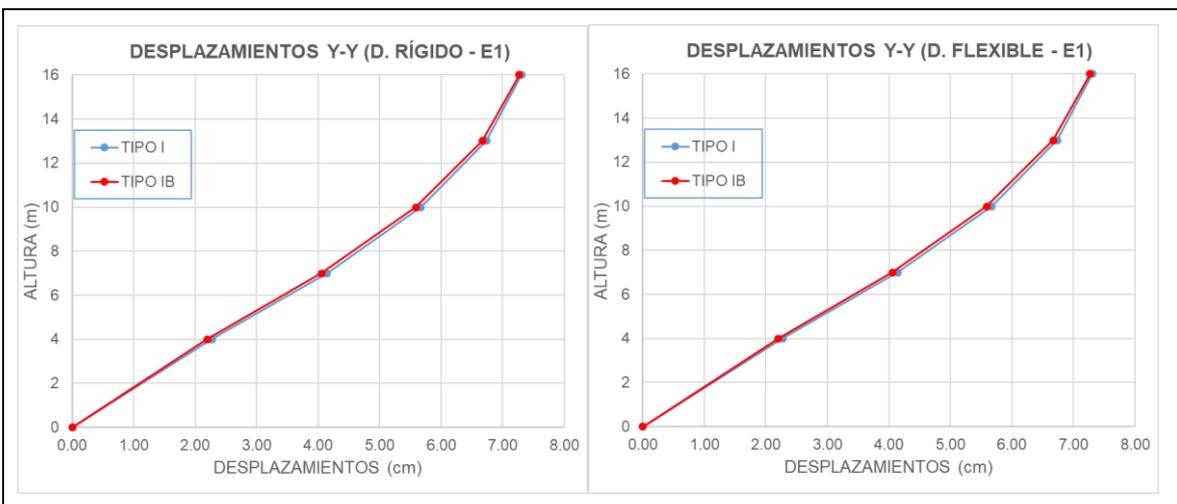
En la tabla 38 y figura 41 se observa que el E. tipo IB en Y-Y tiene valores menores (3.37%) en el techo 1, en los techos superiores se amplifican sus valores.

**Tabla 38:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.31	7.27	0.52%	7.31	7.27	0.53%
4°	13	6.73	6.67	0.95%	6.74	6.67	0.93%
3°	10	5.67	5.59	1.43%	5.67	5.59	1.42%
2°	7	4.14	4.06	2.13%	4.14	4.06	2.11%
1°	4	2.27	2.20	3.37%	2.27	2.20	3.16%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 41:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E1 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

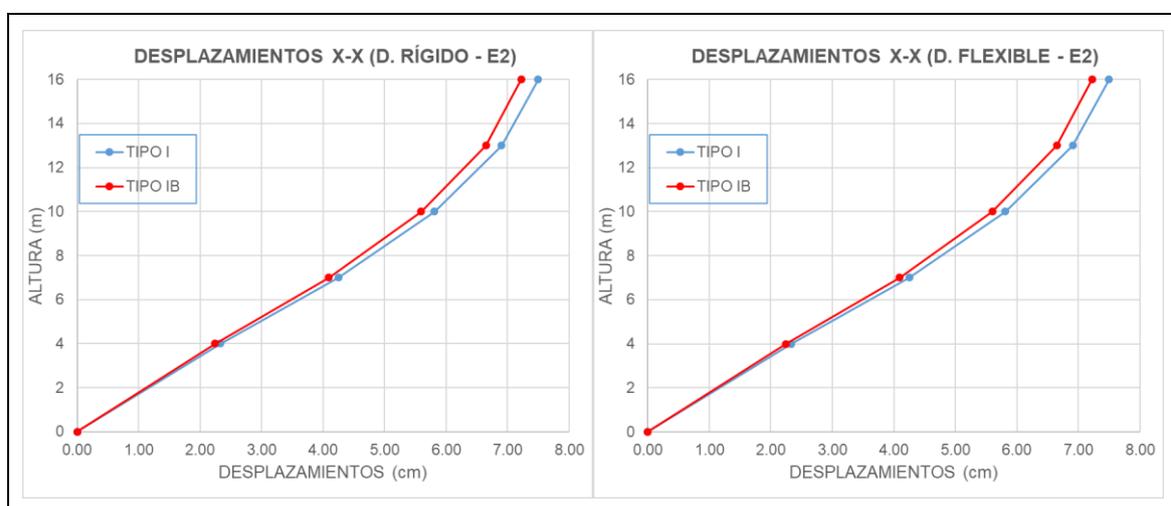
La tabla 39 y figura 42 expresa que el E. tipo IB tiene valores menores hasta en un 3.77% en el techo 1 y en el techo 5 muestra una diferencia de 3.71%.

**Tabla 39:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.50	7.22	3.71%	7.50	7.22	3.70%
4°	13	6.90	6.65	3.70%	6.91	6.65	3.70%
3°	10	5.81	5.60	3.71%	5.81	5.60	3.70%
2°	7	4.25	4.09	3.73%	4.25	4.09	3.73%
1°	4	2.33	2.25	3.77%	2.34	2.25	3.75%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 42:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en X-X

Fuente: Elaboración propia

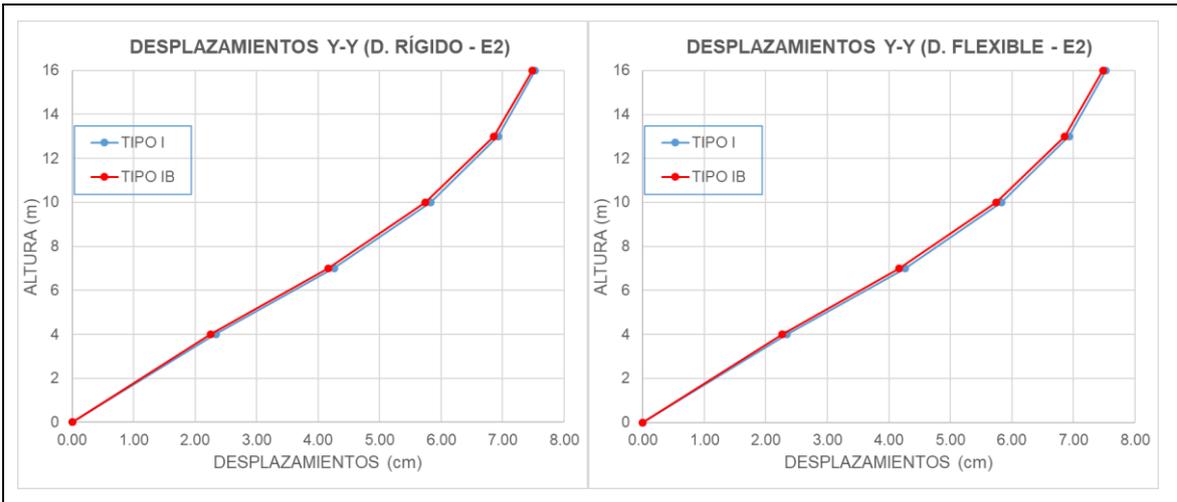
La tabla 40 y figura 43 expresa que el E. tipo IB tiene valores menores que van desde 3.41% en el techo 1 y en el techo 5 la diferencia es mínima (0.59%).

**Tabla 40:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.53	7.48	0.59%	7.53	7.48	0.60%
4°	13	6.93	6.86	1.01%	6.93	6.86	1.00%
3°	10	5.83	5.74	1.49%	5.83	5.75	1.48%
2°	7	4.26	4.17	2.18%	4.26	4.17	2.17%
1°	4	2.34	2.26	3.41%	2.34	2.26	3.26%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 43:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E2 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

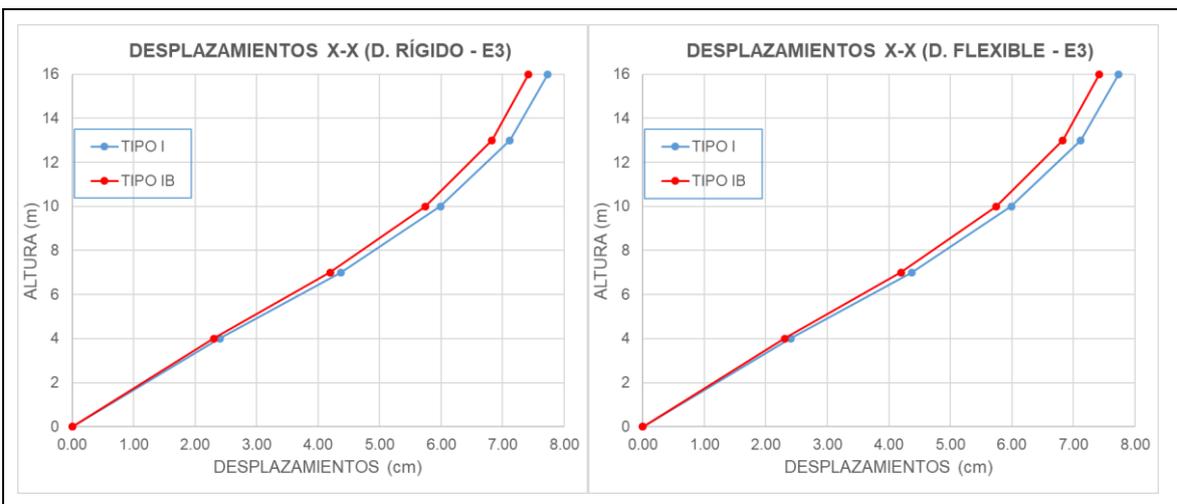
La tabla 41 y figura 44 expresan que la diferencia de valores es similar en todos los niveles, siendo el E. tipo IB el que tiene menores desplazamientos.

**Tabla 41:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.74	7.42	4.08%	7.74	7.42	4.08%
4°	13	7.12	6.83	4.08%	7.12	6.83	4.07%
3°	10	5.99	5.74	4.08%	5.99	5.75	4.07%
2°	7	4.38	4.20	4.10%	4.38	4.20	4.09%
1°	4	2.40	2.30	4.14%	2.40	2.30	4.12%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 44:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

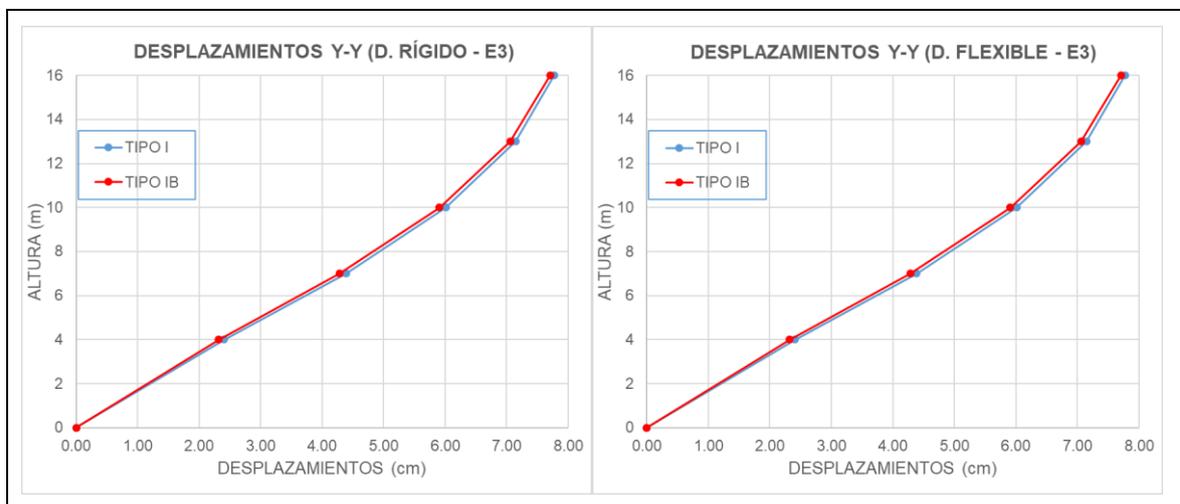
La tabla 42 y figura 45 expresan que el E. tipo IB tiene valores menores, siendo el techo 1 con mayor diferencia y el techo 5 con menor diferencia.

**Tabla 42:**

*Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)	Edificio tipo I	Edificio tipo IB	Dif. (%)
5°	16	7.77	7.70	0.83%	7.77	7.71	0.83%
4°	13	7.15	7.06	1.25%	7.15	7.06	1.23%
3°	10	6.01	5.91	1.71%	6.01	5.91	1.71%
2°	7	4.39	4.28	2.40%	4.39	4.28	2.40%
1°	4	2.40	2.32	3.63%	2.41	2.32	3.50%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 45:** Desplazamientos del E. tipo IB vs E. tipo I con E3 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:2

En este apartado se muestran los resultados del edificio tipo IIB respecto al edificio tipo II, ambos se analizaron con la condición de diafragma rígido y flexible. Asimismo, se analizaron considerando diferentes espesores de la capa de compresión del diafragma representados por E1, E2 y E3 que son respectivamente 5cm, 7.5cm y 10cm.

Los resultados indican que la diferencia de desplazamientos de la condición de diafragma rígido y flexible no es significativa, del mismo modo las derivas cumplen los límites plasmados en la norma y están adjuntadas en los anexos de esta investigación.

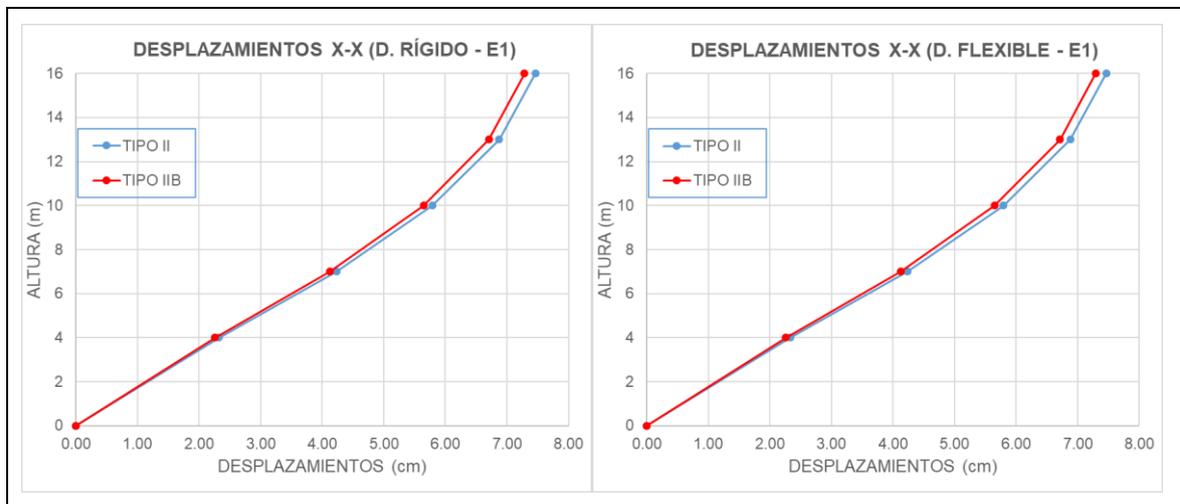
La tabla 43 y figura 46 expresan que el E. tipo IIB tiene valores menores con y similares en todos los niveles que van desde 2.36% a 2.75%.

**Tabla 43:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.46	7.29	2.36%	7.47	7.29	2.33%
4°	13	6.87	6.71	2.41%	6.88	6.71	2.40%
3°	10	5.79	5.65	2.47%	5.79	5.65	2.47%
2°	7	4.23	4.12	2.57%	4.23	4.13	2.57%
1°	4	2.33	2.26	2.75%	2.33	2.26	2.83%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 46:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en X-X

Fuente: Elaboración propia

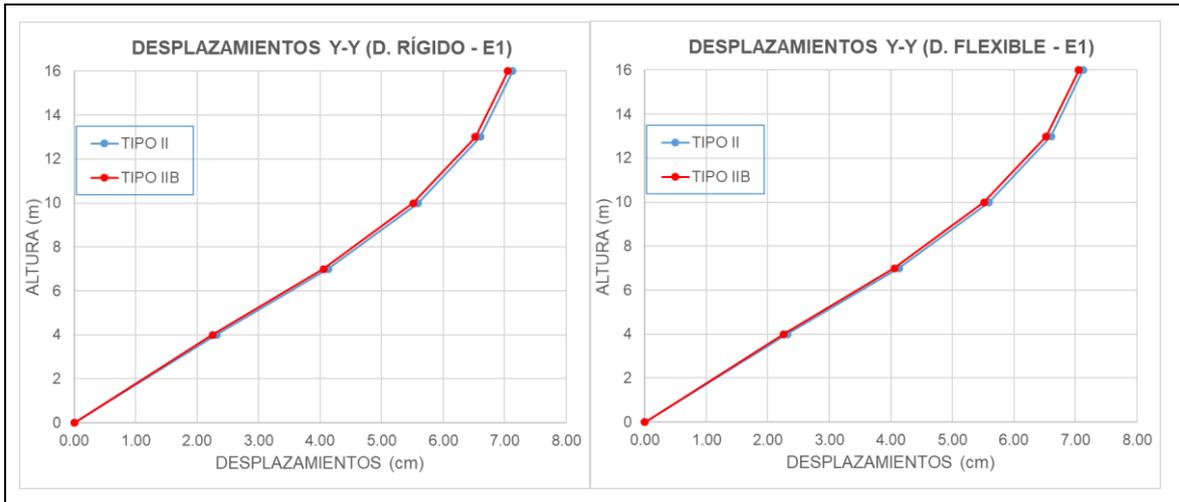
En la tabla 44 y figura 47 se observa una diferencia mínima de valores en la dirección Y, siendo el techo 1 con mayor diferencia (2.66%).

**Tabla 44:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.13	7.05	1.02%	7.13	7.05	1.03%
4°	13	6.60	6.52	1.24%	6.60	6.52	1.24%
3°	10	5.60	5.51	1.49%	5.60	5.51	1.49%
2°	7	4.13	4.05	1.88%	4.13	4.05	1.89%
1°	4	2.31	2.25	2.66%	2.32	2.26	2.51%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 47:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E1 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

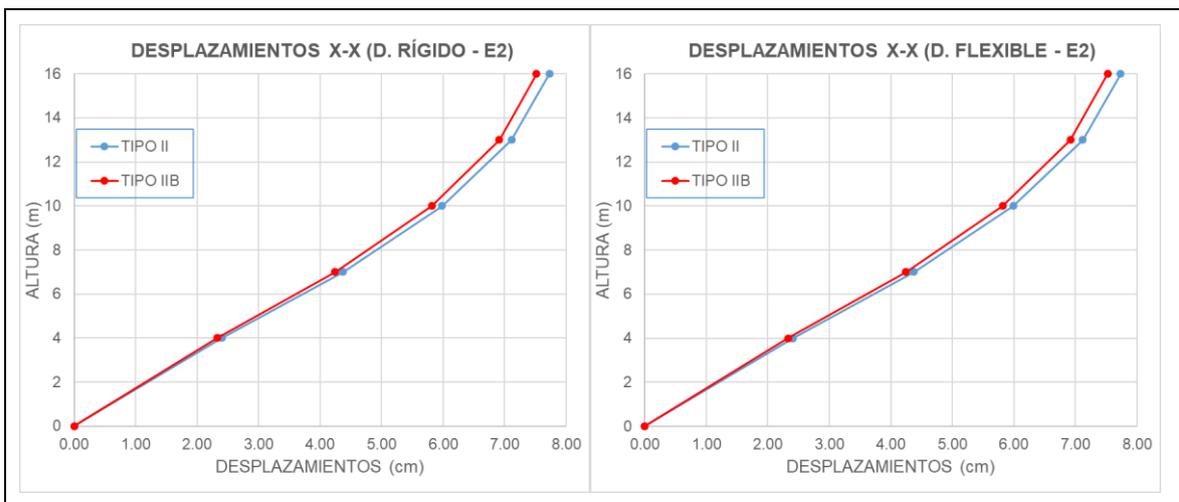
En la tabla 45 y figura 48 el E. tipo IIB tiene mejor comportamiento en la dirección X por presentar menores valores hasta en 3.13% en el techo1 y con E2.

**Tabla 45:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.73	7.52	2.75%	7.73	7.52	2.72%
4°	13	7.11	6.91	2.80%	7.12	6.92	2.78%
3°	10	5.99	5.81	2.85%	5.99	5.82	2.85%
2°	7	4.37	4.25	2.95%	4.38	4.25	2.95%
1°	4	2.40	2.33	3.13%	2.41	2.33	3.18%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 48:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

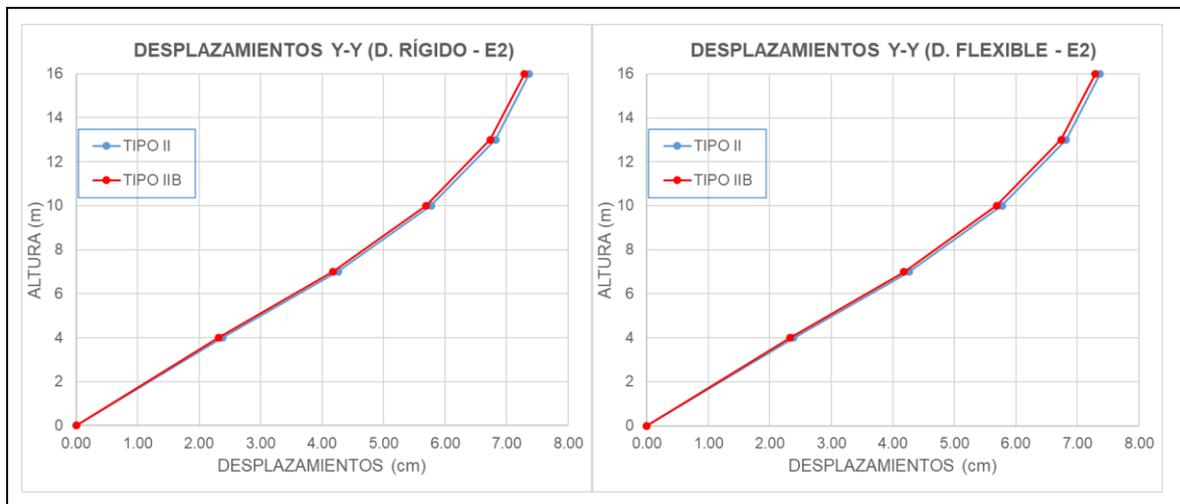
La tabla 46 y figura 49 indican que la diferencia es mínima en los últimos techos, siendo el techo 1 del E. tipo IIB con valores menores hasta en un 2.63%.

**Tabla 46:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.37	7.29	1.00%	7.37	7.29	1.01%
4°	13	6.82	6.74	1.21%	6.82	6.74	1.21%
3°	10	5.77	5.69	1.47%	5.77	5.69	1.47%
2°	7	4.26	4.18	1.86%	4.26	4.18	1.86%
1°	4	2.38	2.32	2.63%	2.39	2.33	2.52%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 49:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E2 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

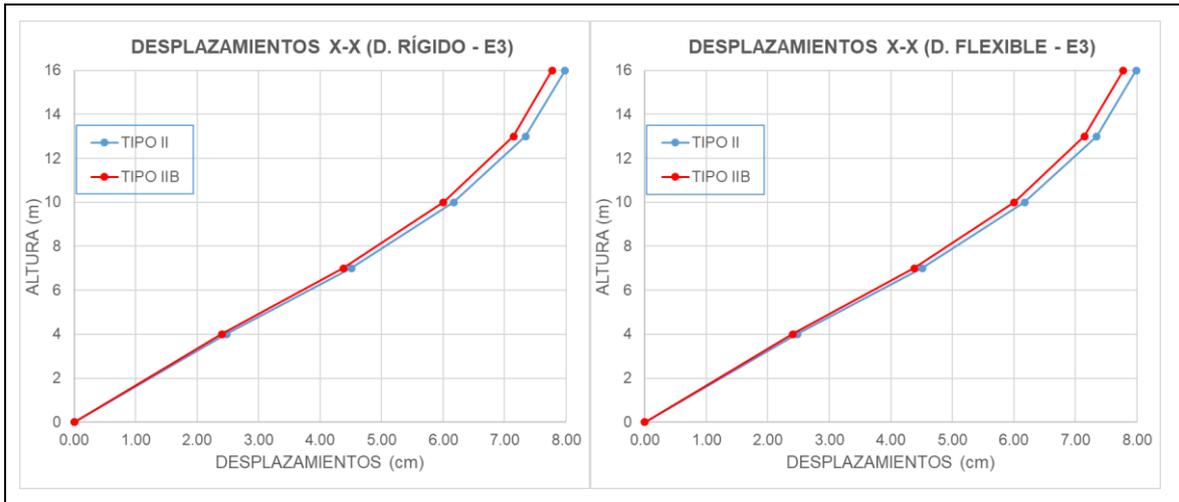
En la tabla 47 y figura 50 se muestran valores en donde el E. tipo IIB tiene mejor comportamiento en X-X por tener valores menores hasta en un 3.03%.

**Tabla 47:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.98	7.77	2.65%	7.99	7.78	2.62%
4°	13	7.34	7.14	2.69%	7.34	7.15	2.68%
3°	10	6.17	6.00	2.75%	6.17	6.01	2.73%
2°	7	4.51	4.38	2.84%	4.51	4.38	2.84%
1°	4	2.48	2.40	3.03%	2.48	2.40	3.06%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 50:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

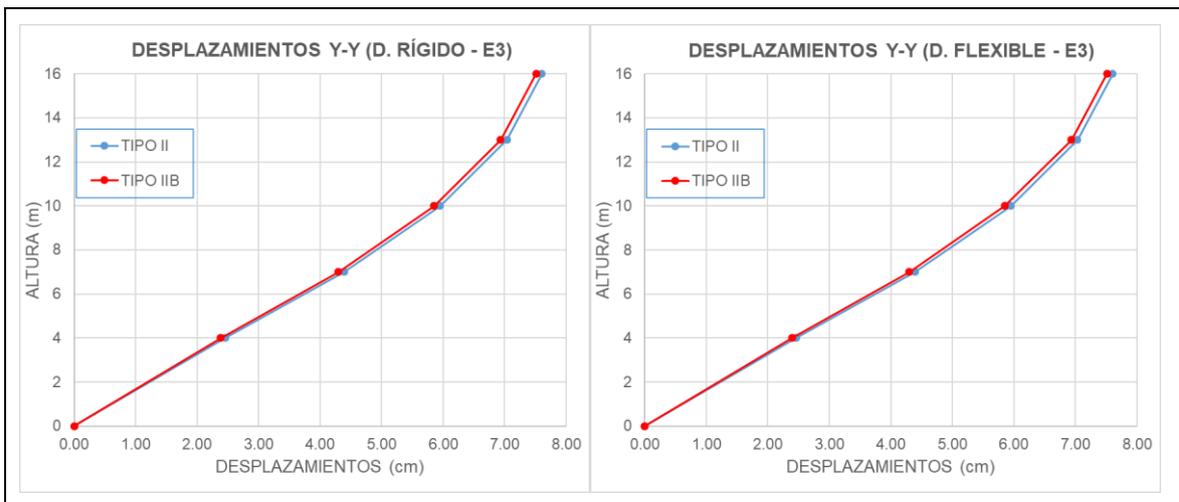
La tabla 48 y figura 51 expresan que el E. tipo IIB en los últimos niveles sus desplazamientos se amplifican, y tiene una diferencia de 1.23% respecto al tipo II.

**Tabla 48:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)	Edificio tipo II	Edificio tipo IIB	Dif. (%)
5°	16	7.61	7.51	1.23%	7.61	7.51	1.24%
4°	13	7.03	6.93	1.44%	7.04	6.93	1.44%
3°	10	5.95	5.85	1.70%	5.95	5.85	1.70%
2°	7	4.39	4.30	2.08%	4.39	4.30	2.09%
1°	4	2.46	2.39	2.86%	2.46	2.39	2.76%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 51:** Desplazamientos del E. tipo IIB vs E. tipo II con E3 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:3

En este apartado se presentan los resultados del análisis sísmico realizado aplicando la condición de diafragma rígido y flexible a los edificios con relación de aspecto más alargados (1:3) con presencia de aberturas laterales que son denominados E. tipo IIIB respecto a los edificios sin abertura E. tipo III.

La diferencia de desplazamientos de los edificios con diafragma flexible respecto a los que tienen la condición de diafragma rígido no es muy considerable, pero a medida que se incrementa los niveles si se le tiene que tomar importancia.

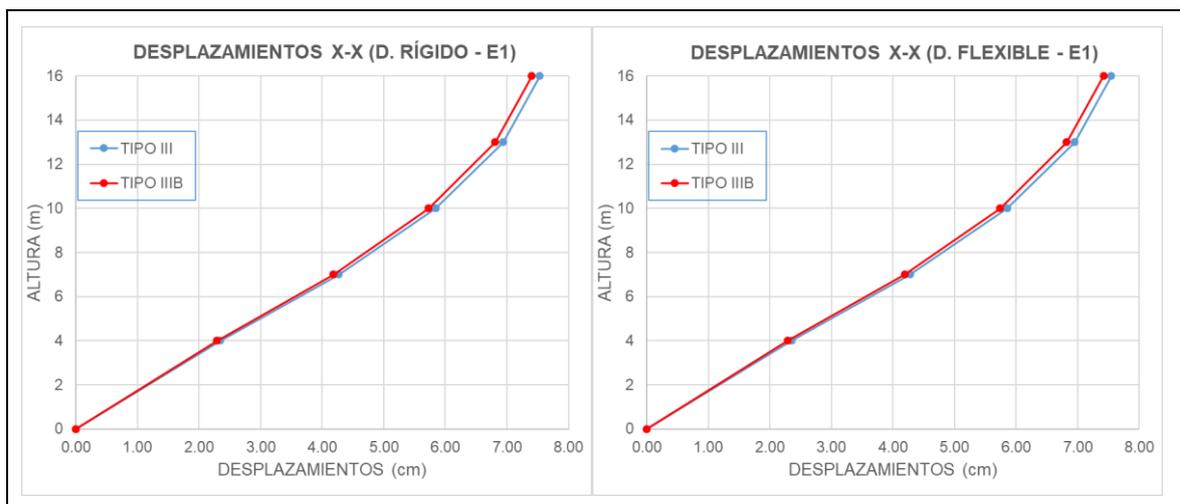
La tabla 49 y figura 52 indican que el E. tipo IIIB en la dirección X y con un espesor E1 tienen valores menores, pero la diferencia es mínima respecto al E. tipo III pese a tener menor masa en el techo. Los valores van de 1.78% a 2.35% siendo el techo 5 con menor diferencia y el techo 1 con mayor diferencia.

**Tabla 49:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)
5°	16	7.53	7.40	1.78%	7.55	7.42	1.70%
4°	13	6.94	6.81	1.86%	6.95	6.82	1.83%
3°	10	5.84	5.73	1.95%	5.85	5.74	1.94%
2°	7	4.27	4.18	2.09%	4.28	4.19	2.12%
1°	4	2.35	2.29	2.35%	2.35	2.29	2.62%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 52:** Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en X-X

Fuente: Elaboración propia

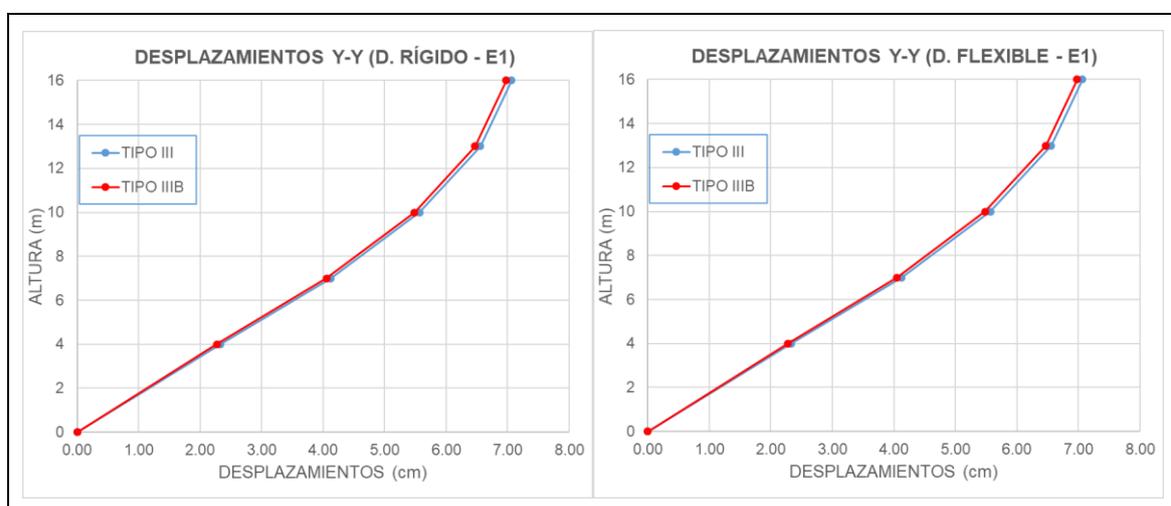
La tabla 50 y figura 53 expresan diferencia mínima de desplazamientos de ambos edificios, a medida que se aumenta los niveles se reduce la diferencia.

**Tabla 50:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)
5°	16	7.06	6.98	1.19%	7.06	6.98	1.20%
4°	13	6.56	6.47	1.35%	6.56	6.47	1.35%
3°	10	5.57	5.48	1.53%	5.57	5.48	1.54%
2°	7	4.13	4.05	1.81%	4.13	4.05	1.81%
1°	4	2.33	2.27	2.37%	2.33	2.28	2.26%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 53:** Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E1 en Y-Y

Fuente: elaboración propia

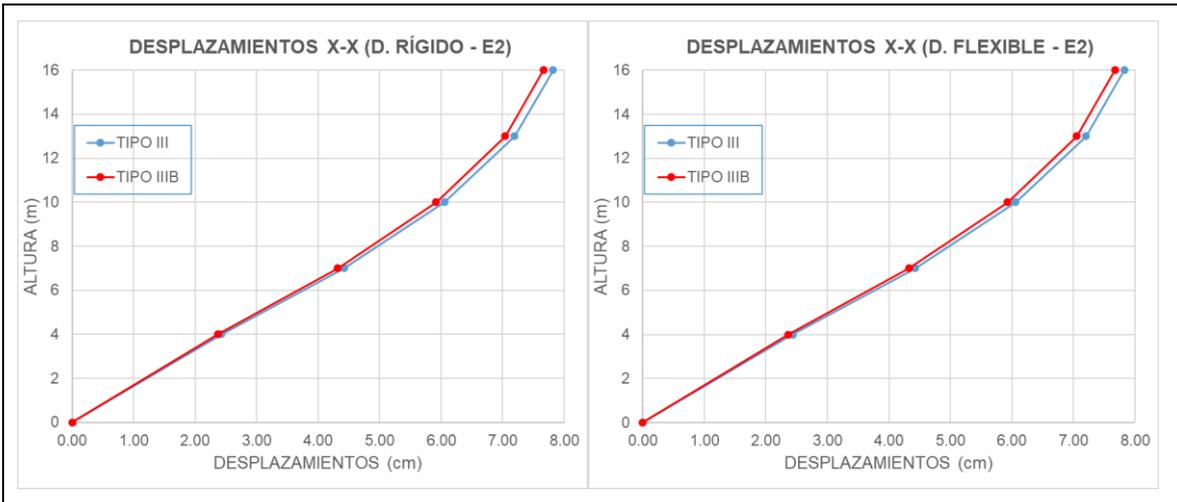
La tabla 51 y figura 54 indican que el E. tipo IIIB con E2 tiene valores de desplazamientos menores similares en todos los niveles hasta en un 2.59%.

**Tabla 51:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E2 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)
5°	16	7.82	7.66	2.03%	7.83	7.68	1.94%
4°	13	7.19	7.04	2.10%	7.20	7.05	2.06%
3°	10	6.05	5.92	2.19%	6.06	5.93	2.17%
2°	7	4.42	4.32	2.33%	4.43	4.32	2.34%
1°	4	2.43	2.37	2.59%	2.43	2.37	2.80%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 54:** Desplazamientos del E. tipo III B vs E. tipo III con E2 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

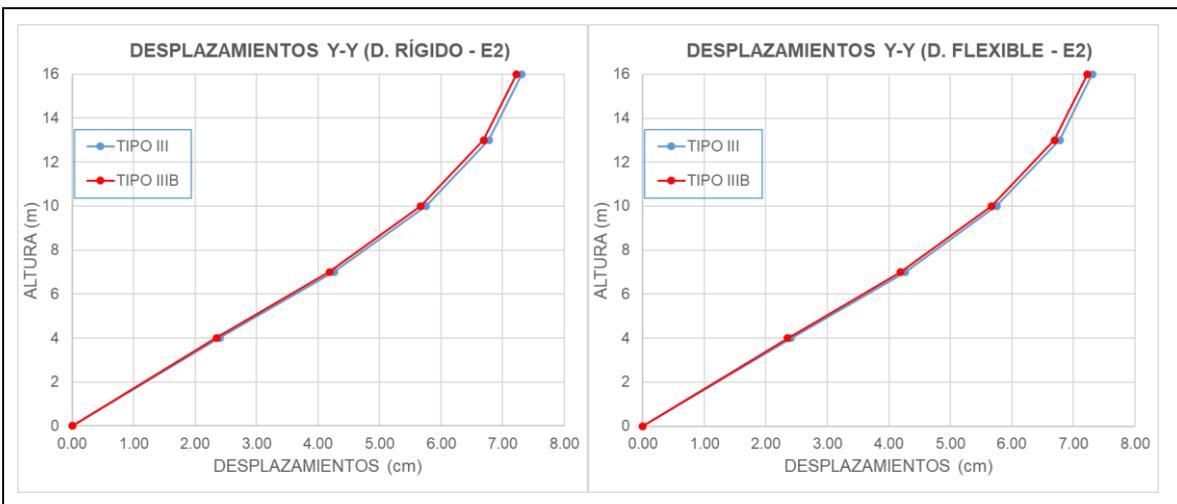
La tabla 52 y figura 55 expresan diferencia mínima entre ambos edificios hasta en un 2.32%, a medida que se aumentan los niveles se reduce la diferencia.

**Tabla 52:**

*Desplazamientos del E. tipo III B vs E. tipo III con E2 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo III B	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo III B	Dif. (%)
5°	16	7.31	7.23	1.14%	7.31	7.23	1.15%
4°	13	6.78	6.69	1.30%	6.78	6.69	1.30%
3°	10	5.75	5.67	1.47%	5.75	5.67	1.48%
2°	7	4.26	4.19	1.75%	4.26	4.19	1.76%
1°	4	2.40	2.35	2.32%	2.41	2.35	2.23%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 55:** Desplazamientos del E. tipo III B vs E. tipo III con E2 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

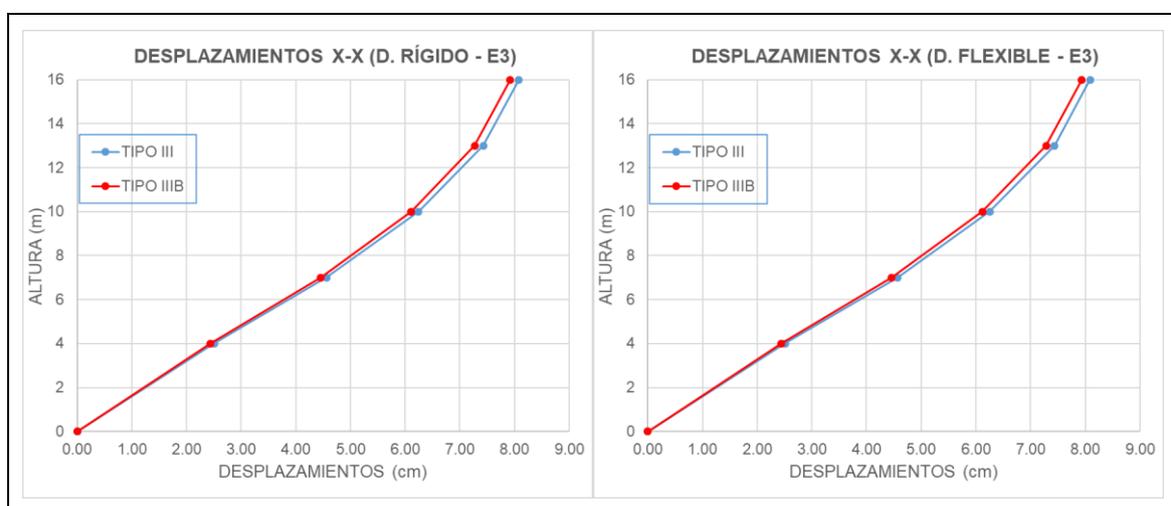
La tabla 53 y figura 56 indican que con E3 el E. tipo IIIB tiene valores menores, pero en los últimos techos se reduce la diferencia hasta en un 1.99%.

**Tabla 53:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)
5°	16	8.08	7.92	1.99%	8.09	7.93	1.91%
4°	13	7.43	7.27	2.07%	7.44	7.29	2.02%
3°	10	6.24	6.11	2.15%	6.25	6.12	2.12%
2°	7	4.56	4.46	2.29%	4.57	4.46	2.29%
1°	4	2.51	2.44	2.55%	2.51	2.44	2.73%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 56:** Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

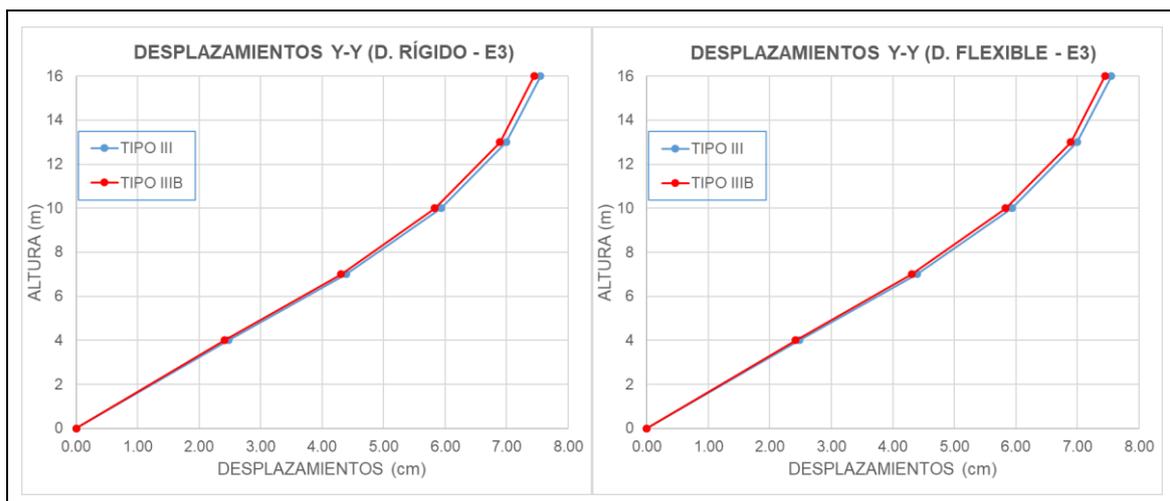
La tabla 54 y figura 57 dan a conocer que el E. tipo IIIB a medida que se incrementa los niveles se reduce la diferencia respecto al E. tipo III hasta en 1.35%.

**Tabla 54:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)	Edificio tipo III	Edificio tipo IIIB	Dif. (%)
5°	16	7.55	7.45	1.35%	7.55	7.45	1.36%
4°	13	7.00	6.89	1.50%	7.00	6.89	1.51%
3°	10	5.93	5.83	1.68%	5.93	5.83	1.68%
2°	7	4.39	4.31	1.96%	4.39	4.31	1.96%
1°	4	2.48	2.41	2.52%	2.48	2.42	2.44%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 57:** Desplazamientos del E. tipo IIIB vs E. tipo III con E3 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

## Resultados de desplazamientos en base al aumento de espesor del diafragma

### Configuración en planta 1:1

En esta sección se presentan los resultados de desplazamientos laterales de los edificios con diferentes espesores de la capa de compresión del diafragma.

Los valores obtenidos nos dan a conocer que a medida que se incrementa la cantidad de niveles y mayor masa en el techo es mayor el desplazamiento lateral. Los edificios con presencia de aberturas centrales o laterales, el aumento de espesor favorece mínimamente a la transmisión de las cargas laterales de la losa de entrepiso, pero no es significativo.

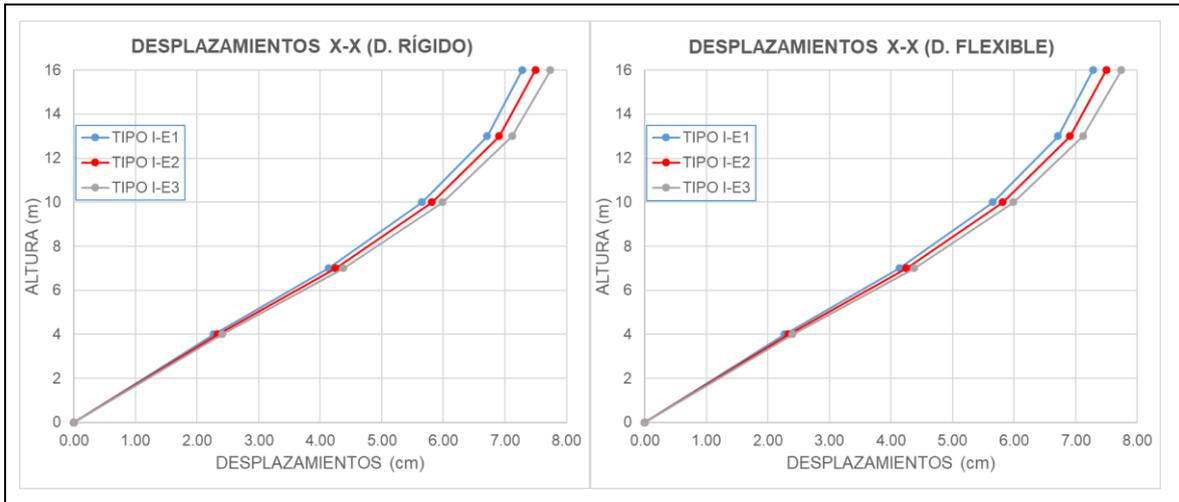
La tabla 55 y figura 58 indican que a mayor altura y mayor espesor se incrementan los desplazamientos de manera significativa.

**Tabla 55:**

*Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo I-E1	E. tipo I-E2	E. tipo I-E3	E. tipo I-E1	E. tipo I-E2	E. tipo I-E3
5°	16	7.28	7.50	7.74	7.28	7.50	7.74
4°	13	6.71	6.90	7.12	6.71	6.91	7.12
3°	10	5.65	5.81	5.99	5.65	5.81	5.99
2°	7	4.13	4.25	4.38	4.14	4.25	4.38
1°	4	2.27	2.33	2.40	2.27	2.34	2.40

Fuente: Elaboración propia



**Figura 58:** Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

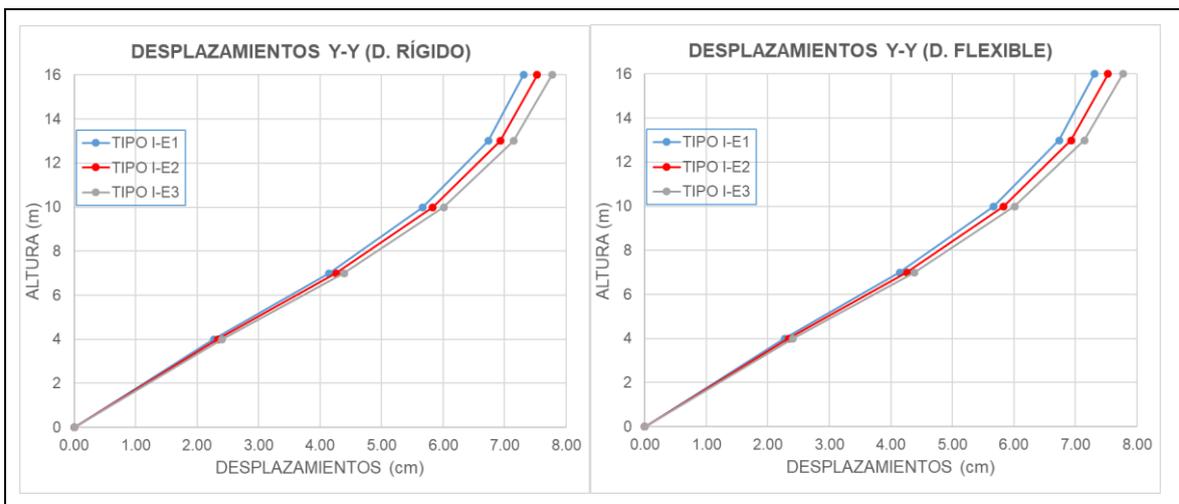
La tabla 56 y figura 59 expresan que a mayor masa en el techo y mayor cantidad de niveles se incrementan los desplazamientos laterales.

**Tabla 56:**

*Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo I-E1	E. tipo I-E2	E. tipo I-E3	E. tipo I-E1	E. tipo I-E2	E. tipo I-E3
5°	16	7.31	7.53	7.77	7.31	7.53	7.77
4°	13	6.73	6.93	7.15	6.74	6.93	7.15
3°	10	5.67	5.83	6.01	5.67	5.83	6.01
2°	7	4.14	4.26	4.39	4.14	4.26	4.39
1°	4	2.27	2.34	2.40	2.27	2.34	2.41

Fuente: Elaboración propia



**Figura 59:** Desplazamientos del E. tipo I con E1, E2 y E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

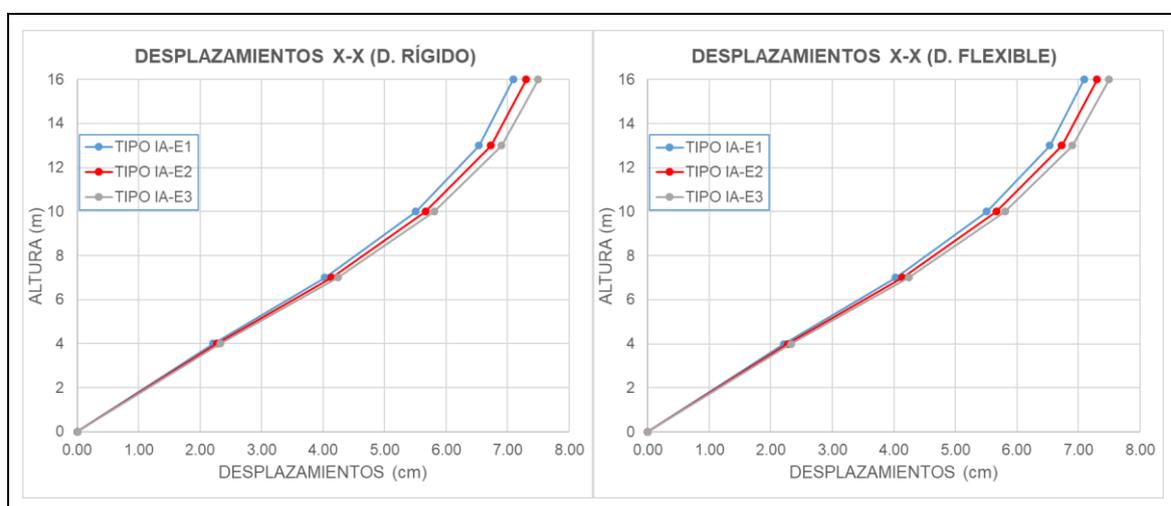
La tabla 57 y figura 60 muestran que el edificio con menor espesor de la capa de compresión del diafragma presenta menores desplazamientos.

**Tabla 57:**

*Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IA-E1	E. tipo IA-E2	E. tipo IA-E3	E. tipo IA-E1	E. tipo IA-E2	E. tipo IA-E3
5°	16	7.09	7.30	7.50	7.09	7.30	7.50
4°	13	6.53	6.73	6.90	6.54	6.73	6.90
3°	10	5.51	5.66	5.80	5.51	5.66	5.81
2°	7	4.03	4.14	4.24	4.03	4.14	4.24
1°	4	2.21	2.27	2.33	2.21	2.27	2.33

Fuente: Elaboración propia



**Figura 60:** Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

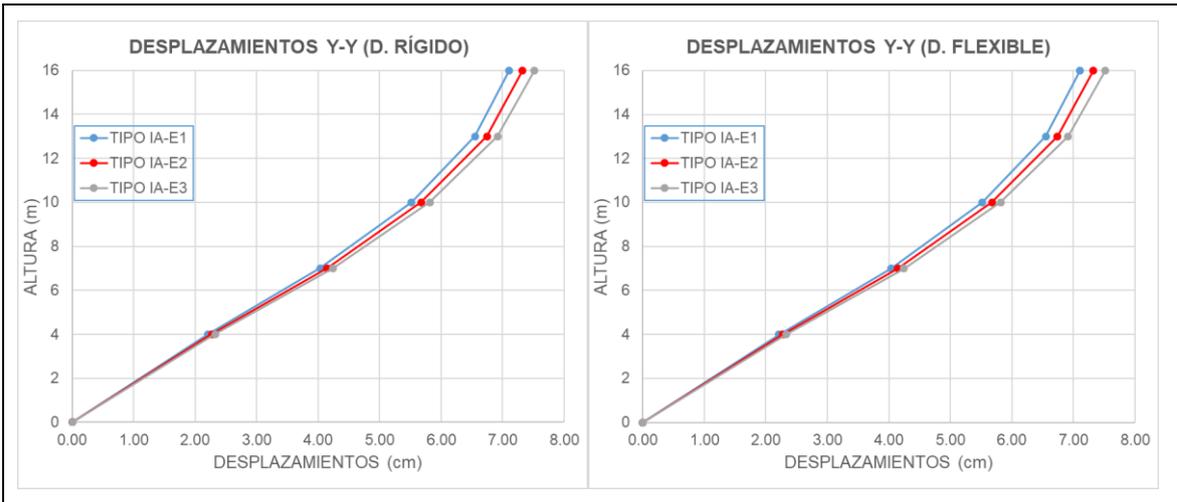
La tabla 58 y figura 61 muestran que el edificio con menos masa en el techo sigue teniendo menor desplazamiento lateral respecto a los que poseen E2 y E3.

**Tabla 58:**

*Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IA-E1	E. tipo IA-E2	E. tipo IA-E3	E. tipo IA-E1	E. tipo IA-E2	E. tipo IA-E3
5°	16	7.11	7.32	7.52	7.11	7.32	7.52
4°	13	6.55	6.74	6.92	6.55	6.74	6.92
3°	10	5.52	5.67	5.82	5.52	5.68	5.82
2°	7	4.03	4.14	4.25	4.03	4.14	4.25
1°	4	2.21	2.27	2.33	2.21	2.27	2.33

Fuente: Elaboración propia



**Figura 61:** Desplazamientos del E. tipo IA con E1, E2 y E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

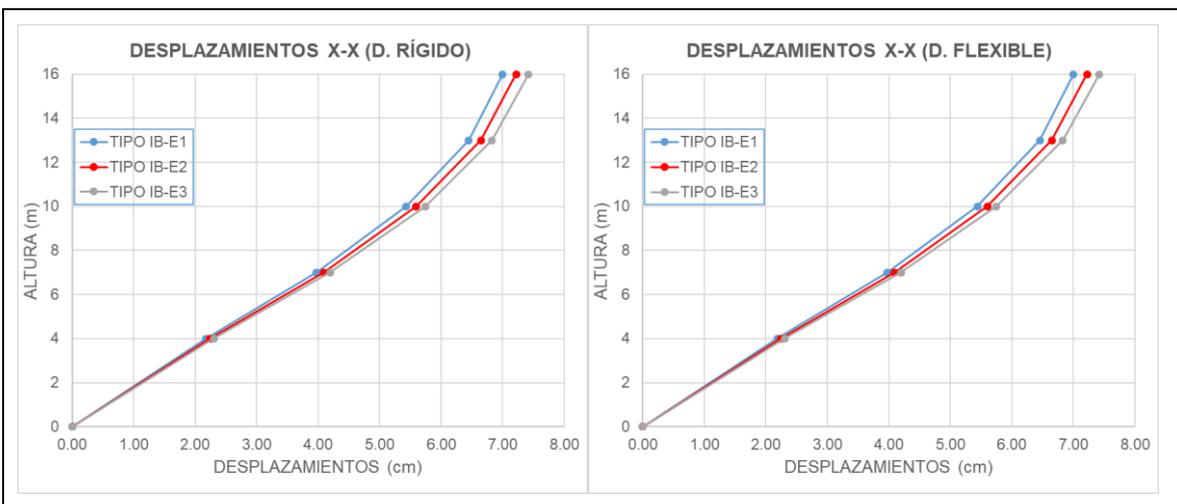
La tabla 59 y figura 62 expresan menor desplazamiento por parte del edificio con espesor menor E1.

**Tabla 59:**

*Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	$H_{TOTAL}$ (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IB-E1	E. tipo IB-E2	E. tipo IB-E3	E. tipo IB-E1	E. tipo IB-E2	E. tipo IB-E3
5°	16	7.00	7.22	7.42	7.00	7.22	7.42
4°	13	6.45	6.65	6.83	6.45	6.65	6.83
3°	10	5.43	5.60	5.74	5.44	5.60	5.75
2°	7	3.97	4.09	4.20	3.97	4.09	4.20
1°	4	2.18	2.25	2.30	2.18	2.25	2.30

Fuente: Elaboración propia



**Figura 62:** Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

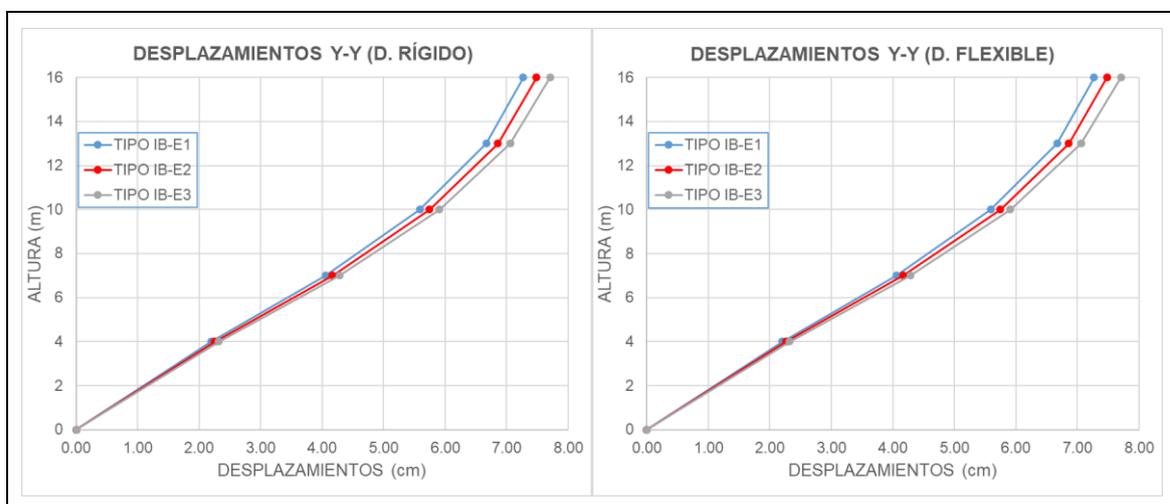
La tabla 60 y figura 63 muestran que la razón de menor desplazamiento en los edificios es por razones de tener menor masa o peso en el techo.

**Tabla 60:**

*Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IB-E1	E. tipo IB-E2	E. tipo IB-E3	E. tipo IB-E1	E. tipo IB-E2	E. tipo IB-E3
5°	16	7.27	7.48	7.70	7.27	7.48	7.71
4°	13	6.67	6.86	7.06	6.67	6.86	7.06
3°	10	5.59	5.74	5.91	5.59	5.75	5.91
2°	7	4.06	4.17	4.28	4.06	4.17	4.28
1°	4	2.20	2.26	2.32	2.20	2.26	2.32

Fuente: Elaboración propia



**Figura 63:** Desplazamientos del E. tipo IB con E1, E2 y E3 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:2

En este apartado se presentan los resultados de desplazamientos laterales de los edificios con diferentes espesores de la capa de compresión del diafragma.

Lo obtenido nos da a conocer que por más que se tenga aberturas centrales o laterales el aumento de espesor no favorece de manera significativa al comportamiento de la estructura, siendo así se precisa que a mayor masa y mayor cantidad de niveles los valores de desplazamientos laterales se incrementan de manera significativa en ambas direcciones de análisis, asimismo la condición de diafragma rígido y flexible no influye de manera considerable en el comportamiento de la estructura basado en desplazamientos laterales.

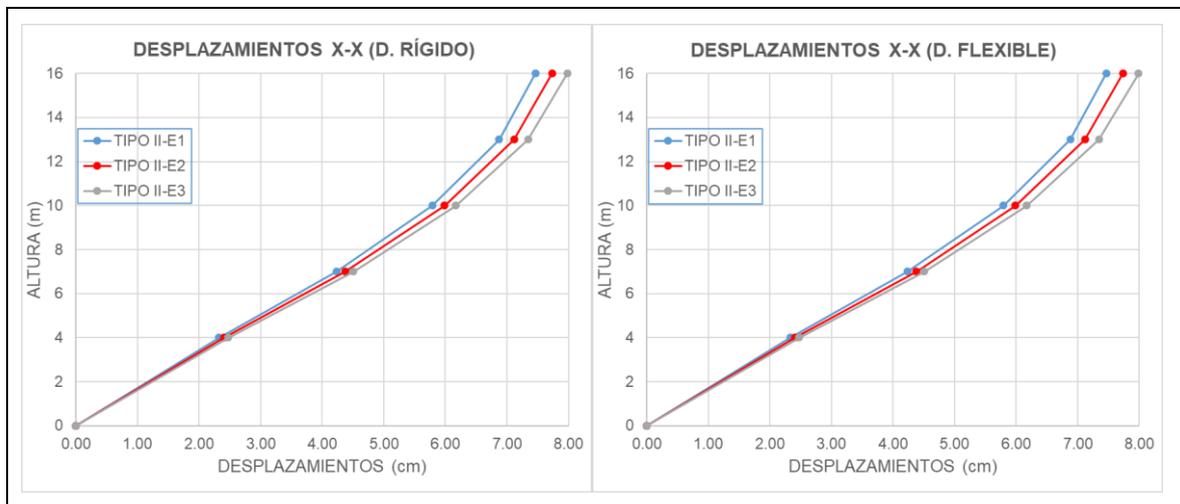
La tabla 61 y figura 64 nos da a conocer que el edificio con menor peso en el techo tiene mejor comportamiento respecto a los que tienen mayores espesores.

**Tabla 61:**

*Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo II-E1	E. tipo II-E2	E. tipo II-E3	E. tipo II-E1	E. tipo II-E2	E. tipo II-E3
5°	16	7.46	7.73	7.98	7.47	7.73	7.99
4°	13	6.87	7.11	7.34	6.88	7.12	7.34
3°	10	5.79	5.99	6.17	5.79	5.99	6.17
2°	7	4.23	4.37	4.51	4.23	4.38	4.51
1°	4	2.33	2.40	2.48	2.33	2.41	2.48

Fuente: Elaboración propia



**Figura 64:** Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

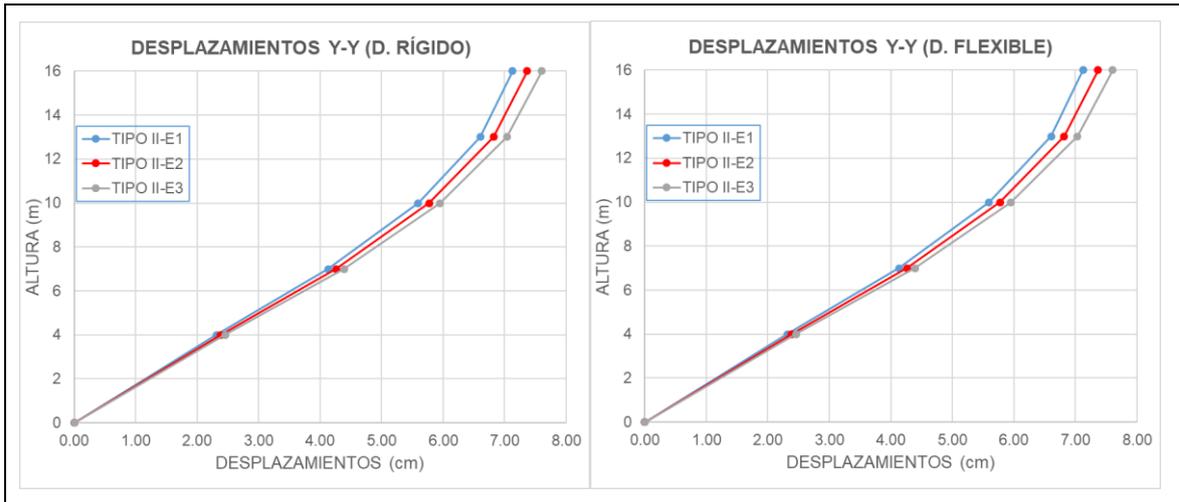
La tabla 62 y figura 65 da a conocer que el edificio con menor peso en el techo sigue teniendo mejor comportamiento por presentar menor desplazamiento.

**Tabla 62:**

*Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo II-E1	E. tipo II-E2	E. tipo II-E3	E. tipo II-E1	E. tipo II-E2	E. tipo II-E3
5°	16	7.13	7.37	7.61	7.13	7.37	7.61
4°	13	6.60	6.82	7.03	6.60	6.82	7.04
3°	10	5.60	5.77	5.95	5.60	5.77	5.95
2°	7	4.13	4.26	4.39	4.13	4.26	4.39
1°	4	2.31	2.38	2.46	2.32	2.39	2.46

Fuente: Elaboración propia



**Figura 65:** Desplazamientos del E. tipo II con E1, E2 y E3 en Y-Y  
 Fuente: Elaboración propia

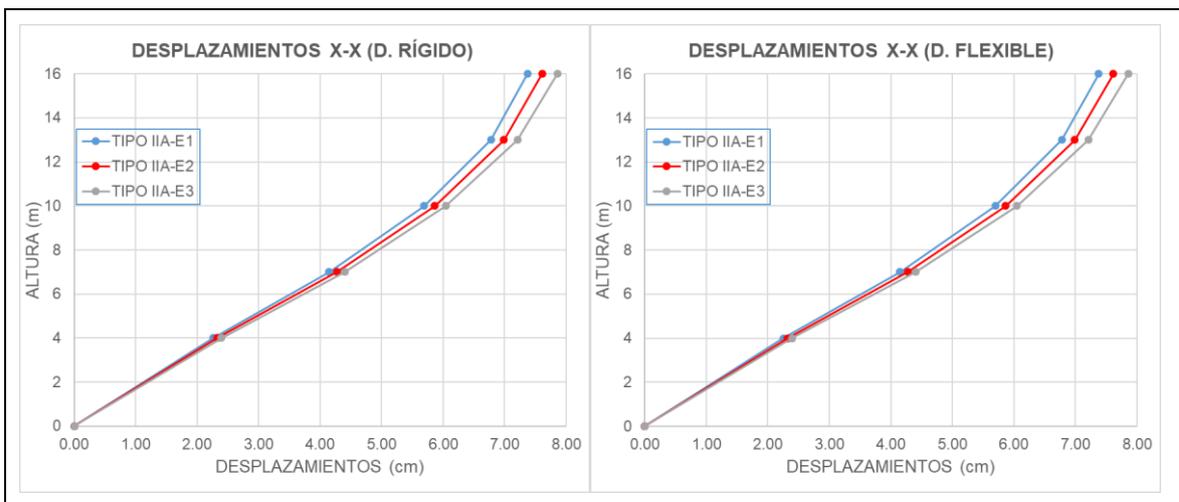
La tabla 63 y figura 66 indican que a medida que se aumentan los espesores y niveles los desplazamientos se incrementan considerablemente.

**Tabla 63:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIA-E1	E. tipo IIA-E2	E. tipo IIA-E3	E. tipo IIA-E1	E. tipo IIA-E2	E. tipo IIA-E3
5°	16	7.37	7.61	7.86	7.38	7.62	7.86
4°	13	6.78	6.99	7.21	6.78	6.99	7.21
3°	10	5.69	5.86	6.04	5.70	5.87	6.05
2°	7	4.15	4.27	4.40	4.15	4.27	4.40
1°	4	2.26	2.33	2.40	2.25	2.32	2.39

Fuente: Elaboración propia



**Figura 66:** Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en X-X  
 Fuente: Elaboración propia

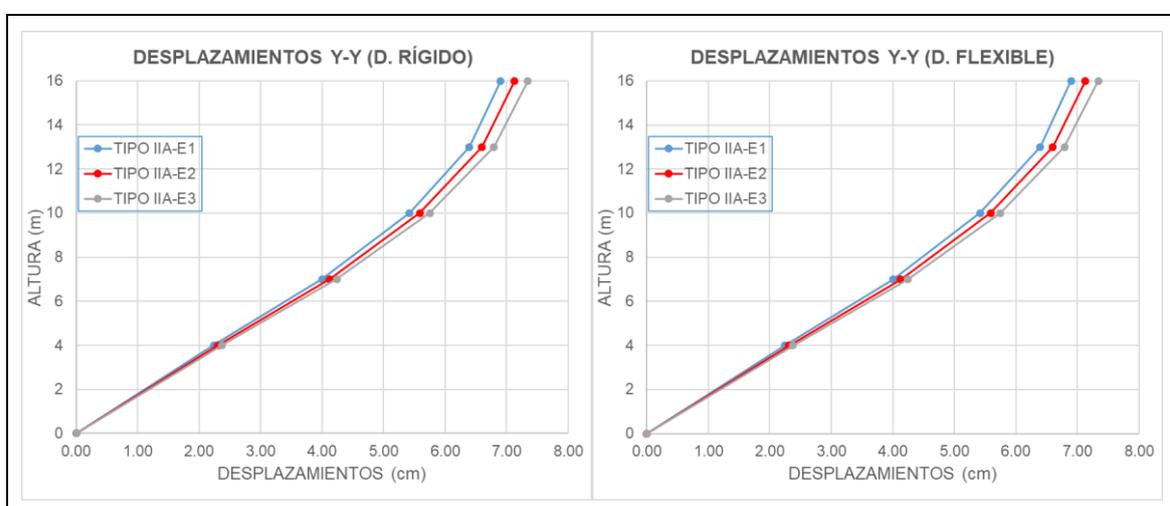
La tabla 64 y figura 67 similar a las otras edificaciones el edificio con menor masa se comporta mejor por presentar menores desplazamientos.

**Tabla 64:**

*Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIA-E1	E. tipo IIA-E2	E. tipo IIA-E3	E. tipo IIA-E1	E. tipo IIA-E2	E. tipo IIA-E3
5°	16	6.90	7.13	7.34	6.90	7.13	7.34
4°	13	6.39	6.60	6.79	6.39	6.60	6.79
3°	10	5.42	5.59	5.75	5.42	5.59	5.75
2°	7	4.00	4.13	4.24	4.00	4.12	4.24
1°	4	2.24	2.31	2.37	2.24	2.31	2.37

Fuente: Elaboración propia



**Figura 67:** Desplazamientos del E. tipo IIA con E1, E2 y E3 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

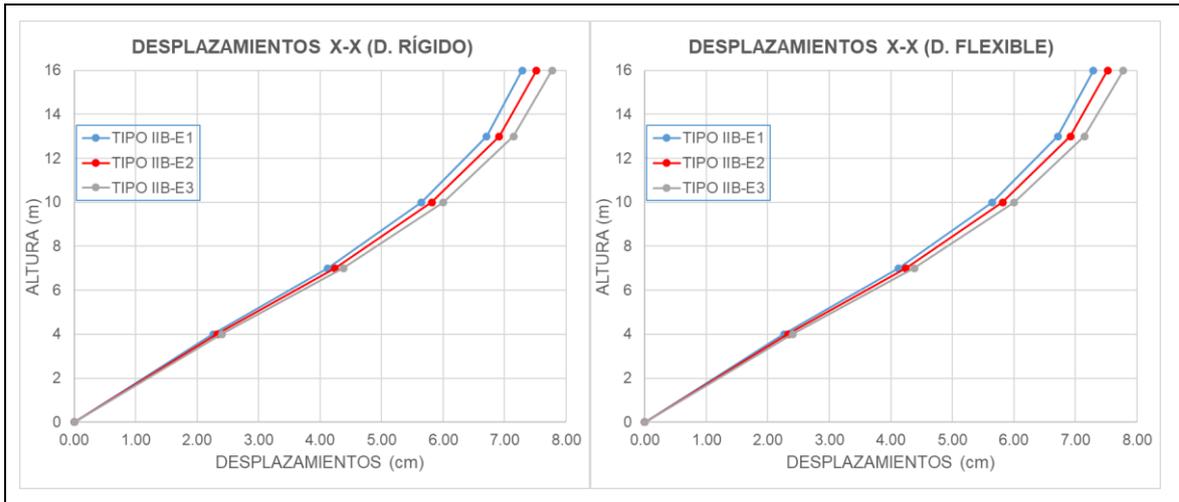
La tabla 65 y figura 68 dan a conocer que a mayor espesor y mayor cantidad de niveles los desplazamientos se incrementan de manera significativa.

**Tabla 65:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIB-E1	E. tipo IIB-E2	E. tipo IIB-E3	E. tipo IIB-E1	E. tipo IIB-E2	E. tipo IIB-E3
5°	16	7.29	7.52	7.77	7.29	7.52	7.78
4°	13	6.71	6.91	7.14	6.71	6.92	7.15
3°	10	5.65	5.81	6.00	5.65	5.82	6.01
2°	7	4.12	4.25	4.38	4.13	4.25	4.38
1°	4	2.26	2.33	2.40	2.26	2.33	2.40

Fuente: Elaboración propia



**Figura 68:** Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

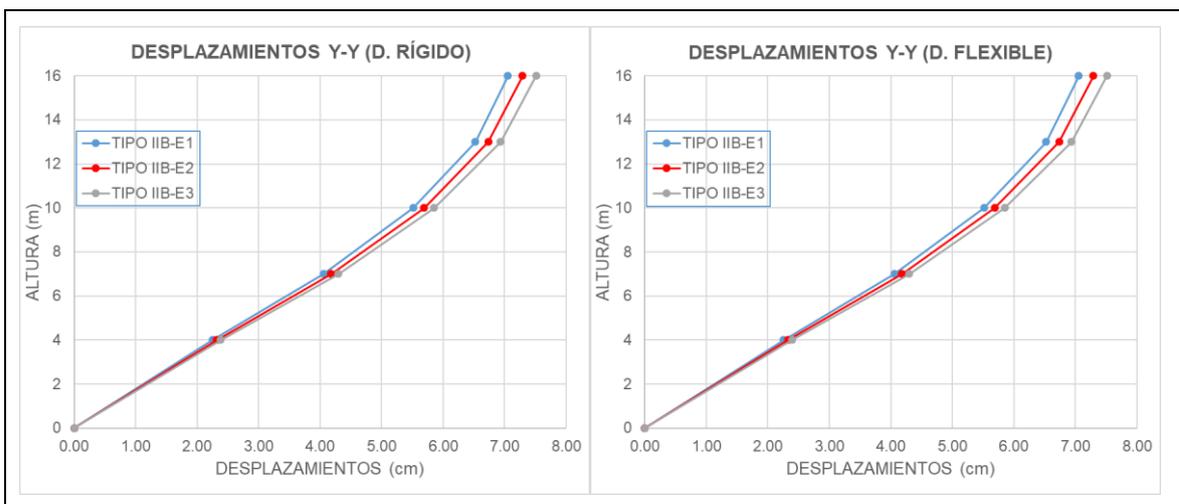
La tabla 66 y figura 67 indican que el edificio con menor espesor al igual que los otros edificios sigue presentando menores desplazamientos laterales.

**Tabla 66:**

*Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	$H_{TOTAL}$ (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIB-E1	E. tipo IIB-E2	E. tipo IIB-E3	E. tipo IIB-E1	E. tipo IIB-E2	E. tipo IIB-E3
5°	16	7.05	7.29	7.51	7.05	7.29	7.51
4°	13	6.52	6.74	6.93	6.52	6.74	6.93
3°	10	5.51	5.69	5.85	5.51	5.69	5.85
2°	7	4.05	4.18	4.30	4.05	4.18	4.30
1°	4	2.25	2.32	2.39	2.26	2.33	2.39

Fuente: Elaboración propia



**Figura 69:** Desplazamientos del E. tipo IIB con E1, E2 y E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

### Configuración en planta 1:3

En este apartado se dan a conocer los resultados de desplazamientos laterales de los edificios usando diferentes espesores de la capa de compresión del diafragma.

Los valores obtenidos nos muestran de la misma forma que los edificios de diferentes configuraciones en planta que a medida que se aumenta el espesor y los niveles los desplazamientos se incrementan considerablemente. Cuando el diafragma presenta aberturas el aumento de espesor mejora el comportamiento de la estructura en la dirección desfavorable.

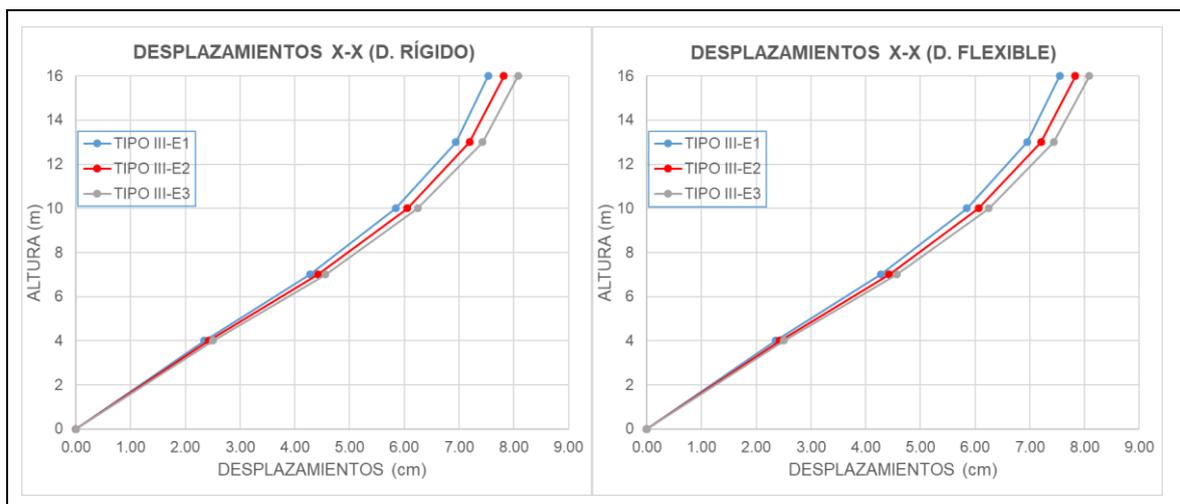
La tabla 67 y figura 68 nos da a conocer a mayor altura y mayor masa también es mayor los desplazamientos laterales de los edificios sin abertura en la dirección X-X.

**Tabla 67:**

*Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo III-E1	E. tipo III-E2	E. tipo III-E3	E. tipo III-E1	E. tipo III-E2	E. tipo III-E3
5°	16	7.53	7.82	8.08	7.55	7.83	8.09
4°	13	6.94	7.19	7.43	6.95	7.20	7.44
3°	10	5.84	6.05	6.24	5.85	6.06	6.25
2°	7	4.27	4.42	4.56	4.28	4.43	4.57
1°	4	2.35	2.43	2.51	2.35	2.43	2.51

Fuente: Elaboración propia



**Figura 70:** Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

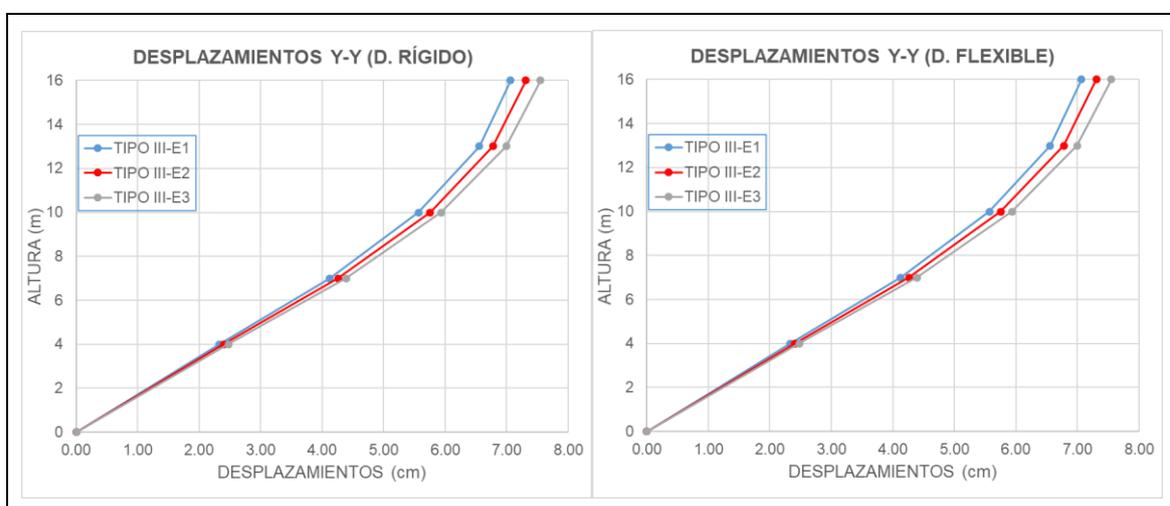
La tabla 68 y figura 71 nos indica que a mayor masa en el techo mayor desplazamiento, el edificio con menor espesor presenta menores desplazamientos.

**Tabla 68:**

*Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo III-E1	E. tipo III-E2	E. tipo III-E3	E. tipo III-E1	E. tipo III-E2	E. tipo III-E3
5°	16	7.06	7.31	7.55	7.06	7.31	7.55
4°	13	6.56	6.78	7.00	6.56	6.78	7.00
3°	10	5.57	5.75	5.93	5.57	5.75	5.93
2°	7	4.13	4.26	4.39	4.13	4.26	4.39
1°	4	2.33	2.40	2.48	2.33	2.41	2.48

Fuente: Elaboración propia



**Figura 71:** Desplazamientos del E. tipo III con E1, E2 y E3 en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

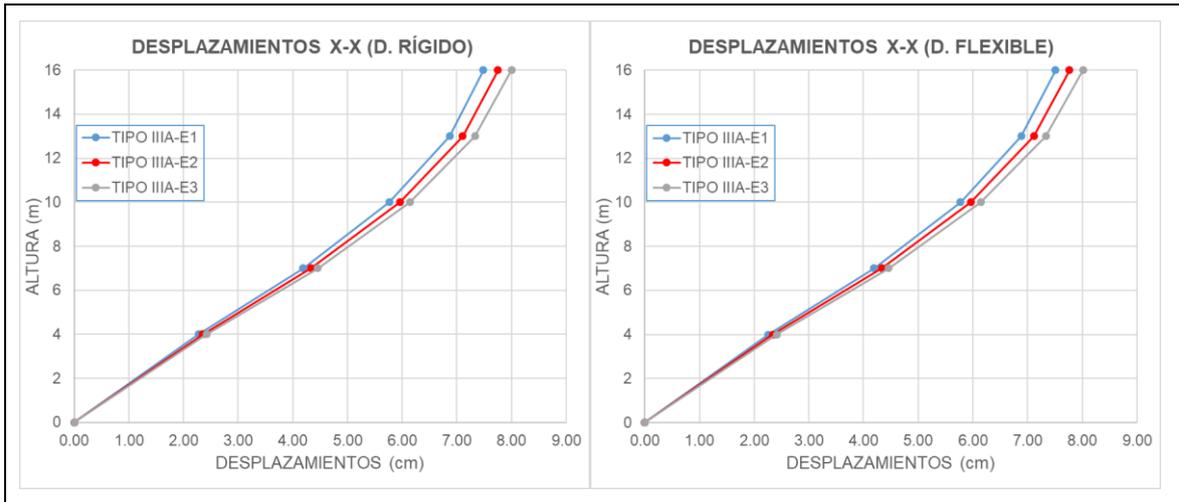
La tabla 69 y figura 72 dan a conocer que por más que se tenga abertura central, al tener mayor masa en el techo se incrementan los desplazamientos.

**Tabla 69:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIIA-E1	E. tipo IIIA-E2	E. tipo IIIA-E3	E. tipo IIIA-E1	E. tipo IIIA-E2	E. tipo IIIA-E3
5°	16	7.49	7.75	8.00	7.51	7.77	8.02
4°	13	6.87	7.11	7.33	6.88	7.12	7.34
3°	10	5.76	5.96	6.14	5.77	5.96	6.14
2°	7	4.19	4.33	4.46	4.19	4.33	4.46
1°	4	2.28	2.35	2.42	2.26	2.34	2.41

Fuente: Elaboración propia



**Figura 72:** Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en X-X  
Fuente: Elaboración propia

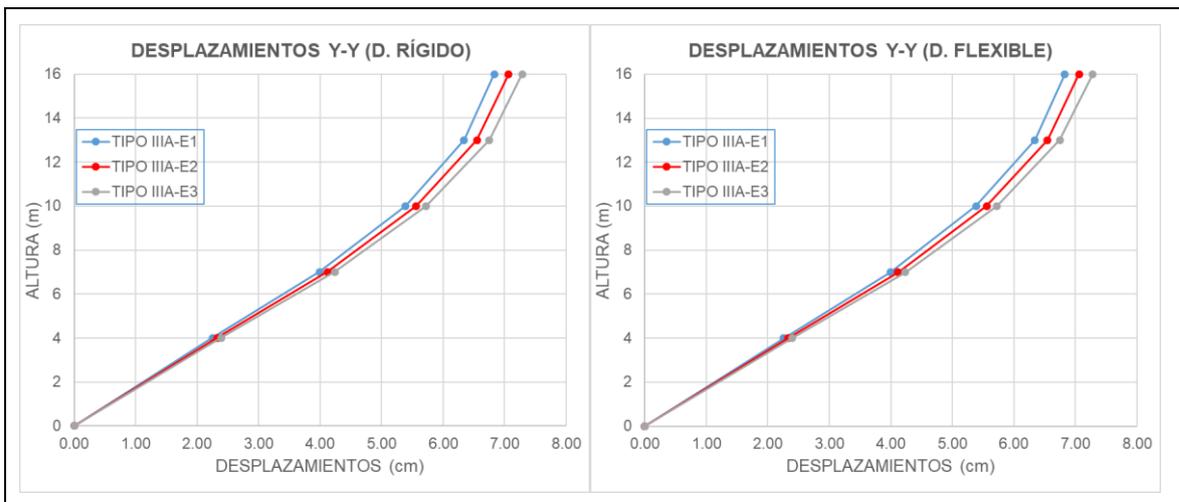
La tabla 70 y figura 73 del mismo modo que los demás edificios dan a conocer que a mayor masa y mayor altura mayor también son los desplazamientos.

**Tabla 70:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIIA-E1	E. tipo IIIA-E2	E. tipo IIIA-E3	E. tipo IIIA-E1	E. tipo IIIA-E2	E. tipo IIIA-E3
5°	16	6.83	7.06	7.28	6.83	7.06	7.28
4°	13	6.34	6.55	6.75	6.34	6.55	6.75
3°	10	5.39	5.56	5.73	5.39	5.56	5.72
2°	7	3.99	4.12	4.24	3.99	4.12	4.24
1°	4	2.25	2.32	2.39	2.26	2.33	2.39

Fuente: Elaboración propia



**Figura 73:** Desplazamientos del E. tipo IIIA con E1, E2 y E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

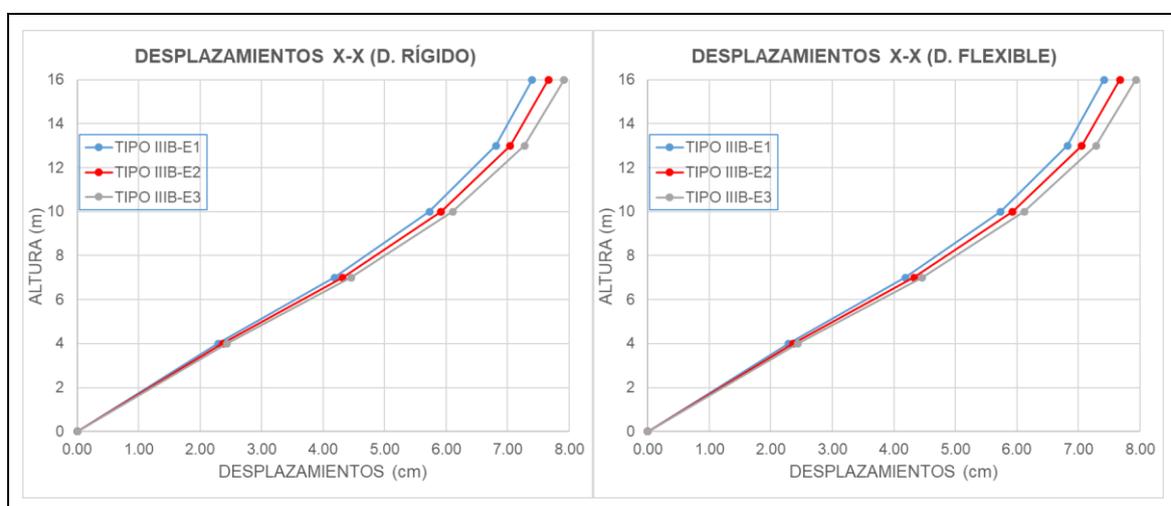
La tabla 71 y figura 74 indican el aumento de espesor en edificios con aberturas no mejoran su comportamiento de manera significativa.

**Tabla 71:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en X-X*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIIB-E1	E. tipo IIIB-E2	E. tipo IIIB-E3	E. tipo IIIB-E1	E. tipo IIIB-E2	E. tipo IIIB-E3
5°	16	7.40	7.66	7.92	7.42	7.68	7.93
4°	13	6.81	7.04	7.27	6.82	7.05	7.29
3°	10	5.73	5.92	6.11	5.74	5.93	6.12
2°	7	4.18	4.32	4.46	4.19	4.32	4.46
1°	4	2.29	2.37	2.44	2.29	2.37	2.44

Fuente: Elaboración propia



**Figura 74:** Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en X-X

Fuente: Elaboración propia

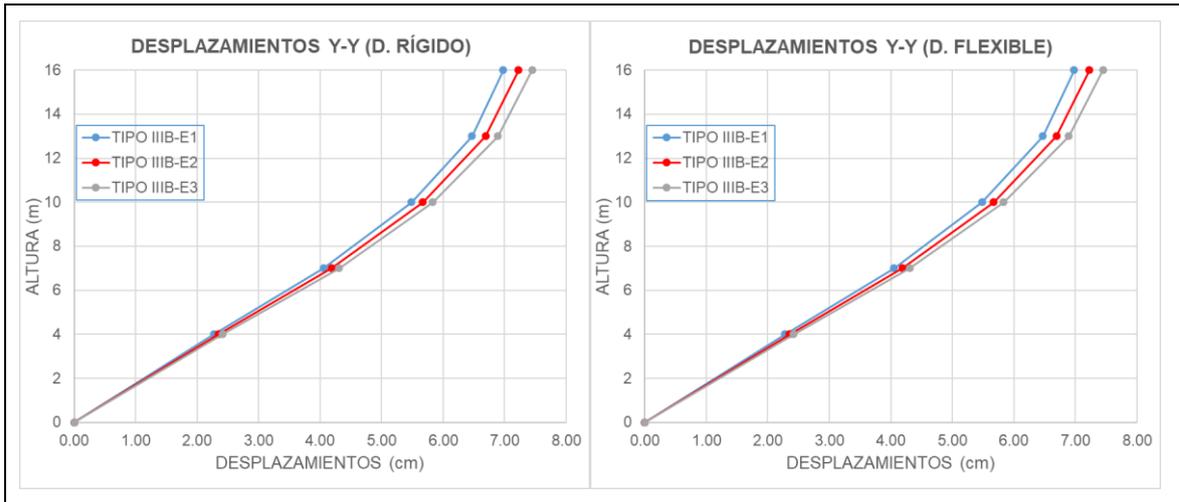
La tabla 72 y figura 75 nos da a conocer que en edificios con abertura lateral el aumento de espesor no mejora el comportamiento basado en desplazamientos.

**Tabla 72:**

*Desplazamientos del E. tipo IIIB con E1, E2 y E3 en Y-Y*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Desplazamientos D. R. (cm)			Desplazamientos D. F. (cm)		
		E. tipo IIIB-E1	E. tipo IIIB-E2	E. tipo IIIB-E3	E. tipo IIIB-E1	E. tipo IIIB-E2	E. tipo IIIB-E3
5°	16	6.98	7.23	7.45	6.98	7.23	7.45
4°	13	6.47	6.69	6.89	6.47	6.69	6.89
3°	10	5.48	5.67	5.83	5.48	5.67	5.83
2°	7	4.05	4.19	4.31	4.05	4.19	4.31
1°	4	2.27	2.35	2.41	2.28	2.35	2.42

Fuente: Elaboración propia



**Figura 75:** Desplazamientos del E. tipo III-B con E1, E2 y E3 en Y-Y  
Fuente: Elaboración propia

### Resultados de derivas y desplazamientos inelásticos de las configuraciones en planta 1:1, 1:2 y 1:3

Teniendo en cuenta que para el espesor E1=5cm, los edificios tipo I, II y III son los que presentan mayores desplazamientos entre todos los edificios en las diferentes configuraciones en planta, para este apartado son los que se consideran para realizar la comparación y verificar los valores obtenidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se pudo observar que la diferencia de desplazamientos laterales en edificios con la condición de diafragma rígido y flexible no es significativa, en esta sección se presenta solo los valores aplicando diafragmas rígidos.

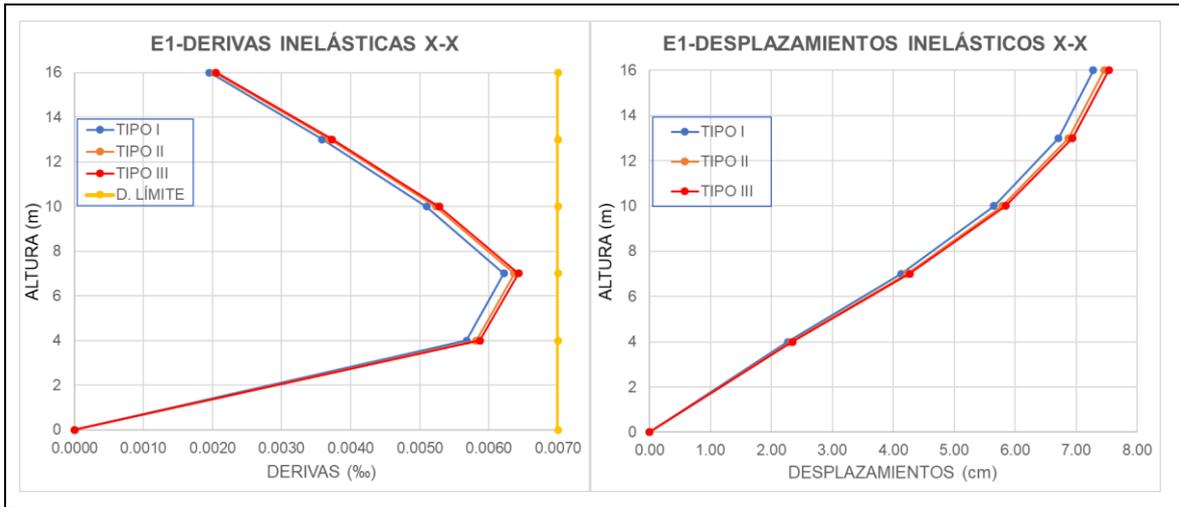
En la tabla 73 y figura 76 se observa que en la dirección X el edificio tipo I tiene valores menores respecto a los edificios tipo II y III.

**Tabla 73:**

*Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E1*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (‰)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0020	0.0020	0.0021	7.28	7.46	7.53
4°	13	0.0036	0.0037	0.0037	6.71	6.87	6.94
3°	10	0.0051	0.0052	0.0053	5.65	5.79	5.84
2°	7	0.0062	0.0064	0.0064	4.13	4.23	4.27
1°	4	0.0057	0.0058	0.0059	2.27	2.33	2.35

Fuente: Elaboración propia



**Figura 76:** Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E1  
Fuente: Elaboración propia

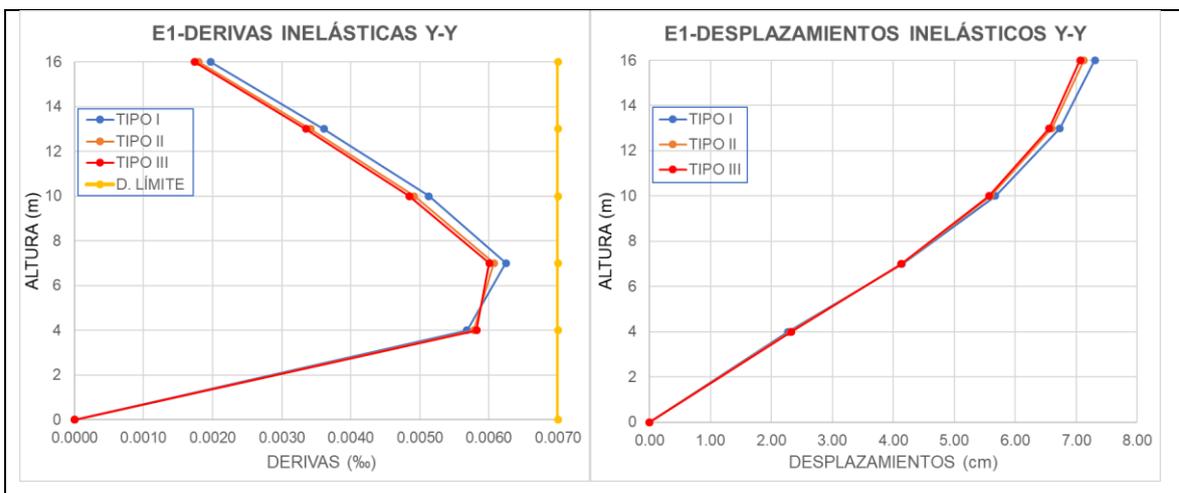
En la tabla 74 y figura 77 el E. tipo I en Y-Y con E1 es el que en el techo tiene valores menores, pero en el techo 5 presenta los mayores valores, siendo así el edificio con mayor relación de aspecto se comporta mejor en la dirección Y.

**Tabla 74:**

*Derivas y desplazamiento de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E1*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (‰)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0020	0.0018	0.0017	7.31	7.13	7.06
4°	13	0.0036	0.0034	0.0034	6.73	6.60	6.56
3°	10	0.0051	0.0049	0.0048	5.67	5.60	5.57
2°	7	0.0062	0.0061	0.0060	4.14	4.13	4.13
1°	4	0.0057	0.0058	0.0058	2.27	2.31	2.33

Fuente: Elaboración propia



**Figura 77:** Derivas y desplazamiento de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E1  
Fuente: Elaboración propia

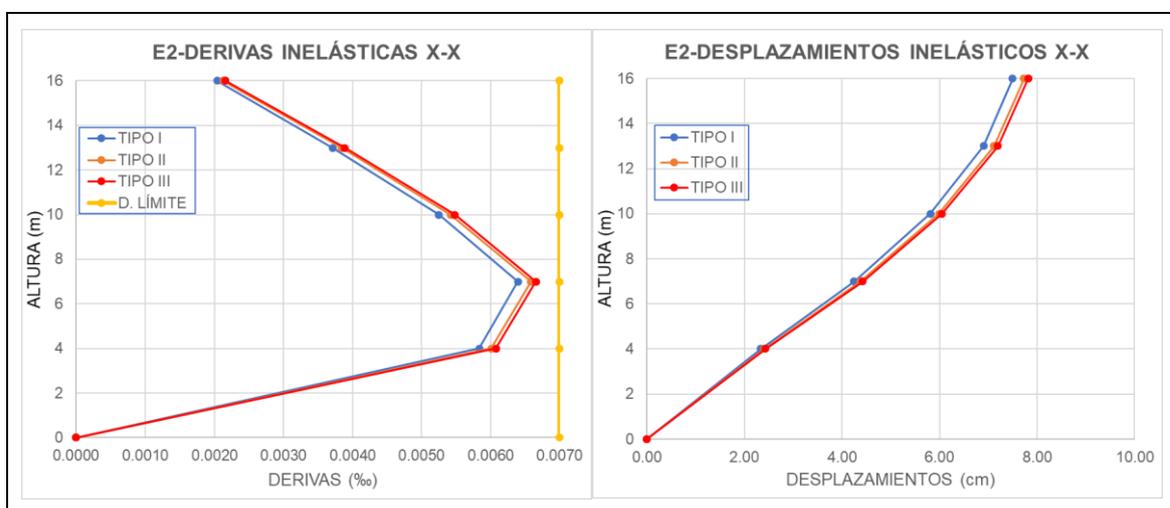
La tabla 75 y figura 78 nos da a conocer que el edificio tipo I es el que presenta los menores valores respecto a los demás edificios.

**Tabla 75:**

*Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E2*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (‰)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0020	0.0021	0.0022	7.50	7.73	7.82
4°	13	0.0037	0.0038	0.0039	6.90	7.11	7.19
3°	10	0.0053	0.0054	0.0055	5.81	5.99	6.05
2°	7	0.0064	0.0066	0.0067	4.25	4.37	4.42
1°	4	0.0058	0.0060	0.0061	2.33	2.40	2.43

Fuente: Elaboración propia



**Figura 78:** Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E2

Fuente: elaboración propia

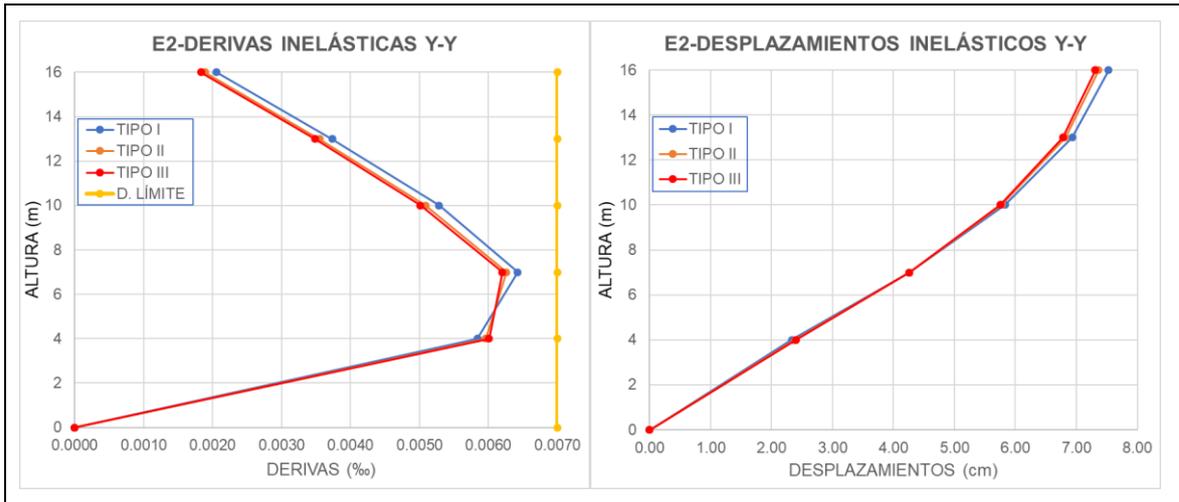
La tabla 76 y figura 79 nos indica que en la dirección Y el edificio más alargado es el que se comporta mejor a partir del segundo nivel.

**Tabla 76:**

*Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E2*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (‰)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0021	0.0019	0.0018	7.53	7.37	7.31
4°	13	0.0037	0.0036	0.0035	6.93	6.82	6.78
3°	10	0.0053	0.0051	0.0050	5.83	5.77	5.75
2°	7	0.0064	0.0063	0.0062	4.26	4.26	4.26
1°	4	0.0058	0.0060	0.0060	2.34	2.38	2.40

Fuente: Elaboración propia



**Figura 79:** Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E2  
Fuente: Elaboración propia

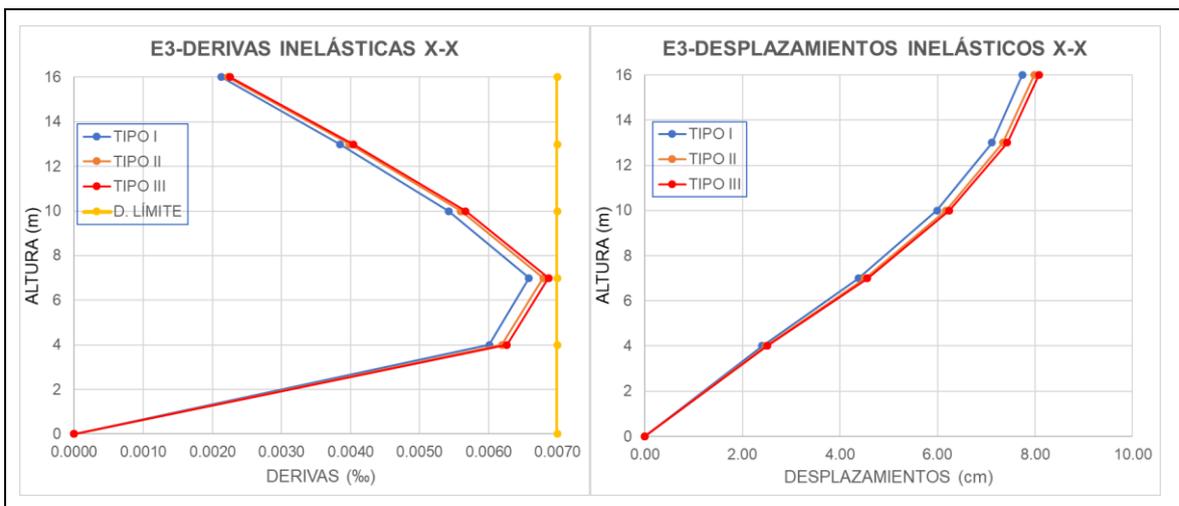
La tabla 77 y figura 80 expresa que en la dirección X el edificio que se comporta mejor es el tipo I (1:1), por tener menores valores.

**Tabla 77:**

*Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E3*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (%)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0021	0.0022	0.0023	7.74	7.98	8.08
4°	13	0.0038	0.0040	0.0040	7.12	7.34	7.43
3°	10	0.0054	0.0056	0.0057	5.99	6.17	6.24
2°	7	0.0066	0.0068	0.0069	4.38	4.51	4.56
1°	4	0.0060	0.0062	0.0063	2.40	2.48	2.51

Fuente: Elaboración propia



**Figura 80:** Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en X-X con E3  
Fuente: Elaboración propia

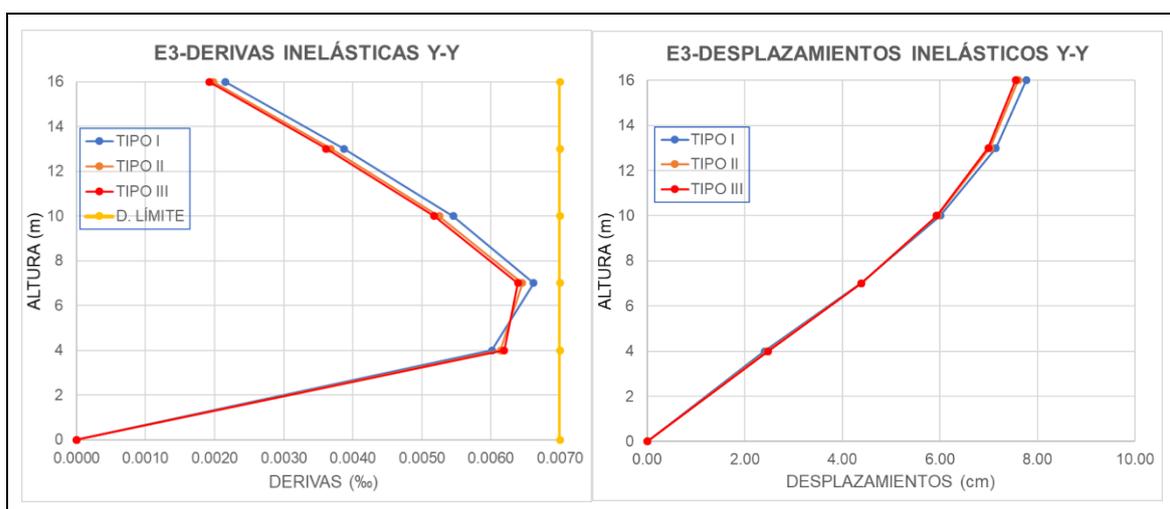
En la tabla 78 y figura 81 se observa que en la dirección Y el edificio tipo I se comporta mejor en el primer nivel, lo contrario ocurre en los niveles superiores pues es el que alcanza los desplazamientos mucho mayores respecto a los edificios con diferente configuración.

**Tabla 78:**

*Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E3*

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS (%)			DESPLAZAMIENTOS (cm)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III	Edificio Tipo I	Edificio Tipo II	Edificio Tipo III
5°	16	0.0022	0.0020	0.0019	7.77	7.61	7.55
4°	13	0.0039	0.0037	0.0036	7.15	7.03	7.00
3°	10	0.0055	0.0053	0.0052	6.01	5.95	5.93
2°	7	0.0066	0.0065	0.0064	4.39	4.39	4.39
1°	4	0.0060	0.0061	0.0062	2.40	2.46	2.48

Fuente: Elaboración propia



**Figura 81:** Derivas y desplazamientos de los E. tipo I, II y III en Y-Y con E3

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado todo el procedimiento a cada uno de los modelos estructurales en las dos direcciones de análisis aplicando las condiciones de diafragma rígido y flexible. Se observó en todos los casos que la diferencia de las dos condiciones utilizadas no es significativa en las configuraciones en planta 1:1 y 1:2, en cambio en la configuración en planta 1:3 principalmente en la dirección Y se observa que a partir del tercer nivel la diferencia se incrementa considerablemente, mayor es el incremento con la presencia de las aberturas tanto centrales como laterales.

## V. DISCUSIÓN

Al realizar el análisis estructural de los edificios aporticados de uso para oficinas en base al cambio de geometría del diafragma, con los diferentes espesores, se obtienen valores de derivas y desplazamientos laterales inelásticos, con tales valores se hace la comparación para observar si al ser un diafragma flexible obtiene mayor desplazamiento que un diafragma rígido. En algunos casos no se encontraron estudios similares a lo planteado en la presente investigación, por lo tanto, se hace la comparación de manera general.

### **Análisis de resultados de edificios con presencia de aberturas centrales**

En el caso del análisis de edificios con la presencia de aberturas centrales en el diafragma, en la configuración en planta 1:1, con espesor de la losa tradicional E1 y dirección X-X se obtienen valores de desplazamientos inelásticos menores que los valores de los edificios sin abertura hasta en un 2.68% en el techo 1 y un 2.59% en el techo 5. En la dirección Y-Y igualmente se tiene valores menores de 2.68% en el techo 1 y 2.71% en el techo 5. Los valores obtenidos mediante el análisis con los espesores E2 y E3 son similares a los mencionados, pero logrando valores mucho más menores hasta en un 3.16%. Lo obtenido al ser diafragma flexible es menor en 0.01% al ser diafragma rígido y no es significativo.

Los valores de las estructuras con configuración en planta 1:2 (tipo IIA) respecto a los valores de los edificios tipo II, analizados con espesor E1 y dirección X-X, empiezan a mostrar diferencia a medida que se incrementan los niveles alcanzando valores menores de 2.80% en el techo 1 y 1.90% en el techo 5. En la dirección Y-Y la diferencia es menor en 3.14% en el techo 1 y 3.18% en el techo 5. Lo obtenido del análisis con los espesores E2 y E3 son similares a los detallado líneas anteriores, pero la diferencia se centra que al contar con espesores mayores la diferencia se incrementa y alcanza valores menores hasta un 3.19%. Los valores obtenidos al aplicar el diafragma flexible ya presentan incompatibilidades en la dirección X-X, pues presenta valores del edificio con E1 menores entre 3.29% en el techo 1 y 1.13% en el techo 5.

En la dirección X-X con configuración en planta 1:3 y espesor E1 el edificio tipo IIIA respecto al edificio tipo III presenta desplazamientos menores de 2.93% en el techo 1 y 0.63% en el techo 5. En la dirección Y-Y alcanza valores menores de

3.27 y 3.31 en el techo 1 y 5 respectivamente. Los resultados del análisis realizado a los edificios con los espesores E2 y E3 nos dan a conocer que un diafragma con mayor espesor de la capa de compresión presenta desplazamientos menores, en este caso hasta un 3.28%. la condición de diafragma flexible en el edificio con E1 presenta incompatibilidad de desplazamientos entre 3.97% en el techo 1 y 0.49% en el techo 5.

En la dirección X-X a medida que se incrementa la relación de aspecto y la cantidad de niveles los edificios con abertura central empiezan a presentar mayores desplazamientos y es más desfavorable respecto a los demás edificios. En cambio, en la dirección Y-Y a medida que se incrementa la relación de aspecto se comporta de manera más favorable por tener menores desplazamientos que el resto de los edificios estudiados.

### **Análisis de resultados de edificios con presencia de aberturas laterales**

Con respecto al análisis de edificios con la presencia de aberturas laterales en el diafragma, en la configuración en planta 1:1, con espesor de una losa tradicional E1 y dirección X-X se alcanzan valores de desplazamientos inelásticos menores que los que se obtienen de los edificios sin abertura hasta en un 3.92% en el techo 1 y 3.85% en el techo 5. En la dirección Y-Y ya es desfavorable la condición de abertura lateral, aun así presentan valores menores que van desde 3.37% en el techo 1 y 0.52% en el techo 5. Los valores obtenidos mediante el análisis con los espesores E2 y E3 son similares a los ya indicados, pero logran valores mucho más menores hasta en un 4.14% en el techo 1 y 4.08% en el techo 5 en la dirección X-X y en la dirección Y-Y se alcanza valores que van desde un 3.63% en el primer techo y 0.83% en el último techo. Lo obtenido al ser diafragma flexible es menor en 0.19% al ser diafragma rígido en la dirección desfavorable Y-Y.

Los valores con la configuración en planta 1:2 (tipo IIB) respecto a los valores de los edificios tipo II, analizados con espesor E1 y dirección X-X son menores, pero a medida que se incrementen los niveles la diferencia es cada vez mínima hasta en un 2.75% en el techo 1 y 2.36% en el techo 5. En la dirección Y-Y la diferencia se acorta pues en el techo 1 es menor en 2.66% y en el techo 5 es menor

en 1.02%. los resultados del modelo con espesores E2 y E3 alcanzan valores menores hasta en un 3.03% y 2.65% en el techo 1 y 5 respectivamente en X-X y en Y-Y alcanzan valores menores de 2.86% y 1.23% en los pisos 1 y 5. La diferencia de usar diafragmas flexibles con respecto a los rígidos es menor en 0.1%.

En la configuración en planta 1:3 con espesor E1 y dirección X-X, el edificio tipo IIIB presenta valores menores hasta en un 2.35% en el techo 1 y 1.78% en el techo 5. En la dirección Y-Y se alcanzan valores menores de 2.37% y 1.19% en los pisos 1 y 5. Al realizar los análisis con espesores E2 y E3 nos muestra que en la dirección desfavorable Y-Y se obtiene valores menores de hasta 2.52% y 1.35% en los pisos 1 y 5 respectivamente. La condición de diafragma flexible en el edificio con E1 muestra valores menores en los primeros niveles de 2.62% y se acorta la diferencia en los pisos superiores hasta un 1.70%.

En la dirección Y-Y a medida que se aumenta la cantidad de niveles y la relación de aspecto los edificios con presencia de abertura laterales en los diafragmas empiezan a presentar mayores desplazamientos y es el más desfavorable respecto a los demás. Lo contrario ocurre en la dirección X-X que es el más favorable por presentar menores desplazamientos, pero al incrementar los niveles y relación de aspecto empieza a aumentar considerablemente sus desplazamientos.

### **Análisis de resultados de edificios en base al aumento de espesor del diafragma**

Los valores obtenidos de los edificios con diferentes espesores del diafragma, nos dan a conocer que a mayor masa o peso en el techo y a mayor cantidad de niveles es mayor los desplazamientos laterales.

En la configuración en planta 1:1 los valores de los edificios con E3 se exceden como máximo en 0.13cm en el techo 1 y en 0.46 cm en el techo 5 respecto al edificio con losa aligerada convencional, en ambas direcciones y con ambas condiciones de diafragma los valores son similares a lo indicado.

En la configuración en planta 1:2 lo obtenido de los edificios con espesor E3 se exceden como máximo en 0.15cm en el primer nivel y 0.52cm en el último nivel,

del mismo modo en ambas direcciones y con ambas condiciones de diafragma la diferencia es no significativa.

En la configuración en planta 1:3 se logran obtener valores de los edificios con espesor E3 se exceden como máximo en 0.16cm en el techo 1 y 0.56cm en el techo 5, asimismo en ambas direcciones y con ambas condiciones de diafragma la diferencia no es considerable.

El aumento de espesor genera mayor peso en cada techo, razón por la cual se obtuvieron valores de desplazamientos menores en los edificios con E1 que son las losas aligeradas convencionales. No obstante, es importante mencionar que, en los edificios con presencia de aberturas laterales y centrales en el diafragma, el aumento de espesor favorece en la distribución de las cargas laterales en la dirección más desfavorable de cada abertura.

Tena y Cortés (2009) indica que el mayor desplazamiento se encuentra en el nivel tres, la diferencia entre ambos diafragmas es poco significativo, por ello, en este caso cumple la condición de diafragma rígido para los tres sistemas de entrepiso considerados. A diferencia del autor mencionado, los valores obtenidos muestran que los mayores desplazamientos se encuentran en el nivel dos, esto debido a la altura de entrepiso del primer nivel.

Vielma y Mulder (2015) en su investigación, encontró valores de derivas máximas de edificios con diafragma flexible que son inferiores a los edificios con diafragmas rígidos. En comparación al autor citado las derivas con diafragma flexible en algunos casos son similares al del diafragma rígido, pero en algunos casos especialmente en los edificios con mayor relación de aspecto y con presencia de aberturas se genera una incompatibilidad de valores disminuyendo valores en los pisos inferiores y aumentando sus valores en los superiores.

Poveda (2014) logra obtener que el modelo con relación de aspecto 1:1 y 1:2 se clasifica como diafragma rígido y el modelo con relación de aspecto 1:3 tiene un comportamiento flexible. Con relación a lo obtenido por el autor citado, la presente investigación muestra valores donde la diferencia del diafragma rígido y flexible es mínima, pero en la configuración 1:3 se presentan valores que generan una incompatibilidad respecto a los que fueron modelados con la condición de diafragma rígido

## **VI. CONCLUSIONES**

1. los valores obtenidos para los edificios con configuración en planta 1:1 y 1:2 cuando se utilizó ambas condiciones de diafragma se obtuvieron diferencias que no son significativas, para los edificios con planta 1:3 se alcanzaron diferencias mínimas, pero a tener en cuenta a partir del nivel 4. Por lo que se concluye que la presencia de aberturas centrales y laterales a medida que se aumenta la relación de aspecto y la cantidad de niveles genera mayores desplazamientos en la dirección más desfavorable de la abertura o donde las vigas perimetrales son interrumpidas. Esta investigación evidencia cuantitativamente el asumir de manera práctica y simplificada la rigidez del diafragma.

2. En la dirección X-X los edificios con presencia de abertura central nos dan a conocer que en la configuración 1:3, los desplazamientos aumentan, pasando de tener valores menores de 2.59% a tener valores menores tan solo de 0.63% respecto al edificio sin aberturas, en la dirección opuesta ocurre lo contrario, pues en dicha configuración los valores son menores hasta en un 3.31%. por lo que se concluye que a medida que se incrementa la relación de aspecto y la cantidad de niveles en la dirección X-X los edificios con abertura central en el diafragma presentan mayores desplazamientos y son los más desfavorables respecto a los demás edificios, en cambio en la dirección Y-Y por tener los menores desplazamientos que el resto de los edificios se considera como los más favorables.

3. En la dirección Y-Y los edificios con presencia de abertura lateral expresan que en la configuración más esbelta 1:1 en los niveles superiores los desplazamientos aumentan, pasando de tener diferencia con valores menores de 1.35% a tan solo 0.52% respecto al edificio sin aberturas, en la dirección opuesta ocurre lo contrario, pues en dicha configuración los valores son mucho menores hasta en un 3.85%. por lo que se concluye que a medida que se incrementa la relación de aspecto y con la misma cantidad de niveles en la dirección Y-Y los edificios con abertura lateral presentan menores desplazamientos respecto a los edificios con geometría regular, en cambio en la dirección X-X los desplazamientos aumentan y son desfavorables.

4. Los edificios modelados con  $E_1=5\text{cm}$  muestran valores de derivas inelásticas menores de hasta 0.16cm en el techo 1 y 0.56cm en el techo 5 respecto a las que fueron modeladas con  $E_2=7.5\text{cm}$  y  $E_3=10\text{cm}$  en las diferentes

configuraciones en planta (1:1, 1;2 y 1:3). Con los diferentes espesores evaluados se concluye que a mayor masa o peso en el techo y a mayor cantidad de niveles son mayores los desplazamientos, no obstante, se precisa que, en los edificios con presencia de aberturas laterales y centrales en el diafragma, el aumento de espesor favorece en la distribución de las cargas laterales en la dirección más desfavorable de la abertura o donde las vigas perimetrales son interrumpidas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Cuando en la edificación es necesaria la presencia de aberturas centrales, se recomienda considerarla en edificios con niveles no mayores a 4 y configuraciones en planta no mayores a 1:2, asimismo se recomienda considerarlas en menor proporción posible.

2. Si para la construcción de una edificación es necesaria la presencia de aberturas laterales, se recomienda considerarla en edificios con niveles no mayores a 4 y con configuraciones en planta no mayores a 1:3, asimismo al tener dichas aberturas se recomienda considerar en lo posible vigas perimetrales, asimismo incrementar la rigidez lateral (elementos verticales de mayor sección).

3. Para edificios simétricos se recomienda considerar siempre un espesor de la capa de compresión de 5cm, y para edificios con mayor relación de aspecto en planta y que cuenten con diferentes aberturas de grandes proporciones, se recomienda aumentar mínimamente el espesor de la capa de compresión con un máximo de 1", asimismo se recomienda considerar mayor refuerzo de acero en dicha capa.

4. La investigación se realizó para el caso de parámetros propios de la zona y con la losa aligerada tradicional de poliestireno expandido o tecnopor, sin embargo, es necesario ampliar esta investigación, por lo cual se recomienda para futuras investigaciones considerar casos de diafragmas con mayores irregularidades en las que el cambio de geometría del diafragma sea aún más determinante.

## REFERENCIAS

- Aceituno, C., Silva, R., & Cruz, R. (2020). *Mitos y realidades de la investigación científica* (1 ed.).
- ACI 318S-19. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.
- Ahmed, A., & Wael, F. (2016). Influence of floor diaphragm-wall coupling on the system-level seismic performance of an asymmetrical reinforced concrete block building. *CHECK FOR UPDATES, Journal of structural engineering*.
- Basu, D., & Jain, S. K. (2004). Seismic analysis of asymmetric buildings with flexible floor diaphragms. *CHECK FOR UPDATES, Journal of structural engineering*.
- Blanco, A. (1994). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Céspedes, H. (2019). *Tesis para obtener el grado académico de maestro: Respuesta sísmica no lineal de puentes de concreto armado para la obtención y control de desplazamientos*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.
- CSI CARIBE. (s.f.). *Ingeniería civil-estructuras-software*. Recuperado el 26 de 05 de 2021, de <https://dcoloski.com/software-csi-2/>
- García , M. C., & Shimabuku, R. Á. (2018). *Evaluación estructural de una edificación con diafragma de entrepiso flexible y comparación con la división de la estructura a través de juntas sísmicas para edificaciones*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://doi.org/10.19083/tesis/624200>
- Hadianfard, M., & Sedaghat, S. (2013). Investigation of joist floor diaphragm flexibility on inelastic behavior of steel braced structures. *SCIENZA IRANICA, Transactions A: Civil Engineering*, 445 - 453.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2019). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1 ed.). McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Herrera, R. I., Saba, M. S., Mendoza, E. A., & Ugel, R. (2016). Vulnerabilidad sísmica de un edificio aporricado de concreto armado de cinco niveles, con

- irregularidad en planta y variaciones en el diafragma de piso. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Monsejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(2). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427749623012>
- Muñoz, A. (2020). *Comentarios a la norma peruana E.030 diseño sismorresistente*. SENCICO.
- Norma E.020. (2006). *Cargas*. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Norma Técnica E.030. (2018). *Diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones*. EDITORA PERÚ. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Ottazzi, G. (2014). *Apuntes del curso de análisis estructural I* (8 ed.).
- Pique, J., & Scaletti, H. (1991). *Análisis sísmico de edificios*. Colección del ingeniero civil, CDL-CIP.
- Poveda, C. E. (2014). *Efectos de la relación largo/ancho del diafragma en la determinación de la demanda sísmica en edificaciones regulares de pórticos y muros portantes*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- San Bartolomé, Á. (1998). *Análisis de edificios* (1 ed.). Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tena, A., & Abrams, D. (1996). Seismic behavior of structures with flexible diaphragms. *TECHNICAL PAPERS, Journal of Structural Engineering*.
- Tena, A., & Cortés, J. A. (2009). Evaluación de la condición de diafragma rígido o flexible para el empleo del método simplificado en estructuras de mampostería. *SMIS, XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*.
- Vielma, J., & Mulder, M. (28 de 10 de 2015). Comparación del análisis de edificios bajos con plantas con entrantes usando diafragmas rígidos y diafragmas flexibles. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/286920015>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Matriz de consistencia

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Metodología
<b>Desplazamientos Laterales de Edificios Comunes Aporticados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021</b>	<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable 1</b> Variable Dependiente: Desplazamientos laterales	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo
	PG: ¿En qué medida el análisis en base al cambio de geometría del diafragma, afecta el cálculo de los desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac?	OG: Determinar en qué medida el análisis en base al cambio de geometría del diafragma, afecta el cálculo de los desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac	HG: El análisis en base al cambio de geometría del diafragma mejora el cálculo de desplazamientos laterales de edificios aporticados de concreto armado en Andahuaylas, Apurímac.		
	<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específico</b>	<b>Hipótesis específicos</b>		<b>Variable 2</b> Variable Independiente: Análisis con diafragma de geometría variable
	PE1: ¿De qué manera el diafragma con presencia de aberturas centrales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3?	OE1: Establecer de qué manera el diafragma con presencia de aberturas centrales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.	HE1: El diafragma con presencia de aberturas centrales aumenta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.		
	PE2: ¿De qué manera el diafragma con presencia de aberturas laterales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2, y 1:3?	OE2: Establecer de qué manera el diafragma con presencia de aberturas laterales afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2, 1:3.	HE2: El diafragma con presencia de aberturas laterales aumenta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1 :1, 1:2 y 1:3.		
	PE3: ¿En qué medida el aumento de espesor del diafragma afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3?	OE3: Determinar en qué medida el aumento de espesor del diafragma afecta los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3	HE3: El aumento de espesor del diafragma disminuye los desplazamientos laterales, en edificios aporticados de concreto armado con configuración en planta 1:1, 1:2 y 1:3.		
				<b>Alcance:</b> Descriptivo - Explicativo	
				<b>Diseño:</b> Experimental - Cuasi experimental	

## ANEXO 2: Resultados de laboratorio

### Anexo 2.1: Resultados de laboratorio (C-01)



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de Irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:** C-01

**PROF. :** 3.00m

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
AV. NOGALES

**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	23,46	23,80	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	64,44	66,24	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	57,12	58,78	
Peso del Agua gr.	7,32	7,46	
Peso de Suelo Seca gr.	33,66	34,98	
Porcentaje de Humedad %	21,75	21,33	21,54

PROMEDIO DE HUMEDAD % = **21,54**





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:** C-01

**PROF. :** 3.00m

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

AV. NOGALES

**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	22,40	23,74	21,96	23,94
Peso capsula. + suelo humedo	29,10	33,08	27,52	28,94
Peso capsula + suelo seco	27,44	30,60	25,98	27,42
Numero de golpes	44	31	26	18
Peso suelo seco	5,04	6,86	4,02	3,48
Peso agua	1,66	2,48	1,54	1,52
% humedad	32,9	36,2	38,3	43,7

**OBSERVACIONES:**

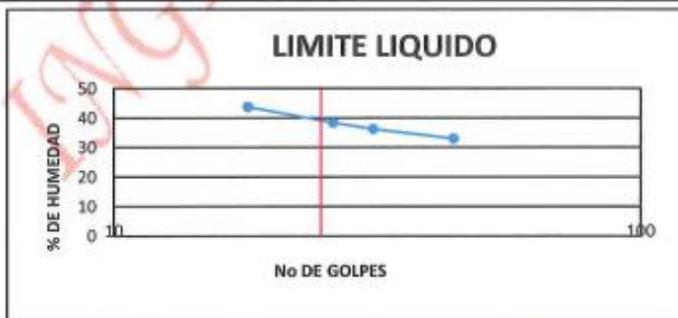


**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13,44	13,96	14,78
Peso capsula. + suelo humedo	14,50	15,46	16,20
Peso capsula + suelo seco	14,36	15,24	15,96
Peso suelo seco	0,92	1,28	1,18
Peso agua	0,14	0,22	0,24
% humedad	15,2	17,2	20,3

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	38,7
LIMITE PLASTICO	17,6
INDICE PLASTICO	21,2



INGEOLAB S.R.L.  
 Ing. Guido Barrios Quispitani  
 DIRECTOR GENERAL



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107- 2000**

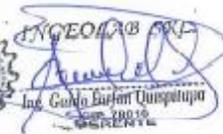
**TESIS:**  
"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:** C-01  
**PROF. :** 3.00m  
**UBIGACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
AV. NÓGALES  
**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI  
**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

TAMAÑO DE TAMIZES (Pulg.)	(mm.)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% QUE PASA (%)
4"	101,60	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	28,00	4,66	95,34
3/4"	19,10	0,00	0,00	95,34
1/2"	12,70	0,00	0,00	95,34
3/8"	9,52	2,00	0,32	95,02
Nº 4	4,76	14,00	2,25	92,77
Nº 10	2,00	27,00	4,34	88,42
Nº 40	0,43	114,00	18,33	70,10
Nº 100	0,14	105,00	16,88	53,22
Nº 200	0,07	62,00	9,97	43,25
CAZUELA		289,00	43,25	0,00
<b>TOTAL :</b>		<b>622,00</b>	<b>100</b>	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000			DATOS PARA CLASIFICACION	
SUELO DE GRANO GRUESO, MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº 4	92,77
	GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	PASA Nº10	88,42
	GM	Gravas Limosas, mezclas de grava, arena y limo	PASA Nº40	70,10
	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	PASA Nº200	43,25
	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	RETIE NE Nº4	7,23
	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	D10	0,017
SUELO DE GRANO FINO, 50% C MAS PASA LA MALLA Nº200	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	D30	0,05
	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	D60	0,25
	ML	Limo Inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos, o arcillosos ligeramente plásticos	Cu	14,90
	CL	Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas,	Cc	0,604
	OL	Limos Orgánicas y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad	LL	38,7%
	MH	Limos Inorgánicos, Limos micáceos, o diatomizados, Limos elásticos	LP	17,6%
Altamente Orgánico	CH	Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad.	IP	21,2%
	OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad	<b>CLASIFICACION</b>	
	PT	Torbas y otros suelos altamente orgánicos	ASSTHO	A-6
			SUCS	SC

  
 INGEOLAB S.R.L.  
 Ing. Guido Barham Quispelupa  
 SUCS - 20010



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D 3080)

TESIS:

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

MUESTRA:

C-01

PROF. :

3.00m

UBICACIÓN:

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

AV. NOGALES

SOLICITADO:

ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

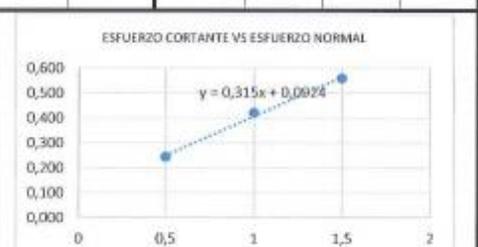
FECHA :

03 DE JULIO DEL 2021

MUESTRA Nº	C-01	PROF.	3.00m		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Capsula Nº	gr.	1	Ancho de la sección b	Cm	6,00
Suelo humedo + capsula	gr.	126,00	Altura H	Cm	2,00
Suelo seco + capsula	gr.	105,00	Area de la sección A <sub>0</sub>	Cm <sup>2</sup>	36,00
Peso del agua	gr.	21,00	Volumen	Cm <sup>3</sup>	72,00
Peso de la capsula.	gr.	0,00	Peso Húmedo	gr.	126,00
Peso del suelo seco	gr.	105,00	Densidad Natural Humeda	Gr./Cm <sup>3</sup>	1,75
Porcentaje de Humedad	%	20,00	Densidad Natural Seca	Gr./Cm <sup>3</sup>	1,46

OBSERVACIONES:

Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Deform tangencial Cm	Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Deform tangencial Cm	Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Deform tangencial Cm
20	1,1	0,030	0,02	20	3,40	0,094	0,02	20	4,20	0,116	0,02
40	1,2	0,033	0,04	40	3,90	0,108	0,04	40	6,70	0,185	0,04
60	2,2	0,061	0,06	60	4,30	0,119	0,06	60	8,60	0,238	0,06
80	2,7	0,074	0,08	80	4,90	0,135	0,08	80	10,10	0,280	0,08
100	4,4	0,122	0,10	100	5,90	0,163	0,10	100	11,10	0,308	0,10
120	4,9	0,135	0,12	120	7,10	0,197	0,12	120	11,90	0,330	0,12
140	5,40	0,149	0,14	140	7,80	0,216	0,14	140	12,50	0,346	0,14
160	6,30	0,174	0,16	160	8,70	0,241	0,16	160	13,20	0,366	0,16
180	7,40	0,205	0,18	180	9,10	0,252	0,18	180	14,10	0,391	0,18
200	7,9	0,219	0,20	200	10,20	0,283	0,20	200	14,80	0,410	0,20
220	8,1	0,224	0,22	220	10,80	0,299	0,22	220	15,50	0,430	0,22
240	8,8	0,244	0,24	240	11,89	0,329	0,24	240	16,00	0,444	0,24
				260	11,89	0,329	0,26	260	16,40	0,455	0,26
				280	12,43	0,344	0,28	280	16,30	0,452	0,28
				300	13,51	0,374	0,30	300	16,75	0,464	0,30
				320	14,60	0,405	0,32	320	17,03	0,472	0,32
				340	15,15	0,420	0,34	340	17,59	0,488	0,34
								360	17,87	0,495	0,36
								380	18,29	0,507	0,38
								400	18,68	0,516	0,40
								420	19,20	0,532	0,42
								440	19,95	0,553	0,44
								460	20,15	0,559	0,46



**COHESION** = **0,09 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**ANGULO DE FRICCION**  $\phi$  = **17,48 °**

*[Handwritten signature]*  
 Ing. Guido Reyna Quispe  
 INGEOLAB S.R.L.



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

<b>CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA</b>	
<b>PROYECTO:</b>	"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"
<b>MUESTRA</b>	C-01
<b>PROF. :</b>	3.00m
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC AV. NOGALES
<b>SOLICITADO:</b>	ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI
<b>FECHA :</b>	03 DE JULIO DEL 2021
<b>Densidad Natural</b>	= 1,46 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Cohesion</b>	= 0,09 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Angulo de fricción</b>	= 17,48 °
<b>% Pasa N° 200</b>	= 43,25 %
<b>DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA</b>	
<b>DENSIDAD NATURAL <math>\gamma_{nat}</math> (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	= 0,0015
<b>Para</b>	<b>Df = 1,50 m</b>
	<b>B = 1,50 m</b>
	<b>L = 1,50 m</b>
<b>PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE: LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF</b>	
<b>FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA</b>	
	<b>Nc = 12,70</b>
	<b>Nq = 5,00</b>
	<b>Ng = 3,78</b>
<b>FACTORES DE PROFUNDIDAD</b>	
	<b>dc = 1,40</b>
	<b>dq = 1,31</b>
	<b>dg = 1,00</b>
<b>FACTORES DE FORMA</b>	
	<b>Sc = 1,39</b>
	<b>Sq = 1,31</b>
	<b>Sg = 0,60</b>
<b>TENSIÓN VERTICAL = <math>q = q_0</math></b>	
	<b>q = 0,219 Kg./Cm<sup>2</sup></b>
<b>CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (<math>q_u</math>)</b>	
	<b>q<sub>u</sub> = 4,420 Kg./Cm<sup>2</sup></b>
<b>CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO (<math>q_{neto}</math>)</b>	
	<b>q<sub>neto</sub> = 4,201 Kg./Cm<sup>2</sup></b>
<b>FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0,33</b>	
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE</b>	
	<b>q<sub>adm</sub> = 1,40 Kg./Cm<sup>2</sup></b>





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### CALCULO DE ASENTAMIENTO

<b>PROYECTO:</b>	"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"
<b>MUESTRA</b>	C-01
<b>PROF. :</b>	3.00m
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC AV. NOGALES
<b>SOLICITADO:</b>	ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI
<b>FECHA :</b>	03 DE JULIO DEL 2021

<b>DATOS:</b>	
COEFICIENTE DE POISSON ( $\mu$ ):	0,15
ANCHO DE CIMENTACION (B):	150,00 Cm
MODULO DE DEFORMACION ELASTICA (Es):	50 Kg./Cm <sup>2</sup>
FACTOR DE INFLUENCIA ( $\alpha$ ):	0,112
CARGA ADMISIBLE (Qadm):	1,40 Kg./Cm <sup>2</sup>

$$S = \frac{0.848 \cdot q_{adm} \cdot B \cdot (1 - \mu^2) \cdot \alpha}{Es}$$

Densidad de Campo	=	1,46 gr/cm <sup>3</sup>
Angulo de fricción	=	17,5 °
Capacidad de carga	=	1,40 gr/cm <sup>3</sup>
$\Delta H$	=	0,39 Cm





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA** C-01**PROF. :** 3.00m**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
Av. Nogales**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

Densidad Natural	=	1.46 gr/cm <sup>3</sup>
Cohesion	=	0.09 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	=	17.48 °
% Pasa N° 200	=	43.25 %

**DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA****DENSIDAD NATURAL  $\gamma_{nat}$  (kg/cm<sup>3</sup>)** = 0.0015**Para** Df = 1.50 m  
B = 1.50 m**PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA**  
SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA****Nc = 14.85**  
**Nq = 5.73**  
**Ng = 2.38**

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGUI PARA CIMIENTO CORRIDO

**TENSIÓN VERTICAL =  $q = q_0$** **q = 0.146 Kg./Cm<sup>2</sup>****CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA ( $q_u$ )** **$q_u = 2.783$  Kg./Cm<sup>2</sup>****FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3=** 0.33**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE** **$q_{adm} = 0.93$  Kg./Cm<sup>2</sup>**

## Anexo 2.2: Resultados de laboratorio (C-02)



### INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRÍA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:** C-02

**PROF. :** 3.00m

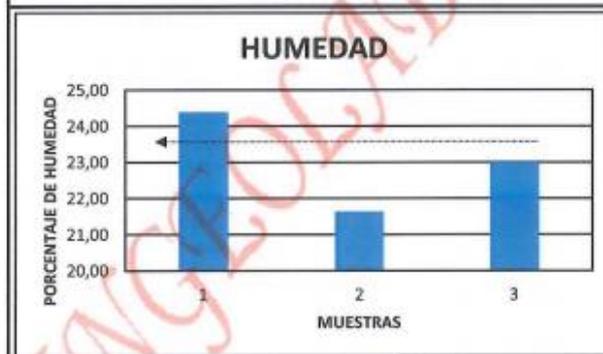
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
 AV. SESQUICENTENARIO

**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	23,30	23,56	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	63,18	62,46	
Peso de la Cápsula + Suelo Seca gr.	55,36	55,54	
Peso del Agua gr.	7,82	6,92	
Peso de Suelo Seca gr.	32,06	31,98	
Porcentaje de Humedad %	24,39	21,64	23,02

**PROMEDIO DE HUMEDAD % = 23,02**





INGEOLAB S.R.L.

## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:**

C-02

**PROF. :**

3.00m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
AV. SESQUICENTENARIO

**SOLICITADO:**

ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :**

03 DE JULIO DEL 2021

**LIMITE LIQUIDO**

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13,78	13,71	14,03	13,76
Peso capsula. + suelo humedo	21,88	21,20	21,48	22,58
Peso capsula + suelo seco	20,03	19,40	19,56	20,20
Numero de golpes	44	32	25	19
Peso suelo seco	6,25	5,69	5,53	6,44
Peso agua	1,85	1,80	1,92	2,38
% humedad	29,6	31,6	34,7	37,0

**OBSERVACIONES:**

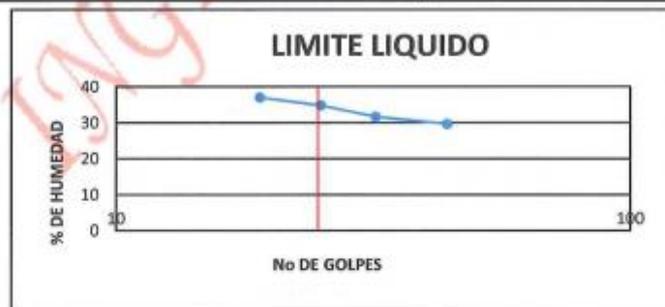
Empty box for observations.

**LIMITE PLASTICO**

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	14,07	4,91	14,29
Peso capsula. + suelo humedo	15,99	6,96	16,93
Peso capsula + suelo seco	15,72	6,67	16,55
Peso suelo seco	1,65	1,76	2,26
Peso agua	0,27	0,29	0,38
% humedad	16,4	16,5	16,8

**RESULTADOS**

LIMITE LIQUIDO	34,7
LIMITE PLASTICO	16,6
INDICE PLASTICO	18,2



INGEOLAB S.R.L.  
  
 Ing. Anibal Parion Quiñigua  
 CIP 78016  
 20121211-11



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

### MTC E 107- 2000

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:**

C-02

**PROF. :**

3.00m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

AV. SESQUICENTENARIO

**SOLICITADO:**

ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :**

03 DE JULIO DEL 2021

TAMANO DE TAMIZES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)
4"	101,60	0,00	0,00
2"	50,80	0,00	0,00
1 1/2"	38,10	68,00	7,36
1"	25,40	115,00	12,46
3/4"	19,10	44,00	4,76
1/2"	12,70	52,00	5,63
3/8"	9,52	33,00	3,57
Nº 4	4,76	31,00	3,35
Nº 10	2,00	32,00	3,46
Nº 40	0,43	145,00	15,69
Nº 100	0,14	135,00	14,61
Nº 200	0,07	72,00	7,79
CAZUELA		197,00	21,32
TOTAL :	924,00	100	0,00



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000**

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS**

SUELO DE GRANO GRUESO MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	SUELO DE GRANO FINO 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	SUELO DE GRANO GRUESO MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200		SUELO DE GRANO FINO 50% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	
		ARENA Y BIELO ARNDOSO, mas del 50% masa total y < 5	ARCILLA Y BIELO GRANOSO, mas del 50% masa total y < 5	ARCILLAS LL-60	ARCILLAS LL-40
GW	Gravas bien graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	ML	Limo inorgánico, polvo de roca, limo arenoso, o arcillosos ligeramente plásticos
GP	Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos	CL	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena-limosas.
GM	Gravas Limosas, mezcla de grava, arena y limo	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y limo	OL	Limos Orgánicas y Arcillas Limosas Orgánicas de baja plasticidad
GC	Gravas Arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y arcilla	MH	Limos inorgánicos, Limos micáceos, o diamonizados, Limos elásticos
				CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
				OH	Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad, Limos orgánicos de media plasticidad
				Pt	Tierras y otros suelos altamente orgánicos

**DATOS PARA CLASIFICACION**

PASA Nº 4	62,88
PASA Nº10	59,42
PASA Nº40	43,72
PASA Nº200	21,32
RETIENE Nº4	37,12
D10	0,035
D30	0,16
D60	2,47
Cu	71,04
Cc	0,289
LL	34,7%
LP	16,6%
IP	18,2%
<b>CLASIFICACION</b>	
ASSTHO	A-2-6
SUCS	SC





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D 3080)**

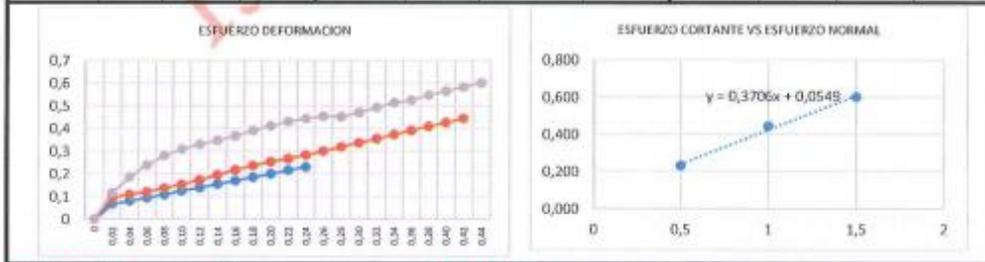
**TESIS:** "DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA:** C-02  
**PROF. :** 3.00m  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
 AV. SESQUICENTENARIO  
**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI  
**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

MUESTRA N°	C-02	PROF.	3.00m		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Capsula N°	gr.	1	Ancho de la sección b	Cm	6,00
Suelo humado + capsula	gr.	132,50	Altura H	Cm	2,00
Suelo seco + capsula	gr.	110,00	Area de la sección A <sub>0</sub>	Cm <sup>2</sup>	36,00
Peso del agua	gr.	22,50	Volumen	Cm <sup>3</sup>	72,00
Peso de la capsula.	gr.	0,00	Peso Húmedo	gr.	132,50
Peso del suelo seco	gr.	110,00	Densidad Natural Humeda	Gr./Cm <sup>3</sup>	1,84
Porcentaje de Humedad	%	20,45	Densidad Natural Seca	Gr./Cm <sup>3</sup>	1,53

**OBSERVACIONES:**

Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm2)	Deform tangencial Cm	Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm2)	Deform tangencial Cm	Deformacion tangencial DIV	Dial de carga (DIV)	Esfuerzo de corte (Kg/Cm2)	Deform tangencial Cm
20	2,40	0,066	0,02	20	3,40	0,094	0,02	20	4,20	0,116	0,02
40	2,90	0,080	0,04	40	3,90	0,108	0,04	40	6,70	0,185	0,04
60	3,40	0,094	0,06	60	4,30	0,119	0,06	60	8,60	0,238	0,06
80	3,90	0,108	0,08	80	4,90	0,135	0,08	80	10,10	0,280	0,08
100	4,50	0,124	0,10	100	5,50	0,152	0,10	100	11,10	0,308	0,10
120	5,03	0,139	0,12	120	6,20	0,172	0,12	120	11,90	0,330	0,12
140	5,58	0,154	0,14	140	7,00	0,194	0,14	140	12,50	0,346	0,14
160	6,13	0,170	0,16	160	7,80	0,216	0,16	160	13,20	0,366	0,16
180	6,68	0,185	0,18	180	8,50	0,235	0,18	180	14,10	0,391	0,18
200	7,23	0,200	0,20	200	9,10	0,252	0,20	200	14,80	0,410	0,20
220	7,78	0,215	0,22	220	9,80	0,266	0,22	220	15,50	0,430	0,22
240	8,33	0,231	0,24	240	10,20	0,283	0,24	240	16,00	0,444	0,24
				260	10,60	0,299	0,26	260	16,40	0,455	0,26
				280	11,50	0,319	0,28	280	16,30	0,452	0,28
				300	12,13	0,336	0,30	300	16,97	0,470	0,30
				320	12,78	0,354	0,32	320	17,76	0,492	0,32
				340	13,43	0,372	0,34	340	18,53	0,514	0,34
				360	14,08	0,390	0,36	360	18,92	0,525	0,36
				380	14,73	0,408	0,38	380	19,70	0,546	0,38
				400	15,38	0,426	0,40	400	20,36	0,565	0,40
				420	16,03	0,444	0,42	420	21,02	0,583	0,42
								440	21,69	0,601	0,44



**COHESION** = 0,05 Kg/cm<sup>2</sup>  
**ANGULO DE FRICCION**  $\phi$  = 20,33 °





INGEOLAB S.R.L.

## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

**PROYECTO:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRÍA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA**

C-02

**PROF. :**

3,00m

**UBICACIÓN:**

DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
AV. SESQUICENTENARIO

**SOLICITADO:**

ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI

**FECHA :**

03 DE JULIO DEL 2021

Densidad Natural	=	1,53 gr/cm <sup>3</sup>
Cohesion	=	0,05 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	=	20,33 °
% Pasa N° 200	=	21,32 %

**DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA**

DENSIDAD NATURAL  $\gamma_{sat}$  (Kg/cm<sup>3</sup>) = 0,0015

Para	Df =	1,50	m
	B =	1,50	m
	L =	1,50	m

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA  
SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:  
LA ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOF

**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

$N_c = 15,15$   
 $N_q = 6,62$   
 $N_g = 5,64$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

$d_c = 1,40$   
 $d_q = 1,32$   
 $d_g = 1,00$

**FACTORES DE FORMA**

$S_c = 1,44$   
 $S_q = 1,37$   
 $S_g = 0,60$

**TENSIÓN VERTICAL =  $q = q_0$**

$q = 0,229$  Kg./Cm<sup>2</sup>

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA ( $q_u$ )**

$q_u = 4,795$  Kg./Cm<sup>2</sup>

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA NETO ( $q_{neto}$ )**

$q_{neto} = 4,566$  Kg./Cm<sup>2</sup>

FACTOR DE SEGURIDAD =  $FS=1/3=$  0,33

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**

$q_{adm} = 1,52$  Kg./Cm<sup>2</sup>





INGEOLAB S.R.L.

## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### CALCULO DE ASENTAMIENTO

<b>PROYECTO:</b>	"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"
<b>MUESTRA</b>	C-02
<b>PROF. :</b>	3.00m
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC AV. SESQUICENTENARIO
<b>SOLICITADO:</b>	ALHJAY UROQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI
<b>FECHA :</b>	03 DE JULIO DEL 2021

#### DATOS:

COEFICIENTE DE POISSON ( $\mu$ ):	0,15
ANCHO DE CIMENTACION (B):	150,00 Cm
MODULO DE DEFORMACION ELASTICA (Es):	50 Kg./Cm <sup>2</sup>
FACTOR DE INFLUENCIA ( $\alpha$ ):	0,112
CARGA ADMISIBLE (Qadm):	1,52 Kg./Cm <sup>2</sup>

$$S = 0.848 * q_{adm} * B * \frac{(1 - \mu^2) * \alpha}{Es}$$

Densidad de Campo	=	1,53 gr/cm <sup>3</sup>
Angulo de fricción	=	20,3 °
Capacidad de carga	=	1,52 gr/cm3
$\Delta H$	=	0,42 Cm





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y Ejecución de Proyectos de Ingeniería (Edificaciones, Carreteras, Puentes, Represas, Reservorios, Canales de irrigación, etc), Geología, Minería, Geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en General.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

**TESIS:**

"DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE EDIFICIOS APORTICADOS DE CONCRETO ARMADO, ANALIZANDO EL CAMBIO DE GEOMETRIA DEL DIAFRAGMA EN ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2021"

**MUESTRA** C-02**PROF. :** 3.00m**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
Av. Sesquicentenario**SOLICITADO:** ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH, ARCOS HUASCO ANTONI**FECHA :** 03 DE JULIO DEL 2021

Densidad Natural	=	1.53 gr/cm <sup>3</sup>
Cohesion	=	0.05 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	=	20.33 °
% Pasa N° 200	=	21.32 %

**DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA****DENSIDAD NATURAL  $\gamma_{nat}$  (kg/cm<sup>3</sup>)** = 0.0015**Para** Df = 1.50 m  
B = 1.50 m**PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA**  
SE HA UTILIZADO LA FORMULA DE:**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

Nc = 18.10

Nq = 7.71

Ng = 3.86

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGUI PARA CIMIENTO CORRIDO

**TENSIÓN VERTICAL =  $q = q_0$** q = 0.153 Kg./Cm<sup>2</sup>**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA ( $q_u$ )**q<sub>u</sub> = 2.711 Kg./Cm<sup>2</sup>**FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3=** 0.33**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE**q<sub>adm</sub> = 0.90 Kg./Cm<sup>2</sup>

## Anexo 2.3: Certificados de calibración de equipos

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**

**Laboratorio de Calibración**

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019  
Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022



**ESTELA CONTRERAS JUGÓ**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédulo N° : 223-2019-INACAL/DA  
Contrato N° : 006-2019-INACAL/DA  
Registro N° : LC - 033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 138 - 2020

Página : 1 de 3

Expediente : T 101-2020  
Fecha de emisión : 2020-07-16

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE  
DIRECTO

Marca de Celda : OAP  
Modelo de Celda : NO INDICA  
Serie de Celda : SAK060  
Capacidad de Celda : 500 kgf

Marca de Indicador : WEIGHING INDICATOR  
Modelo de Indicador : X3A  
Serie de Indicador : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. GMO.CACERES NRO. 482 CERCADO - ANDAHUAYLAS - APURIMAC  
15 - JULIO - 2020

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,9	18,7
Humedad %	63	63

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 138 - 2020

Página : 2 de 3

**TABLA N° 1**

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	50,15	50,30	-0,30	-0,60	50,23	-0,45	-0,30
100	100,50	100,75	-0,50	-0,75	100,63	-0,62	-0,25
150	150,25	150,60	-0,17	-0,40	150,43	-0,28	-0,23
200	200,65	201,05	-0,33	-0,53	200,85	-0,42	-0,20
250	252,25	251,85	-0,90	-0,74	252,05	-0,81	0,16
300	301,40	301,45	-0,47	-0,48	301,43	-0,47	-0,02
350	351,75	351,15	-0,50	-0,33	351,45	-0,41	0,17
400	402,90	402,70	-0,72	-0,67	402,80	-0,70	0,05

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

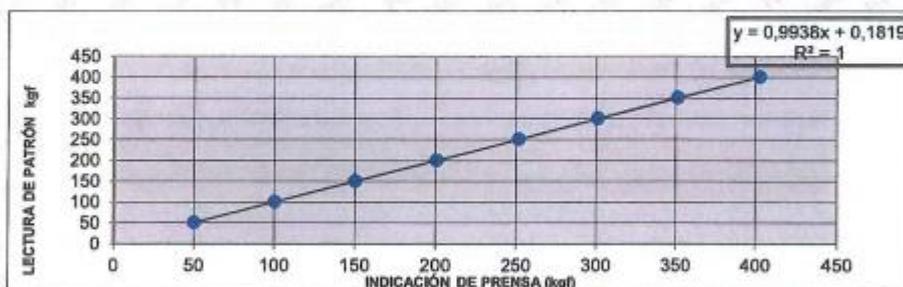
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9938x + 0,1819$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 138 - 2020

Página : 3 de 3

## PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCIÓN g
1	900	900,8	-0,8
2	900	901,5	-1,5
3	1800	1801,2	-1,2
4	1800	1802,6	-2,6
5	3600	3602,1	-2,1
6	3600	3600,3	-0,3
7	7200	7203,2	-3,2
8	7200	7202,2	-2,2

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 217 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : T 105-2020  
Fecha de emisión : 2020-07-20

1. Solicitante : INGEOLAB S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : VIVISA  
Modelo del Equipo : NO INDICA  
Serie del Equipo : NO INDICA  
Capacidad del Equipo : 150 L

Marca de indicador : AUTONICS  
Modelo de indicador : TCN4S  
Temperatura calibrada : 110 °C  
Procedencia : NO INDICA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
PROLONGACIÓN AYACUCHO NRO.199 - SAN MIGUEL - LIMA  
20 - JULIO - 2020

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 270 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,5
Humedad %	67	68

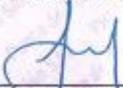
#### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 217 - 2020

Página : 2 de 4

### CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	110,5	112,0	114,2	115,2	113,2	110,6	111,7	111,2	110,5	113,6	112,3	4,7
2	110	110,6	112,5	114,5	115,2	113,5	110,4	111,2	111,2	110,2	113,6	112,3	5,0
4	109	110,3	112,3	114,3	115,3	113,6	110,2	111,3	111,3	110,3	113,2	112,2	5,1
6	110	110,2	112,6	114,5	115,2	113,2	110,3	111,5	111,5	110,2	113,3	112,3	5,0
8	110	110,5	112,4	114,2	115,3	113,6	110,2	111,0	111,2	110,3	113,2	112,2	5,1
10	110	110,3	112,5	114,3	115,4	113,5	110,5	111,2	111,4	110,2	113,0	112,2	5,2
12	110	110,2	112,5	114,2	115,2	113,5	110,3	111,3	111,2	110,0	113,2	112,2	5,2
14	110	110,1	112,3	114,5	115,6	113,6	110,2	111,5	111,3	110,2	113,4	112,3	5,5
16	109	110,2	112,5	114,3	115,2	113,3	110,6	111,3	111,2	110,3	113,2	112,2	5,0
18	109	110,5	112,4	114,2	115,4	113,4	110,2	111,4	111,3	110,2	113,5	112,3	5,2
20	109	110,3	112,5	114,6	115,2	113,2	110,4	111,3	111,5	110,3	113,3	112,3	4,9
22	110	110,6	112,3	114,5	115,6	113,2	110,3	111,6	111,6	110,3	113,6	112,4	5,3
24	110	110,2	112,4	114,3	115,5	113,3	110,2	111,2	111,2	110,4	113,2	112,2	5,3
26	110	110,6	112,3	114,4	115,3	113,6	110,3	111,5	111,3	110,2	113,2	112,3	5,1
28	110	110,3	112,3	114,6	115,2	113,0	110,2	111,5	111,1	110,3	113,0	112,2	5,0
30	110	110,5	112,5	114,2	115,4	113,6	110,5	111,3	111,0	110,2	113,2	112,2	5,2
32	109	110,6	112,3	114,5	115,2	113,7	110,3	111,4	111,0	110,3	113,2	112,3	4,9
34	109	110,6	112,5	114,3	115,3	113,5	110,2	111,5	111,2	110,2	113,5	112,3	5,1
36	109	110,8	112,5	114,5	115,2	113,6	110,3	111,3	111,5	110,6	113,2	112,4	4,9
38	109	110,5	112,6	114,3	115,3	113,4	110,4	111,2	111,3	110,2	113,3	112,3	5,1
40	110	110,6	112,5	114,3	115,6	113,2	110,2	111,3	111,3	110,3	113,2	112,3	5,4
42	110	110,5	112,4	114,6	115,4	113,3	110,5	111,2	111,2	110,3	113,2	112,3	5,1
44	109	110,7	112,5	114,3	115,2	113,6	110,3	111,3	111,3	110,5	113,5	112,3	4,9
46	110	110,5	112,3	114,5	115,3	113,3	110,3	111,6	111,5	110,8	113,6	112,4	5,0
48	109	110,6	112,5	114,3	115,2	113,5	110,2	111,2	111,3	110,3	113,2	112,2	5,0
50	109	110,2	112,3	114,2	115,6	113,4	110,4	111,3	111,3	110,2	113,2	112,2	5,4
52	110	110,5	112,6	114,6	115,4	113,2	110,3	111,2	111,2	110,3	113,3	112,3	5,1
54	110	110,6	112,4	114,4	115,6	113,3	110,3	111,3	111,2	110,4	113,2	112,3	5,3
56	110	110,6	112,5	114,5	115,2	113,4	110,1	111,3	111,4	110,3	113,3	112,3	5,1
58	109	110,9	112,3	114,3	115,4	113,5	110,5	111,4	111,5	110,5	113,2	112,4	4,9
60	110	110,5	112,5	114,3	115,6	113,3	110,3	111,5	111,4	110,3	113,4	112,3	5,3
T. PROM	109,6	110,5	112,4	114,4	115,3	113,4	110,3	111,3	111,3	110,3	113,3	112,3	
T. MAX	110,0	110,9	112,6	114,6	115,6	113,7	110,6	111,7	111,6	110,8	113,6	112,4	
T. MIN	109,0	110,1	112,0	114,2	115,2	113,0	110,1	111,0	111,0	110,0	113,0	112,2	
DTT	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	110,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,0	0,3
Estabilidad Media (±)	0,4	0,02
Uniformidad Media	5,6	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



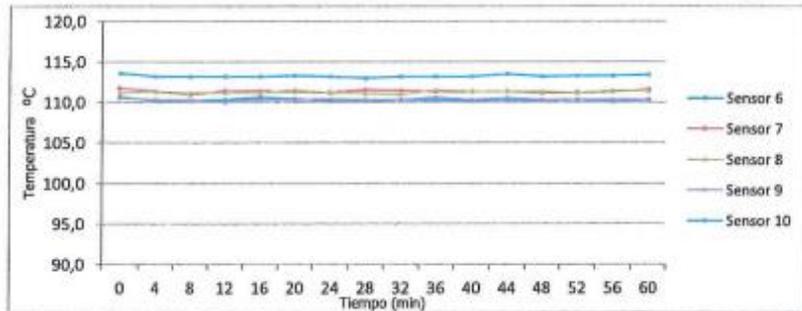
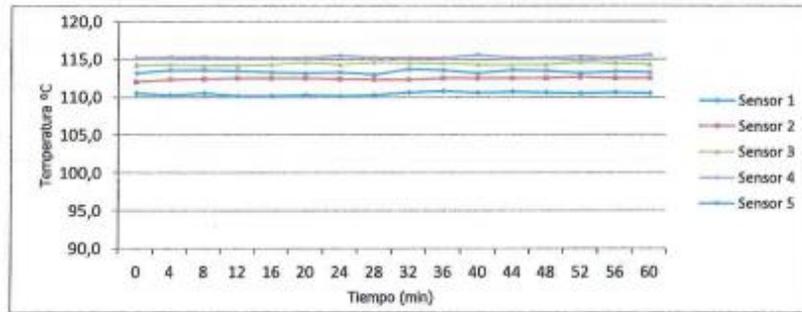
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 217 - 2020

Página : 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



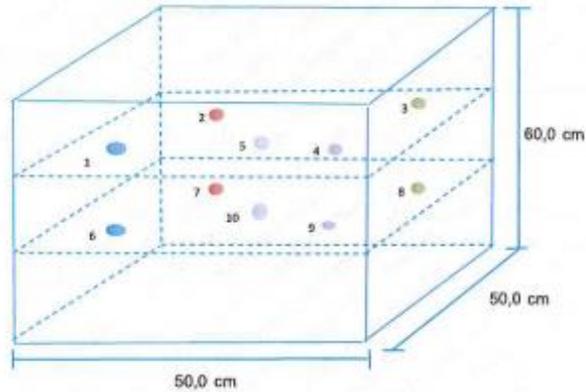
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 217 - 2020

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

### ANEXO 3: Imágenes de los ensayos de laboratorio



Figura 1: Extracción de material de la calicata (C-01), Av. Los Nogales.



Figura 2: Extracción de material de la calicata (C-02), Av. Sesquicentenario.



**Figura 3:** Perfil estratigráfico con presencia de nivel freático, calicata (C-01).



**Figura 4:** Perfil estratigráfico con presencia de nivel freático, calicata (C-02).



Figura 5: Secado de muestras en laboratorio.



Figura 6: Ensayo de contenido de humedad natural ASTM D-2216



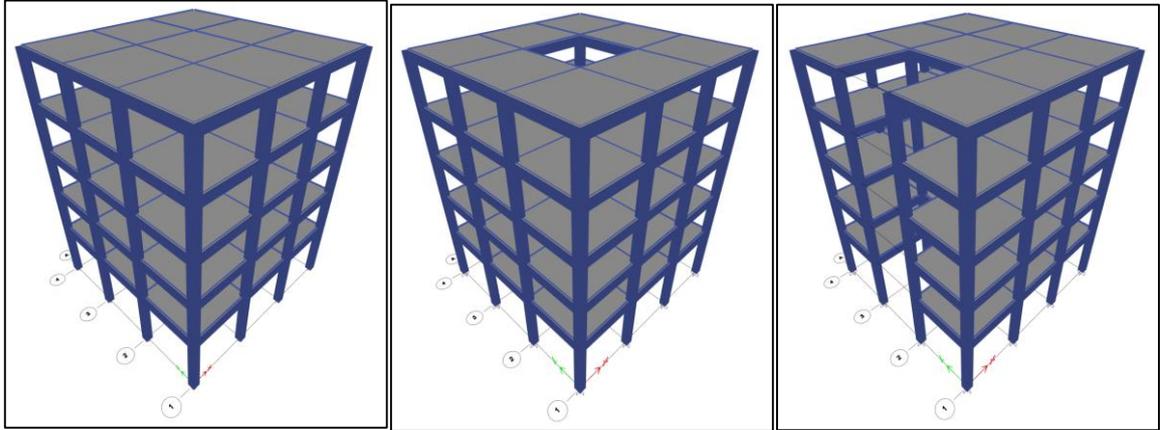
Figura 7: Ensayo de análisis granulométrico por tamizado MTC E 107 – 2000.



Figura 8: Ensayo de corte directo ASTM D 3080.

## ANEXO 4: Resultados de derivas inelásticas

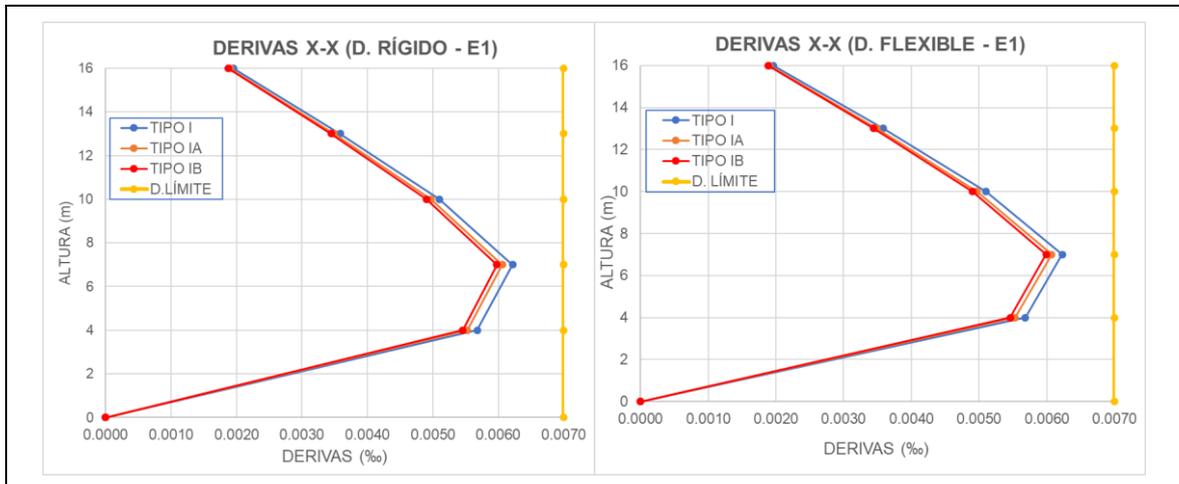
### Modelo 1:1 (12 x 12m)



Resultados obtenidos de derivas para el modelo con configuración en planta 1:1

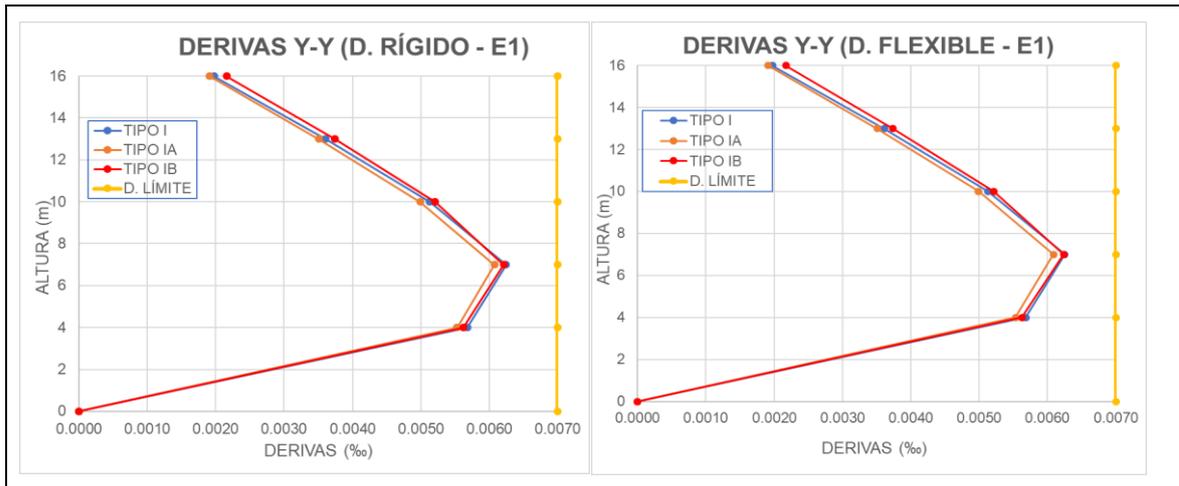
Derivas X-X con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	DERIVAS D.R. (‰)			DERIVAS D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0020	0.0019	0.0019	0.0020	0.0019	0.0019
4°	13	0.0036	0.0035	0.0034	0.0036	0.0035	0.0034
3°	10	0.0051	0.0050	0.0049	0.0051	0.0050	0.0049
2°	7	0.0062	0.0061	0.0060	0.0062	0.0061	0.0060
1°	4	0.0057	0.0055	0.0055	0.0057	0.0055	0.0055



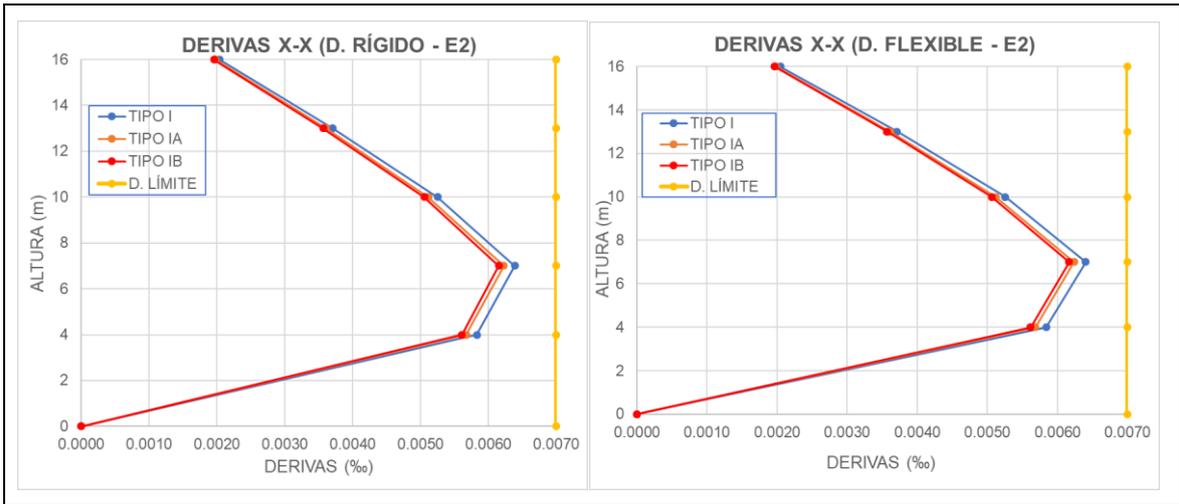
Derivas Y-Y con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0020	0.0019	0.0022	0.0020	0.0019	0.0022
4°	13	0.0036	0.0035	0.0037	0.0036	0.0035	0.0037
3°	10	0.0051	0.0050	0.0052	0.0051	0.0050	0.0052
2°	7	0.0062	0.0061	0.0062	0.0063	0.0061	0.0062
1°	4	0.0057	0.0055	0.0056	0.0057	0.0055	0.0056



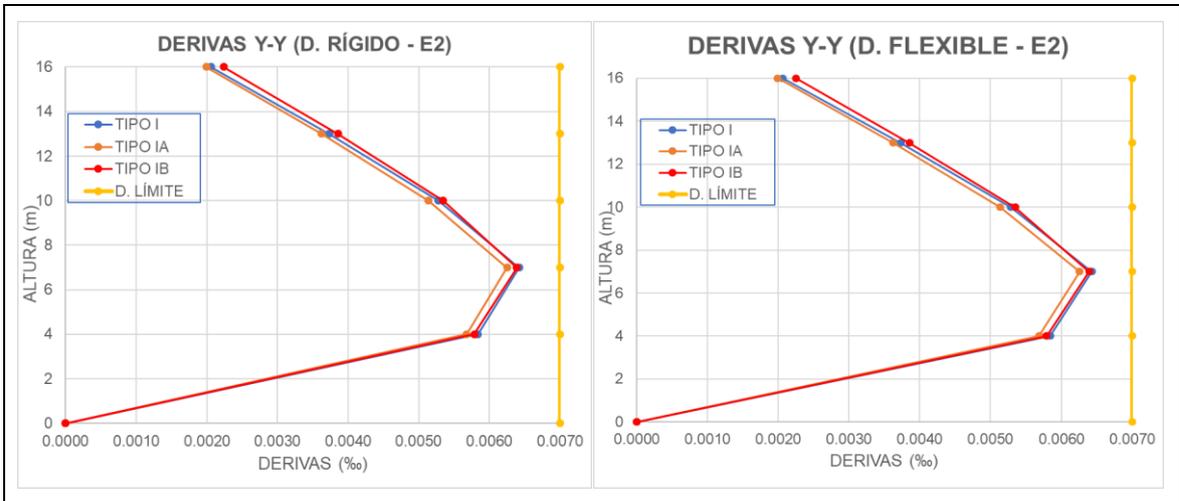
Derivas X-X con espesor 7.5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
4°	13	0.0037	0.0036	0.0036	0.0037	0.0036	0.0036
3°	10	0.0053	0.0051	0.0051	0.0053	0.0051	0.0051
2°	7	0.0064	0.0062	0.0062	0.0064	0.0062	0.0062
1°	4	0.0058	0.0057	0.0056	0.0058	0.0057	0.0056



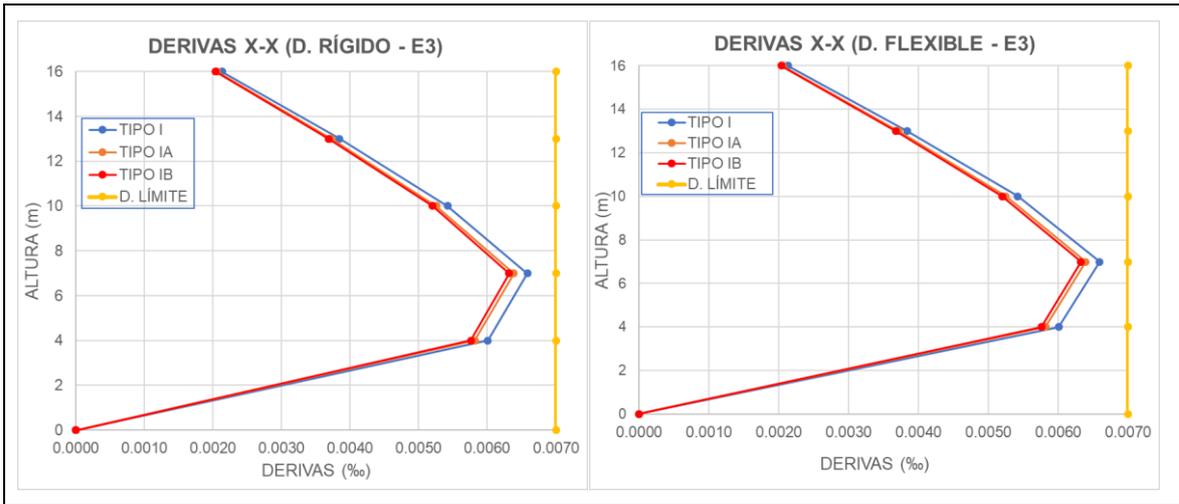
Derivas Y-Y con espesor 7.5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0021	0.0020	0.0022	0.0021	0.0020	0.0022
4°	13	0.0037	0.0036	0.0039	0.0037	0.0036	0.0039
3°	10	0.0053	0.0051	0.0053	0.0053	0.0051	0.0053
2°	7	0.0064	0.0063	0.0064	0.0064	0.0063	0.0064
1°	4	0.0058	0.0057	0.0058	0.0058	0.0057	0.0058



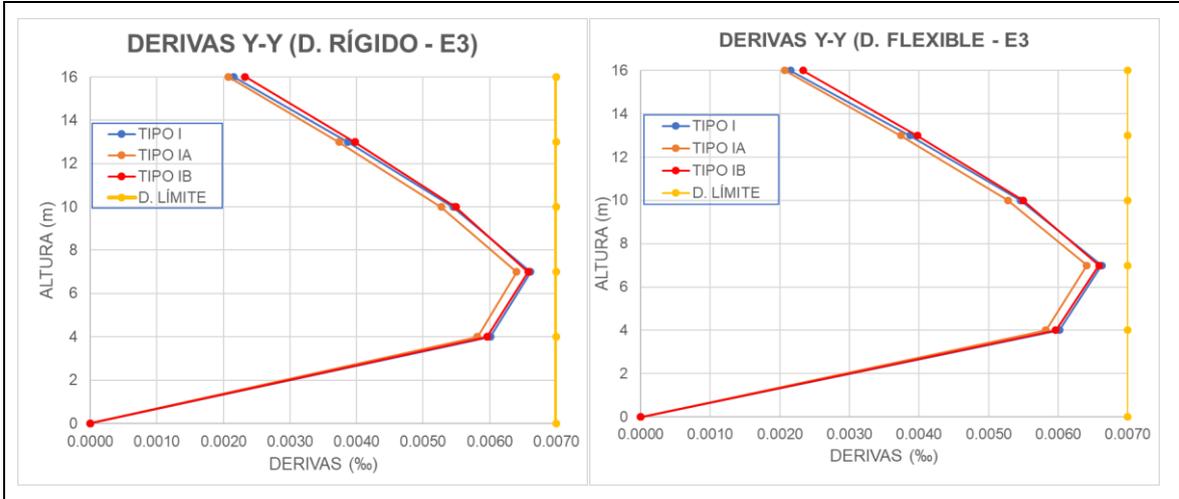
Derivas X-X con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0021	0.0021	0.0020	0.0021	0.0021	0.0020
4°	13	0.0038	0.0037	0.0037	0.0038	0.0037	0.0037
3°	10	0.0054	0.0053	0.0052	0.0054	0.0053	0.0052
2°	7	0.0066	0.0064	0.0063	0.0066	0.0064	0.0063
1°	4	0.0060	0.0058	0.0058	0.0060	0.0058	0.0058

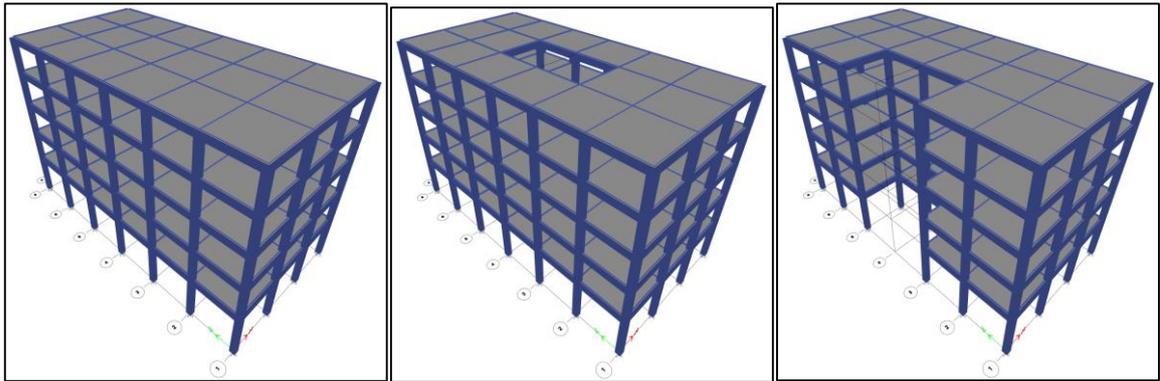


Derivas Y-Y con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB	Edificio Tipo I	Edificio Tipo IA	Edificio Tipo IB
5°	16	0.0022	0.0021	0.0023	0.0022	0.0021	0.0023
4°	13	0.0039	0.0037	0.0040	0.0039	0.0037	0.0040
3°	10	0.0055	0.0053	0.0055	0.0055	0.0053	0.0055
2°	7	0.0066	0.0064	0.0066	0.0066	0.0064	0.0066
1°	4	0.0060	0.0058	0.0060	0.0060	0.0058	0.0060



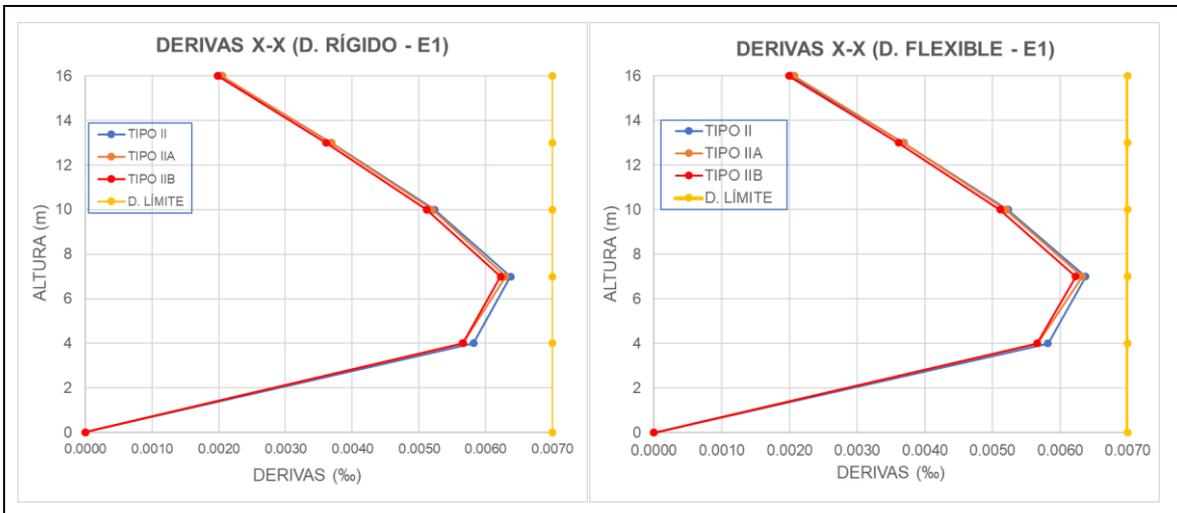
## Modelo 1:2 (12 x 24m)



Resultados obtenidos de derivas para el modelo con configuración en planta 1:2

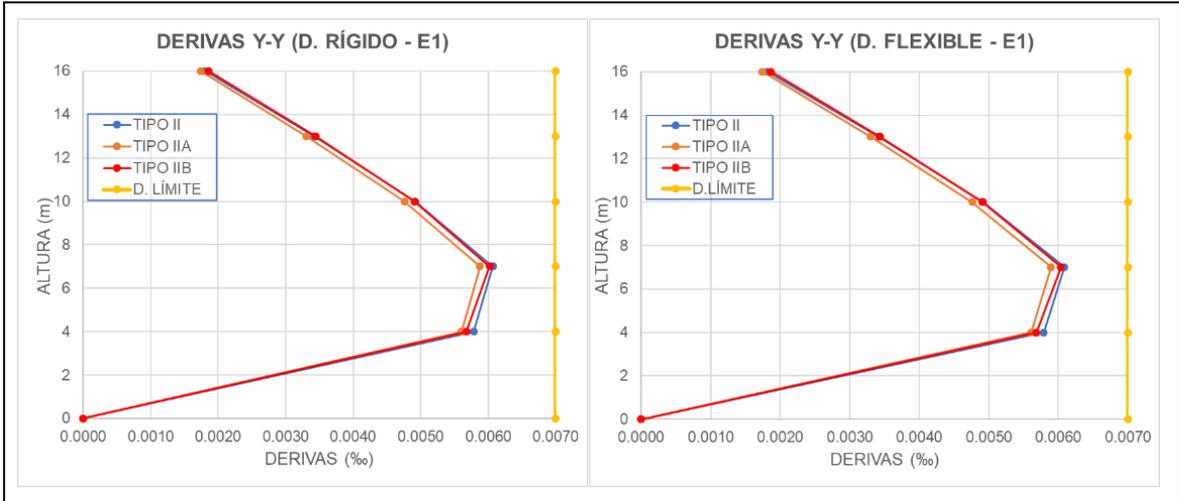
### Derivas X-X con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0020	0.0021	0.0020	0.0020	0.0021	0.0020
4°	13	0.0037	0.0037	0.0036	0.0037	0.0037	0.0036
3°	10	0.0052	0.0052	0.0051	0.0052	0.0052	0.0051
2°	7	0.0064	0.0063	0.0062	0.0064	0.0063	0.0062
1°	4	0.0058	0.0057	0.0057	0.0058	0.0057	0.0057



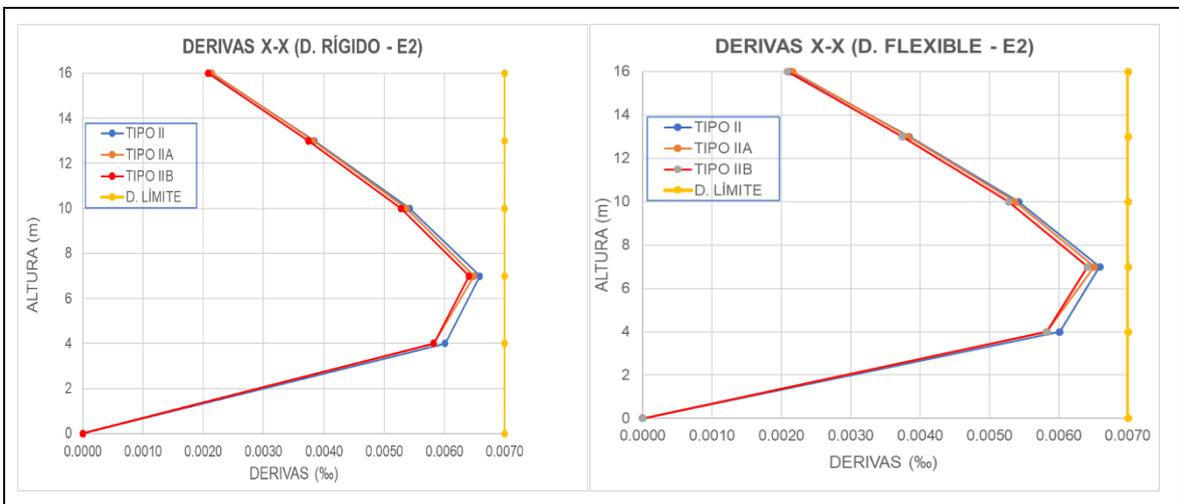
### Derivas Y-Y con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0018	0.0017	0.0019	0.0018	0.0017	0.0019
4°	13	0.0034	0.0033	0.0034	0.0034	0.0033	0.0034
3°	10	0.0049	0.0048	0.0049	0.0049	0.0048	0.0049
2°	7	0.0061	0.0059	0.0060	0.0061	0.0059	0.0060
1°	4	0.0058	0.0056	0.0057	0.0058	0.0056	0.0057



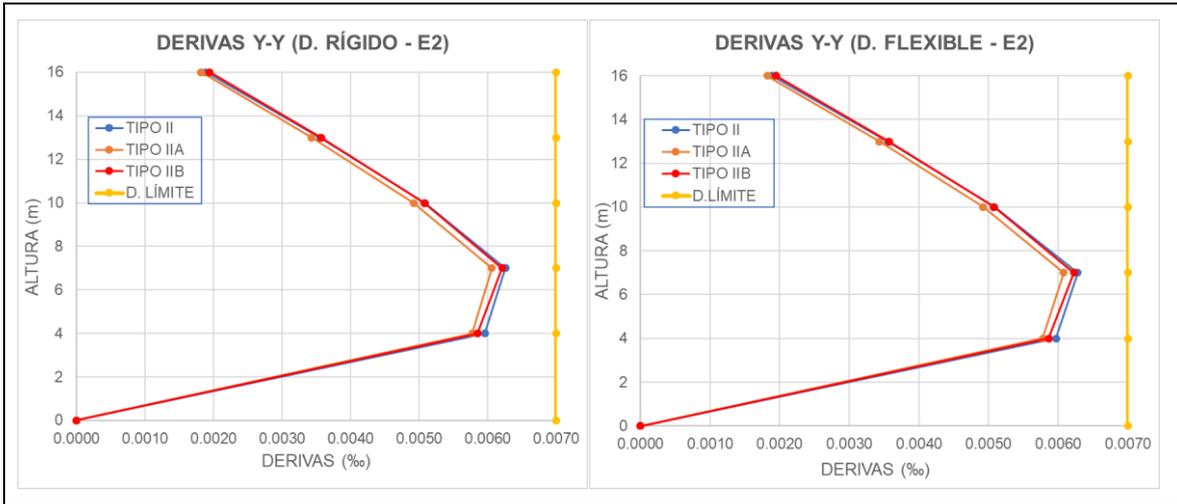
Derivas X-X con espesor 7.5cm

Nº de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0022	0.0021
4°	13	0.0038	0.0038	0.0037	0.0038	0.0038	0.0037
3°	10	0.0054	0.0054	0.0053	0.0054	0.0054	0.0053
2°	7	0.0066	0.0065	0.0064	0.0066	0.0065	0.0064
1°	4	0.0060	0.0058	0.0058	0.0060	0.0058	0.0058



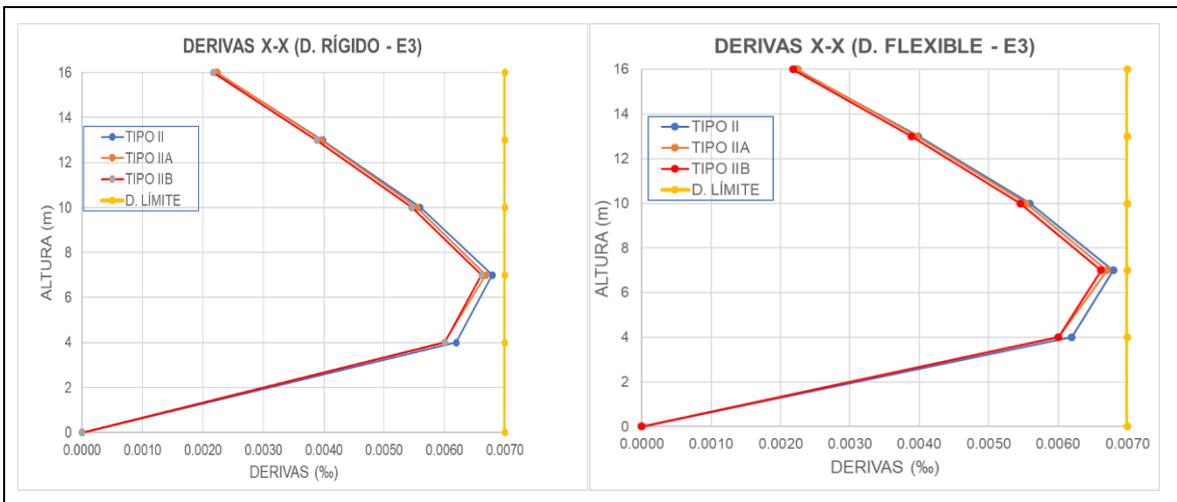
Derivas Y-Y con espesor 7.5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0019	0.0018	0.0019	0.0019	0.0018	0.0020
4°	13	0.0036	0.0034	0.0036	0.0036	0.0034	0.0036
3°	10	0.0051	0.0049	0.0051	0.0051	0.0049	0.0051
2°	7	0.0063	0.0061	0.0062	0.0063	0.0061	0.0062
1°	4	0.0060	0.0058	0.0059	0.0060	0.0058	0.0059



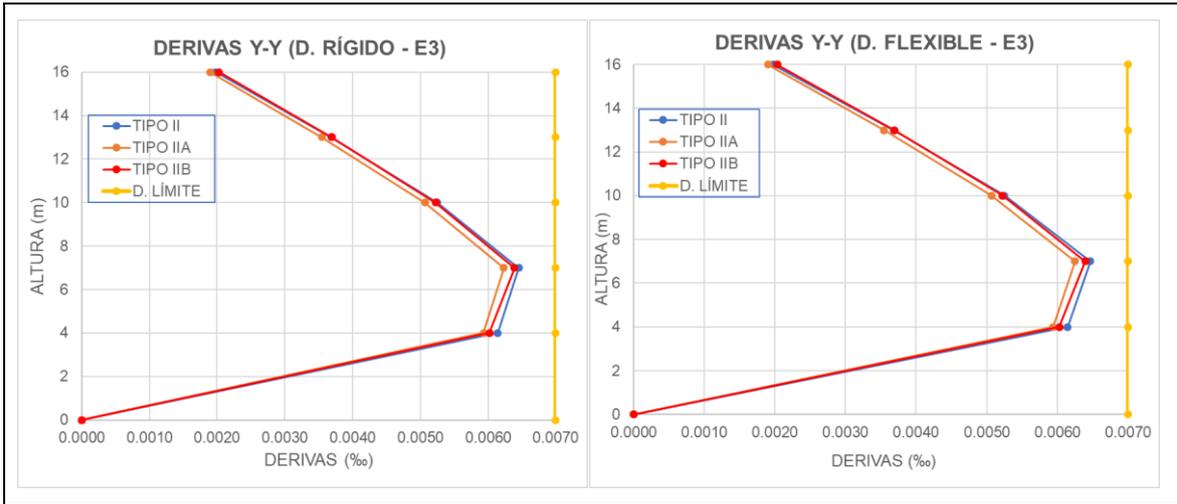
Derivas X-X con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
4°	13	0.0040	0.0040	0.0039	0.0040	0.0040	0.0039
3°	10	0.0056	0.0055	0.0055	0.0056	0.0055	0.0055
2°	7	0.0068	0.0067	0.0066	0.0068	0.0067	0.0066
1°	4	0.0062	0.0060	0.0060	0.0062	0.0060	0.0060

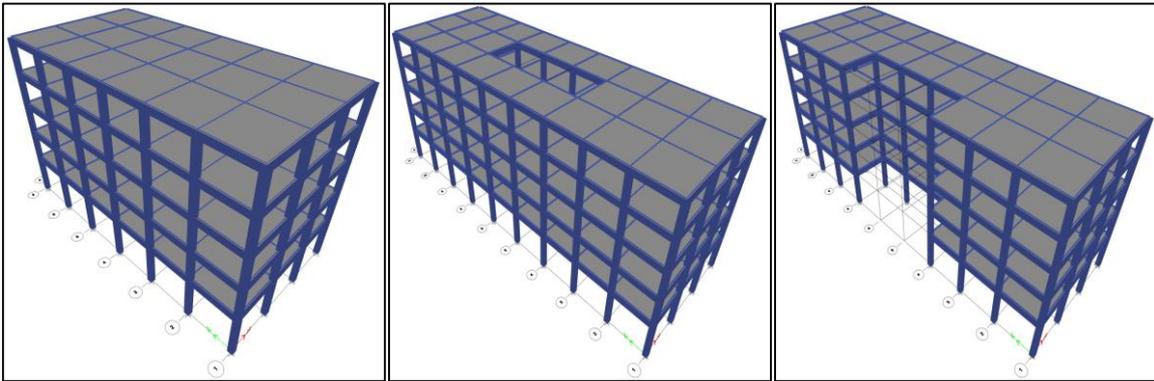


Derivas Y-Y con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB	Edificio Tipo II	Edificio Tipo IIA	Edificio Tipo IIB
5°	16	0.0020	0.0019	0.0020	0.0020	0.0019	0.0020
4°	13	0.0037	0.0035	0.0037	0.0037	0.0035	0.0037
3°	10	0.0053	0.0051	0.0052	0.0053	0.0051	0.0052
2°	7	0.0065	0.0062	0.0064	0.0065	0.0062	0.0064
1°	4	0.0061	0.0059	0.0060	0.0061	0.0059	0.0060



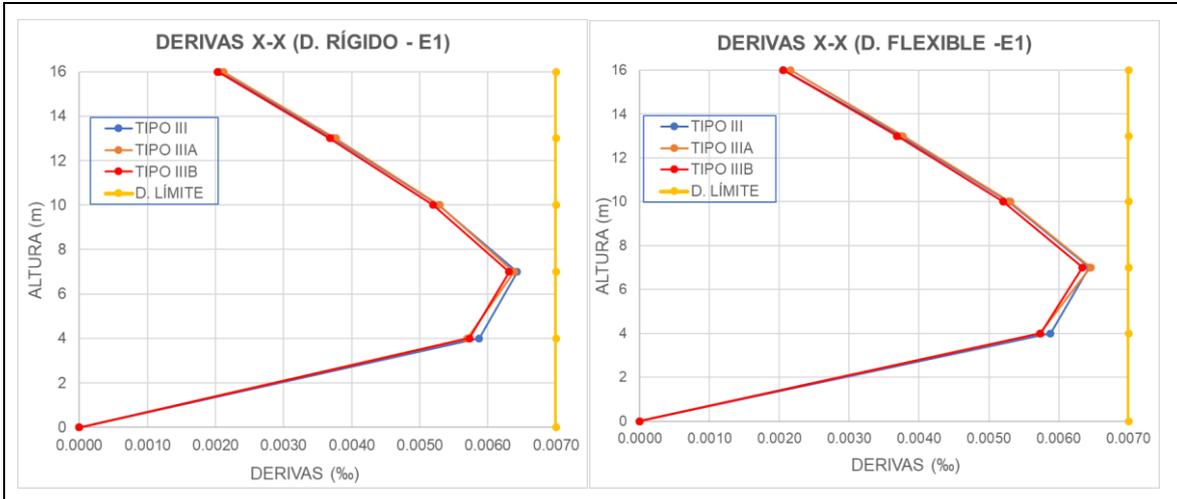
### Modelo 1:3 (12 x 36m)



Resultados obtenidos de derivas para el modelo con configuración en planta 1:3

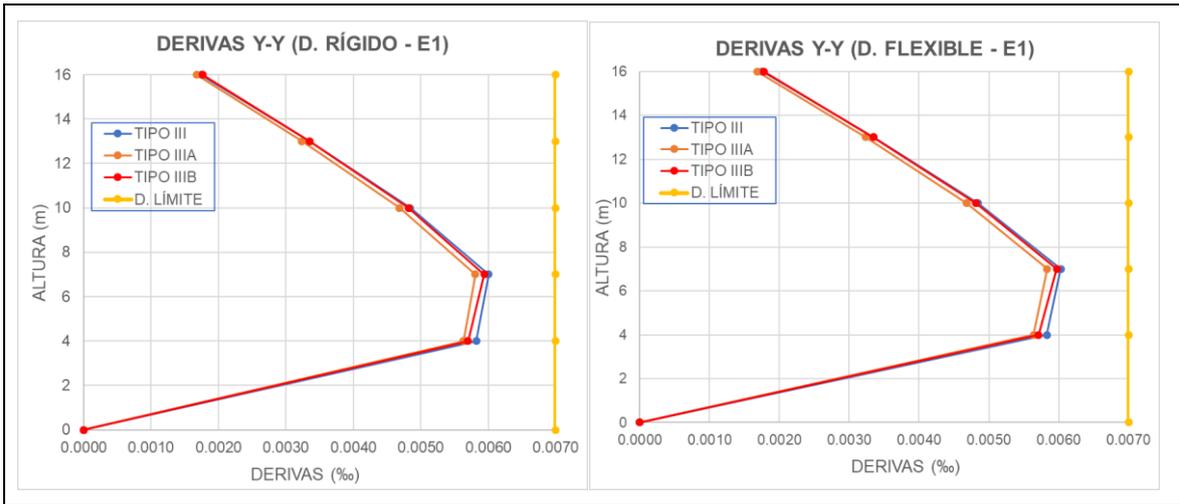
#### Derivas X-X con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0021	0.0021	0.0020	0.0021	0.0022	0.0021
4°	13	0.0037	0.0038	0.0037	0.0037	0.0038	0.0037
3°	10	0.0053	0.0053	0.0052	0.0053	0.0053	0.0052
2°	7	0.0064	0.0064	0.0063	0.0064	0.0065	0.0063
1°	4	0.0059	0.0057	0.0057	0.0059	0.0057	0.0057



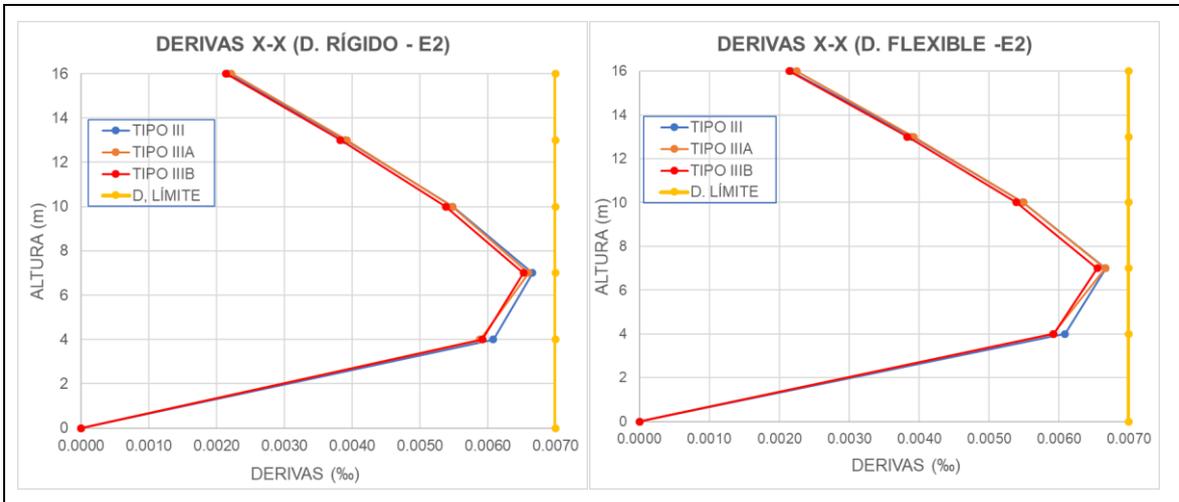
#### Derivas Y-Y con espesor 5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0017	0.0017	0.0018	0.0018	0.0017	0.0018
4°	13	0.0034	0.0032	0.0034	0.0034	0.0032	0.0033
3°	10	0.0048	0.0047	0.0048	0.0048	0.0047	0.0048
2°	7	0.0060	0.0058	0.0059	0.0060	0.0058	0.0060
1°	4	0.0058	0.0056	0.0057	0.0058	0.0056	0.0057



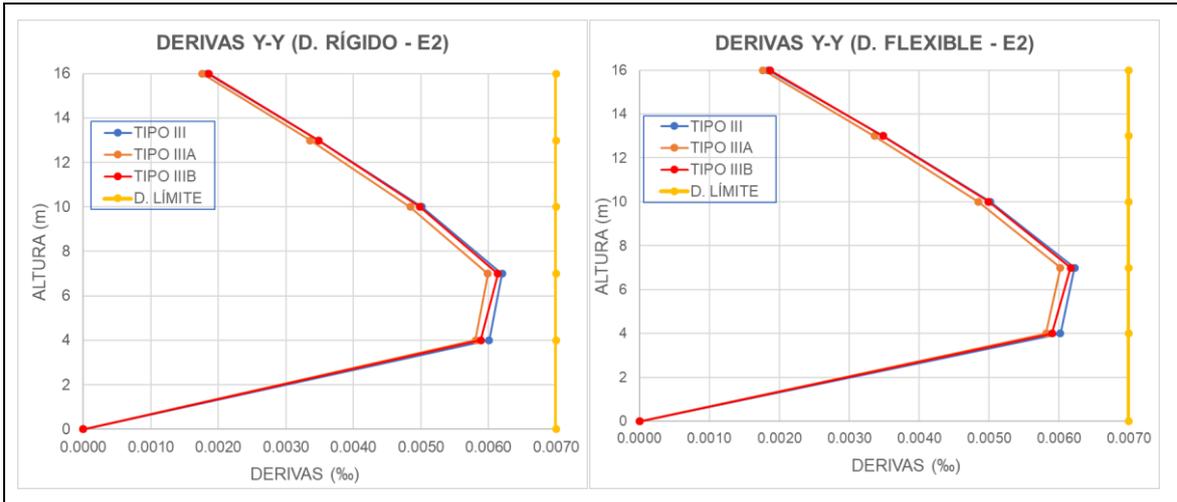
✚ Derivas X-X con espesor 7.5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0022	0.0022	0.0021	0.0022	0.0023	0.0021
4°	13	0.0039	0.0039	0.0038	0.0039	0.0039	0.0038
3°	10	0.0055	0.0055	0.0054	0.0055	0.0055	0.0054
2°	7	0.0067	0.0066	0.0065	0.0067	0.0067	0.0065
1°	4	0.0061	0.0059	0.0059	0.0061	0.0059	0.0059



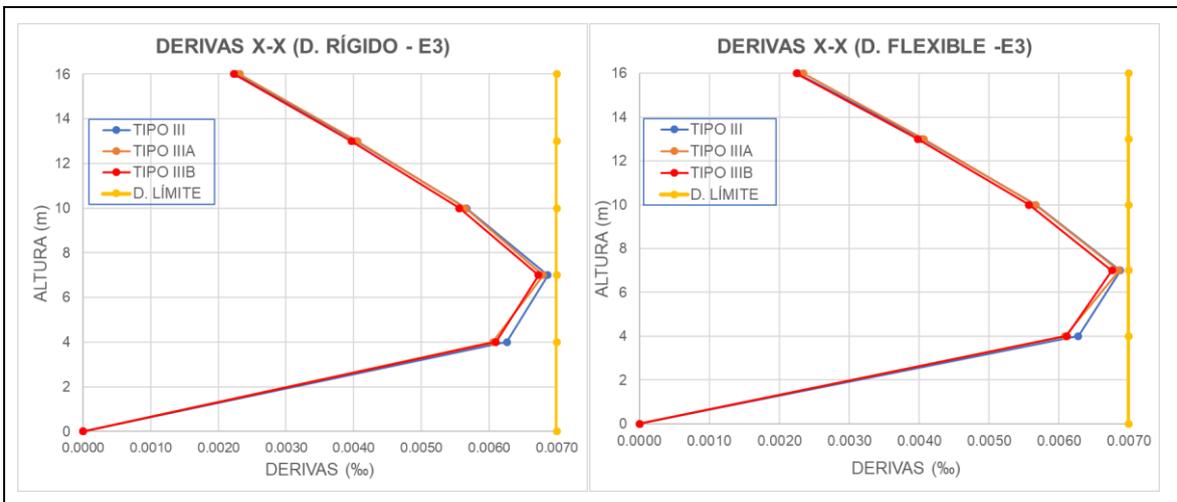
### Derivas Y-Y con espesor 7.5cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0018	0.0018	0.0019	0.0018	0.0018	0.0019
4°	13	0.0035	0.0034	0.0035	0.0035	0.0034	0.0035
3°	10	0.0050	0.0048	0.0050	0.0050	0.0048	0.0050
2°	7	0.0062	0.0060	0.0061	0.0062	0.0060	0.0062
1°	4	0.0060	0.0058	0.0059	0.0060	0.0058	0.0059



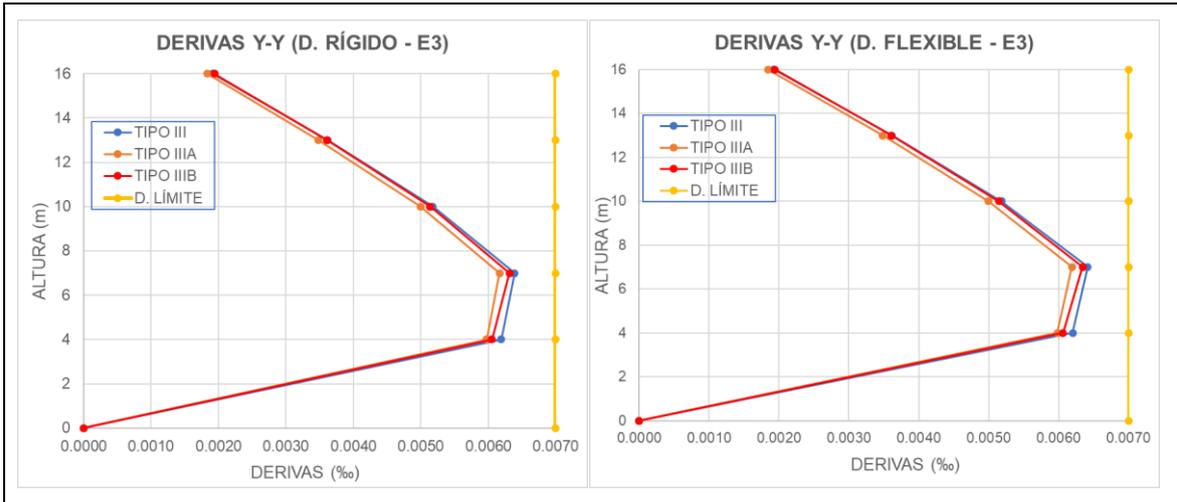
### Derivas X-X con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0023	0.0023	0.0022	0.0023	0.0023	0.0022
4°	13	0.0040	0.0041	0.0040	0.0040	0.0041	0.0040
3°	10	0.0057	0.0057	0.0056	0.0057	0.0057	0.0056
2°	7	0.0069	0.0068	0.0067	0.0069	0.0069	0.0068
1°	4	0.0063	0.0061	0.0061	0.0063	0.0061	0.0061



Derivas X-X con espesor 10cm

N° de techo	H <sub>TOTAL</sub> (m)	Derivas D.R. (‰)			Derivas D.F. (‰)		
		Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB	Edificio Tipo III	Edificio Tipo IIIA	Edificio Tipo IIIB
5°	16	0.0019	0.0018	0.0019	0.0019	0.0018	0.0019
4°	13	0.0036	0.0035	0.0036	0.0036	0.0035	0.0036
3°	10	0.0052	0.0050	0.0051	0.0052	0.0050	0.0051
2°	7	0.0064	0.0062	0.0063	0.0064	0.0062	0.0063
1°	4	0.0062	0.0060	0.0061	0.0062	0.0060	0.0061



## ANEXO 5: Consideraciones generales del edificio

### 1. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL EDIFICIO

COLUMNAS:	0.45x0.45
VIGAS:	0.25x0.45
LOSA ALIGERADA:	0.20 m

ALTURA TÍPICA:	3.00 m
ALTURA 1º PISO:	4.00 m

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DEL CONCRETO
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO

### 2. CARGAS CONSIDERADAS

<u>PISOS TÍPICOS:</u>	DEAD =	PESO PROPIO CALCULADO POR EL PROGRAMA
	SD =	100 kg/m <sup>2</sup>
	TAB =	100 kg/m <sup>2</sup>
	LIVE =	250 kg/m <sup>2</sup>

(\*) LAS VIGAS PERIMETRALES LLEVAN LA CARGA DE UN PARAPETO (0.60 tn/m)

<u>TECHO 5º PISO:</u>	DEAD =	PESO PROPIO CALCULADO POR EL PROGRAMA
	SD =	100 kg/m <sup>2</sup>
	TAB =	0 kg/m <sup>2</sup>
	LIVE =	100 kg/m <sup>2</sup>

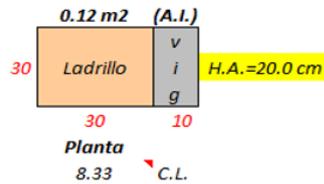
(\*) LAS VIGAS PERIMETRALES LLEVAN LA CARGA DE UN PARAPETO (0.234 tn/m)

### 3. PARAMETROS SISMICOS UTILIZADOS

Z =	0.25	ZONA 2
U =	1.00	USO: EDIFICACIÓN COMÚN
S =	1.20	SUELO TIPO 2
TP =	0.60	
TL =	2.00	
$R_x^* =$	8.00	SISTEMA DE PÓRTICOS EN "X"
$I_a =$	1.00	IRREGULARIDAD EN ALTURA
$I_p =$	1.00	IRREGULARIDAD EN PLANTA
$R_x =$	8.00	
$R_y^* =$	8.00	SISTEMA DE PÓRTICOS EN "Y"
$I_a =$	1.00	IRREGULARIDAD EN ALTURA
$I_p =$	1.00	IRREGULARIDAD EN PLANTA
$R_y =$	8.00	

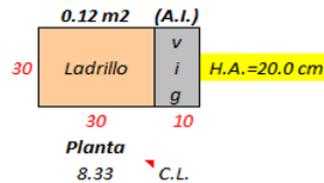
## ANEXO 6: Cargas

PESO PROPIO DE ALIGERADO 1 DIRECCIÓN			
descripción	Altura	Peso unit.	Peso (P)
Ladrillo	0.0 cm	0.0 Kg	0.00 Kg
Tecnopor	15.0 cm	25 Kg/m <sup>3</sup>	0.338 Kg
Concreto losa	5 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	10.80 Kg
Concreto Vigüeta	20.0 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	14.40 Kg
Tarrajeo	1.0 cm	2000 Kg/m <sup>3</sup>	2.40 Kg
P/A=			233 Kg/m <sup>2</sup>



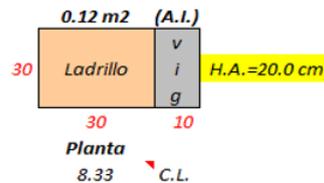
**PESO DE ALIGERADO (H=20 cm)**  
SE CONSIDERÓ 5 cm DE LOSA DE CONCRETO (EN COMPRESIÓN) Y 15 cm DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.

PESO PROPIO DE ALIGERADO 1 DIRECCIÓN			
descripción	Altura	Peso unit.	Peso (P)
Ladrillo	0.0 cm	0.0 Kg	0.00 Kg
Tecnopor	12.5 cm	25 Kg/m <sup>3</sup>	0.281 Kg
Concreto losa	8 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	16.20 Kg
Concreto Vigüeta	20.0 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	14.40 Kg
Tarrajeo	1.0 cm	2000 Kg/m <sup>3</sup>	2.40 Kg
P/A=			277 Kg/m <sup>2</sup>



**PESO DE ALIGERADO (H=20 cm)**  
SE CONSIDERÓ 7.5 cm DE LOSA DE CONCRETO (EN COMPRESIÓN) Y 12.5 cm DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.

PESO PROPIO DE ALIGERADO 1 DIRECCIÓN			
descripción	Altura	Peso unit.	Peso (P)
Ladrillo	0.0 cm	0.0 Kg	0.00 Kg
Tecnopor	10.0 cm	25 Kg/m <sup>3</sup>	0.225 Kg
Concreto losa	10 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	21.60 Kg
Concreto Vigüeta	20.0 cm	2400 Kg/m <sup>3</sup>	14.40 Kg
Tarrajeo	1.0 cm	2000 Kg/m <sup>3</sup>	2.40 Kg
P/A=			322 Kg/m <sup>2</sup>



**PESO DE ALIGERADO (H=20 cm)**  
SE CONSIDERÓ 10 cm DE LOSA DE CONCRETO (EN COMPRESIÓN) Y 10 cm DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don:

Arcos Huasco, Antoni

cuyo título es: "Desplazamientos Laterales de Edificios Aporticados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 catorce.

Lima, San Juan de Lurigancho 13 de AGOSTO del 2021.



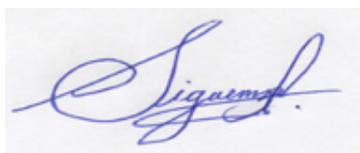
.....  
PRESIDENTE

MG. LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES



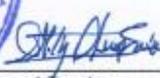
.....  
SECRETARIO

MG. ATILIO RUBENLOPEZ CARRANZA



.....  
VOCAL

MG. ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Aprobó	 Vicerrectorado de Investigación
------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don:

Alhuay Urquizo, Maria Elizabeth

cuyo título es: "Desplazamientos Laterales de Edificios Aportricados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 catorce.

Lima, San Juan de Lurigancho 13 de AGOSTO del 2021.



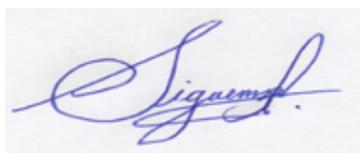
.....  
PRESIDENTE

MG. LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES



.....  
SECRETARIO

MG. ATILIO RUBENLOPEZ CARRANZA



.....  
VOCAL

MG. ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Aprobó	 Vicerrectorado de Investigación
------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Nosotros, ARCOS HUASCO ANTONI, ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH identificados con DNIs N° 70148266, 70197600, (respectivamente) estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, autorizamos ( X ), no autorizamos ( ) la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Desplazamientos Laterales de Edificios Aporticados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

--

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 05 de Octubre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
ARCOS HUASCO ANTONI <b>DNI:</b> 70148266 <b>ORCID</b> 0000-0002-0172-6220	Firmado digitalmente por: AAARCOSA el 05-10-2021 14:47:01
ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH <b>DNI:</b> 70197600 <b>ORCID</b> 0000-0003-3644-7800	Firmado digitalmente por: MALHUAY el 05-10-2021 14:54:51

Código documento Trilce: INV - 0373849

Yo, Mg.Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:  
“Desplazamientos Laterales de Edificios Aporticados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021 “de los estudiantes:

Arcos Huasco, Antoni  
Alhuay Urquizo, Maria Elizabeth

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 13-08-21



.....

Firma

Mg. Ing. Robert Wilfredo Sigüenza Abanto,  
DNI: 42203191

	Elabora		
Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	VICERRECTORADO de Investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, ARCOS HUASCO ANTONI, ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Desplazamientos Laterales de Edificios Aporticados de Concreto Armado, Analizando el Cambio de Geometría del Diafragma en Andahuaylas, Apurímac – 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ARCOS HUASCO ANTONI <b>DNI:</b> 70148266 <b>ORCID</b> 0000-0002-0172-6220	Firmado digitalmente por: AAARCOSA el 05-10-2021 14:47:01
ALHUAY URQUIZO MARIA ELIZABETH <b>DNI:</b> 70197600 <b>ORCID</b> 0000-0003-3644-7800	Firmado digitalmente por: MALHUAY el 05-10-2021 14:54:51

Código documento Trilce: INV - 0373852