

ANEXO 01.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI, SEGÚN NORMAS E.030 2003 Y E.030 2018

1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO NORMA E.030 2003

1.1. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PABELLÓN “A”

1.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

ETAPA 1 PELIGRO SÍSMICO

Paso 1 Factor de Zona Z

LOCALIZACIÓN

- Región (Dpto.) : Puno
- Provincia : Melgar
- Distrito : Ayaviri

El factor de zona de acuerdo a la ubicación es como se indica en la tabla A.1:

Tabla A. 1

Definición de Factor de Zona Pab. “A”.

Factor de Zona.		
Factor de zona "Z"	Zona	Z
	2	0.30

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 2 Parámetros de Suelo S y Tp

Tabla A. 2

Definición del Perfil de Suelo “S”.

Factor de suelo	Descripción	S	Tp
S2	suelos intermedios	1.20	0.60

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 3 Construir la función Factor de Amplificación

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la ecuación (1):

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2.5 \quad (1)$$

Siendo T_p – Periodo correspondiente al perfil del suelo

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

Paso 4 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U

Para nuestro caso se tomará el valor de FACTOR DE USO (U=1,5), debido a que el HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI es una Edificación Esencial.

Tabla A. 3

Categoría de Edificación Pab. "A".

CATEGORÍA	U
"A" Edificaciones Esenciales	1.50

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 5 Configuración Estructural

La edificación se verifica como Irregular debido a que presenta IRREGULARIDAD POR ESQUINA ENTRANTE.

Paso 6 Sistema Estructural

Tabla A. 4

Definición del Sistema Estructural del Pab. A.

Dirección de análisis	Sistema Estructural
X-X	Muros Estructurales.
Y-Y	Muros Estructurales.

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 7 Coeficiente de Reducción Para estructuras.

Tabla A. 5

Definición del Coeficiente de Reducción R.

Dirección de análisis	Sistema Estructural	R
X-X	Muros Estructurales.	6.00
Y-Y	Muros Estructurales.	6.00

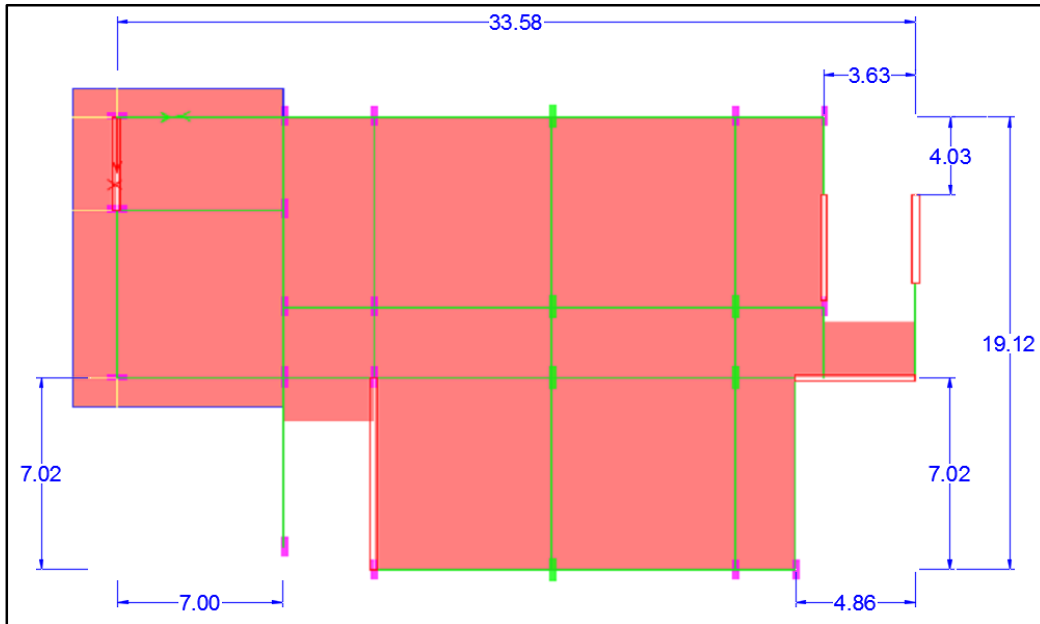
Nota. Fuente: RNE. E.030-2018.

Paso 8 Factor de Irregularidad

Verificación de irregularidad por esquina entrante.

Figura A. 1

Pabellón A Primer Piso, Plano en planta



Nota. Fuente: Etabs

En la dirección de análisis X-X

$$\frac{3.63}{33.58} = 0.108 < 0.20 \text{ Cumple}$$

$$\frac{4.86}{33.58} = 0.144 < 0.20 \text{ Cumple}$$

$$\frac{7.00}{33.58} = 0.208 > 0.20 \text{ No Cumple}$$

En la dirección de análisis X-X

$$\frac{4.03}{19.12} = 0.210 > 0.20 \text{ No Cumple}$$

$$\frac{7.02}{19.12} = 0.367 > 0.20 \text{ No Cumple}$$

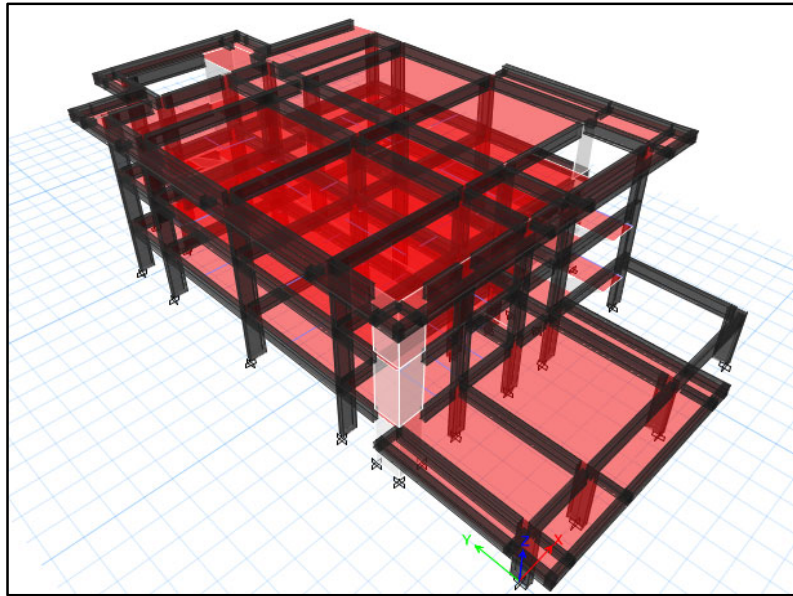
Por tanto, el Pabellón “A” es IRREGULAR POR ESQUINA ENTRANTE.

ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 9 Modelos para análisis de Edificios

Figura A. 2

Modelo Matemático del Pab. “A”.



Nota. Fuente: Etabs

Paso 10 Cálculo del peso sísmico efectivo

1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida.

Tabla A. 6

Cargas Vivas mínimas Repartidas Pab. A.

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas kpa (kgf/m ²)
Hospitales	
Sala de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Nota. Fuente: RNE. E.020.

1.2. Carga muerta repartida.

Adicionalmente, debemos tener en cuenta que en el caso de las losas ETABS solamente dibuja el volumen de la losa sin considerar la participación del peso de los ladrillos de arcilla, por lo que estos valores deben ser calculados e ingresados manualmente como carga muerta. Por lo tanto,

- **Aligerado en 01 Direccion $h = 0.35m$ (Peso Propio, $PP = 475 \frac{Kg}{m^2}$)**

$$V_{C^\circ} = 0.05 + 0.25H, \quad (2)$$

$$W_{C^\circ} = V_{C^\circ} \times \gamma_{C^\circ}, \quad (3)$$

$$CM_{PP} = PP - W_{C^\circ} \quad (4)$$

$$V_{C^\circ} = 0.05 + 0.25(0.30) = 0.125 \frac{m^3}{m^2} \rightarrow W_{C^\circ} = 0.125 \times 2400$$

$$W_{C^\circ} = 300 \frac{Kg}{m^2}$$

$$CM_{PP} = 475 - 300 = 175 \frac{Kg}{m^2}$$

V_{C° : Volumen del concreto

W_{C° : Peso del concreto

CM_{PP} : Carga muerta por peso propio del ladrillo

- **Aligerado en 01 Direccion azotea $h = 0.30m$ (Peso Propio, $PP = 420 \frac{Kg}{m^2}$)**

$$V_{C^\circ} = 0.05 + 0.25(0.25) = 0.1125 \frac{m^3}{m^2} \rightarrow W_{C^\circ} = 0.1125 \times 2400$$

$$W_{C^\circ} = 270 \frac{Kg}{m^2}$$

$$CM_{PP} = 420 - 270 = 150 \frac{Kg}{m^2}$$

Tabla A. 7*Resumen de Cargas muertas.*

Cargas Muertas	Piso típico (Kg/m²)	Azotea (Kg/m²)
P. Ladrillo de techo	175.00	150.00
P. Piso terminado	100.00	100.00
P. Tabiquería	150.00	0.00
P. Estructura metálica	0.00	150.00
Σ	425.00	400.00

Tabla A. 8*Cargas Muertas por Tabique.*

Peso del tabique (Kg/m)	Carga equivalente a ser añadida a la carga muerta (Kg/m²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Nota. Fuente: San Bartolomé 1999.

Tabla A. 9*Tipos y valores de carga para asignar en Etabs.*

Tipo de Carga	Nombre	Patron	Valor
Muerta	CM	SuperDead	425 kg/m ²
Muerta Techo	CM	SuperDead	400 kg/m ²
Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	300 kg/m ²
Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m ²

Nota. Donde: CM es carga muerta, CV es carga viva y CVT es carga viva de techo.

1.3. Cálculo del peso sísmico efectivo según la norma E.030

A manera de fórmula, el Peso Sísmico Efectivo del Edificio, P, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + CM) + 0.50CV + 0.25CVT \quad (5)$$

Paso 11 Análisis Dinámico

1. Determinación de los modos de Vibración.

El Artículo 18.2-c de la NTE E.030 nos permite determinar la respuesta, r , del edificio mediante el criterio de combinación modal alternativo que se indica a continuación:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad (6)$$

Dicho de otro modo, $r = 0.25(ABS) + 0.75(SRSS)$

Dejando para nuestra libre consideración el cálculo de las respuestas el uso de la Combinación Cuadrática Completa, CQC. Además, el número mínimo de modos que se deben considerar en un análisis tridimensional será de 03 hasta tener un Porcentaje de Participación de Masa Modal, PPM, mínimo del 90% del Peso Sísmico Efectivo calculado.

2. Cálculo del Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Tabla A. 10

Cálculo del Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones.

Factor	Valor Numérico
Factor de zona "Z"	Zona 2 Z = 0.3
Factor de suelo "S"	S2 T _p = 0.6 S = 1.2
Factor de uso "U"	U = 1.5
Sistema estructural "R"	DIR X-X R = 6*3/4 = 4.5
	DIR Y-Y R = 6*3/4 = 4.5
Factor de amplificación sísmica "C"	2.5

Nota. Donde: DIR X-X y DIR Y-Y es la dirección de análisis respectivamente.

Tabla A. 11

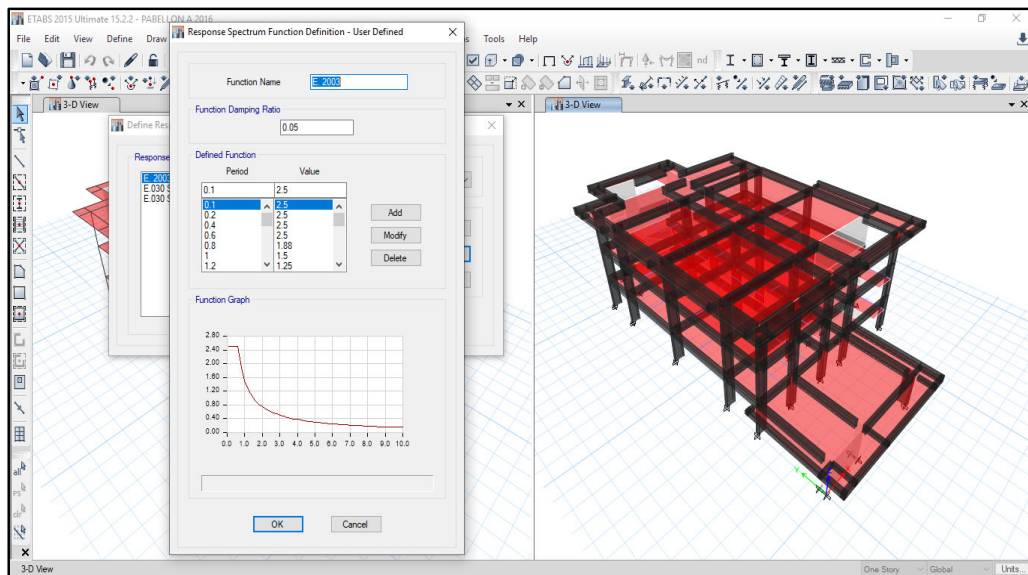
Respuesta Sísmica E.030 – 2003.

T (seg.)	C	S_{ax}	S_{ay}
0.00	2.500	0.30	0.30
0.20	2.500	0.30	0.30
0.40	2.500	0.30	0.30
0.60	2.500	0.30	0.30
0.80	1.875	0.23	0.23
1.00	1.500	0.18	0.18
1.20	1.250	0.15	0.15
1.40	1.071	0.13	0.13
1.60	0.938	0.11	0.11
1.80	0.833	0.10	0.10
2.00	0.750	0.09	0.09
2.20	0.682	0.08	0.08
2.40	0.625	0.08	0.08
2.60	0.577	0.07	0.07
2.80	0.536	0.06	0.06
3.00	0.500	0.06	0.06
3.20	0.469	0.06	0.06
3.40	0.441	0.05	0.05
3.60	0.417	0.05	0.05
3.80	0.395	0.05	0.05
4.00	0.375	0.05	0.05

Nota. Donde: T es el Periodo, C es el Factor de Amplificación Sísmica y S_{ax} S_{ay} son las Aceleraciones Sísmicas en cada dirección de análisis.

Figura A. 3

Asignación Espectro de Pseudo Aceleraciones:



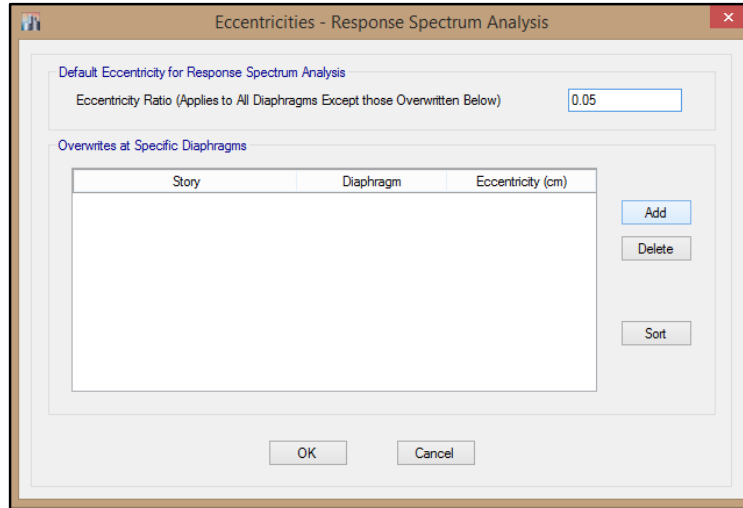
Nota. Fuente: Etabs

3. Consideraciones de Excentricidad Accidental

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

Figura A. 4

Consideración de la Excentricidad Accidental



Nota. Fuente: Etabs

4. Determinación de los resultados de fuerza y desplazamientos para cada modo de vibración.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Tabla A. 12

Ratios de Participación de carga Modal.

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %	> 90%
Modal	Acceleration	UX	100	99.87	OK
Modal	Acceleration	UY	100	99.91	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	0	OK

Número de modos en los que se supera el 90% de la masa: 4 modos.

Tabla A. 13

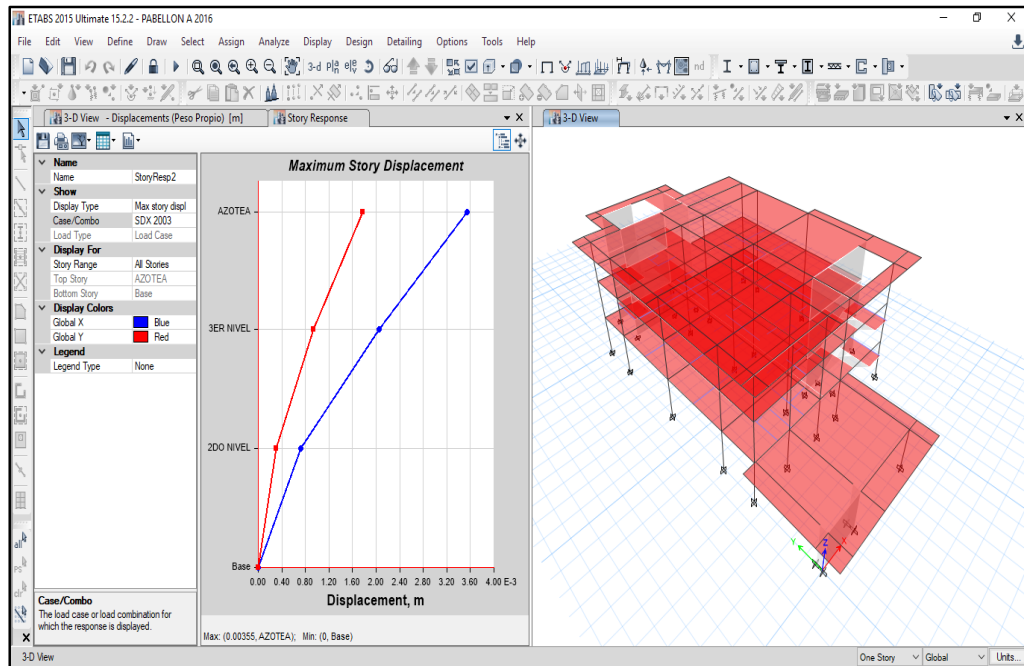
Modos en los que se supera el 90% de la masa participativa.

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.282	0.000	0.736	0.000	0.0004
Modal	2	0.155	0.394	0.000	0.355	0.3553
Modal	3	0.125	0.352	0.001	0.315	0.6698
Modal	4	0.081	0.000	0.224	0.002	0.6718
Modal	5	0.053	0.000	0.010	0.001	0.6732

Desplazamientos máximos obtenidos en Etabs

Figura A. 5

Desplazamientos Máximos en Ambas Direcciones de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

Cálculo de máximas derivas inelásticas en ambas direcciones de análisis.

Tabla A. 14*Máximas derivas inelásticas dir. X-X, Pab. A.*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Deriva	Deriva	< 0.007
			Elástica Δ	Inelástica $R \times \Delta$	
Azotea	SDX 2003 Max	X-X	3.73×10^{-4}	1.68×10^{-3}	OK
2do nivel	SDX 2003 Max	X-X	3.61×10^{-4}	1.62×10^{-3}	OK
1er nivel	SDX 2003 Max	X-X	1.94×10^{-4}	0.87×10^{-3}	OK

Tabla A. 15*Máximas derivas inelásticas dir. Y-Y, Pab. A.*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Deriva	Deriva	< 0.007
			Elástica Δ	Inelástica $R \times \Delta$	
Azotea	SDY 2003 Max	Y-Y	9.72×10^{-4}	4.40×10^{-3}	OK
2do nivel	SDY 2003 Max	Y-Y	9.33×10^{-4}	4.20×10^{-3}	OK
1er nivel	SDY 2003 Max	Y-Y	5.07×10^{-4}	2.30×10^{-3}	OK

1.2. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PABELLÓN “B”**1.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS****ETAPA 1 PELIGRO SÍSMICO****Paso 1 Factor de Zona Z**LOCALIZACIÓN

- Región (Dpto.) : Puno
- Provincia : Melgar
- Distrito : Ayaviri

Tabla A. 16

Definición de Factor de Zona Pab. B.

Factor de Zona.		
Factor de zona	Zona	Z
"Z"	2	0.30

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 2 Parámetros de Suelo S y Tp

Tabla A. 17

Definición del Perfil de Suelo "S".

Factor de suelo	Descripción	S	Tp
S2	suelos intermedios	1.20	0.60

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 3 Construir la función Factor de Amplificación

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la ecuación (7) :

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2.5 \quad (7)$$

Siendo T_p – Periodo correspondiente al perfil del suelo

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

Paso 4 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U

Para nuestro caso se tomará el valor de FACTOR DE USO (U=1,5), debido a que el HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI es una Edificación Esencial.

Tabla A. 18

Categoría de Edificación Pab. B.

CATEGORÍA	U
"A" Edificaciones Esenciales	1.50

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 5 Configuración Estructural

La edificación se verifica como Irregular debido a que presenta IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL.

Paso 6 Sistema Estructural

Tabla A. 19

Definición Del Sistema Estructural Pab. B.

Dirección de análisis	Sistema Estructural
X-X	Muros Estructurales.
Y-Y	Muros Estructurales.

Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 7 Coeficiente de Reducción Para estructuras.

Tabla A. 20

Definición del Coeficiente de Reducción R.

Dirección de análisis	Sistema Estructural	R
X-X	Muros Estructurales.	6.00
Y-Y	Muros Estructurales.	6.00

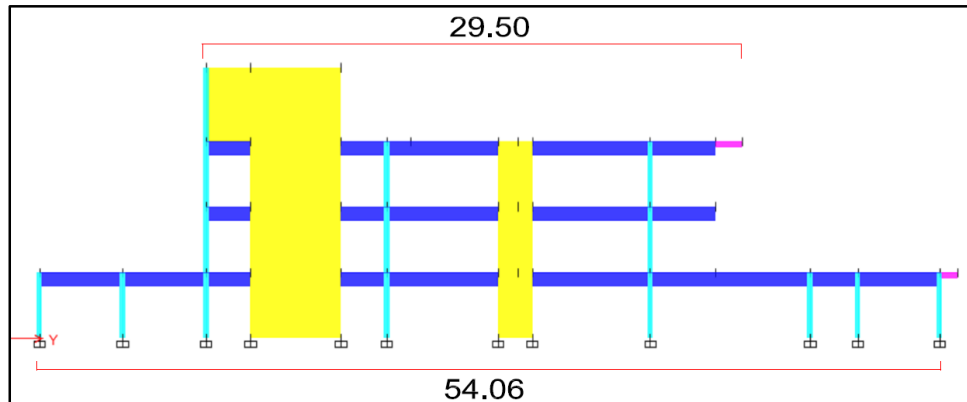
Nota. Fuente: RNE. E.030-2003.

Paso 8 Factor de Irregularidad

Verificación de irregularidad por Irregularidad Geométrica Vertical.

Figura A. 6

Pabellón B, Vista en Elevación



Nota. Fuente: Etabs

$$\frac{54.06}{29.20} = 1.86 > 1.3 \rightarrow \text{IRREGULAR}$$

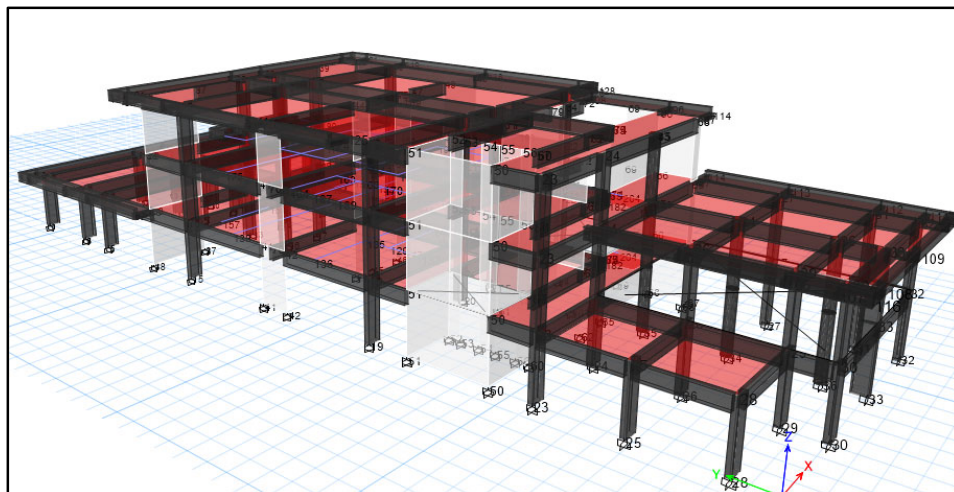
Por tanto, el Pabellón "B" presenta Irregularidad Geométrica Vertical.

ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 9 Modelos para análisis de Edificios

Figura A. 7

Modelo Matemático del Pab. "B"



Nota. Fuente: Etabs

Paso 10 Cálculo del peso sísmico efectivo

1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida.

Tabla A. 21

Cargas Vivas mínimas Repartidas Pab. B.

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas kpa (kgf/m ²)
Hospitales	
Sala de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Nota. Fuente: RNE. E.020.

1.2. Carga muerta repartida.

Adicionalmente, debemos tener en cuenta que en el caso de las losas ETABS solamente dibuja el volumen de la losa sin considerar la participación del peso de los ladrillos de arcilla, por lo que estos valores deben ser calculados e ingresados manualmente como carga muerta.

Tabla A. 22

Resumen de Cargas muertas Pab. B.

Cargas Muertas	Piso típico (Kg/m ²)	Azotea (Kg/m ²)
P. Ladrillo de techo	175.00	150.00
P. Piso terminado	100.00	100.00
P. Tabiquería	150.00	0.00
P. Estructura metálica	0.00	150.00
Σ	425.00	400.00

Tabla A. 23

Tipos y Valores de Carga a Asignar en Etabs.

Tipo de Carga	Nombre	Patron	Valor
Muerta	CM	SuperDead	425 kg/m ²
Muerta Techo	CM	SuperDead	400 kg/m ²

Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	300 kg/m ²
Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m ²

1.3. Cálculo del peso sísmico efectivo según la norma E.030

A manera de fórmula, el Peso Sísmico Efectivo del Edificio, P, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + CM) + 0.50CV + 0.25CVT \quad (8)$$

Paso 11 Análisis Dinámico

1. Determinación de los modos de Vibración.

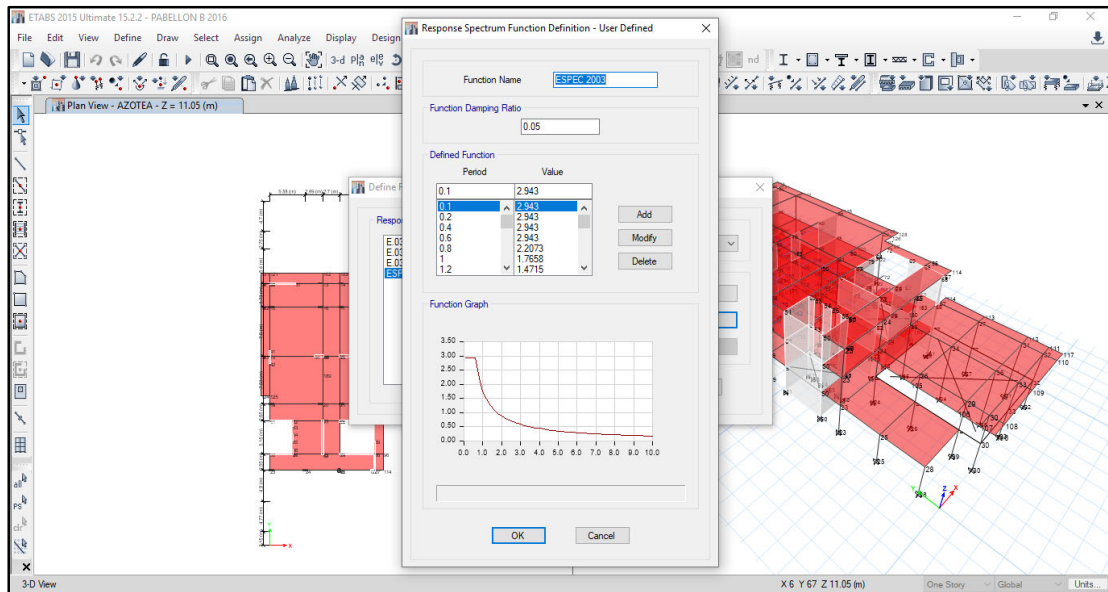
Según lo establecido en la norma E.030 2003 indicados en ítems anteriores.

2. Cálculo del Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Debido a que las características sísmicas y estructurales son similares se tomará el Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones determinado para el pabellón A.

Figura A. 8

Asignación Espectro de Pseudo Aceleraciones.



Nota. Fuente: Etabs .

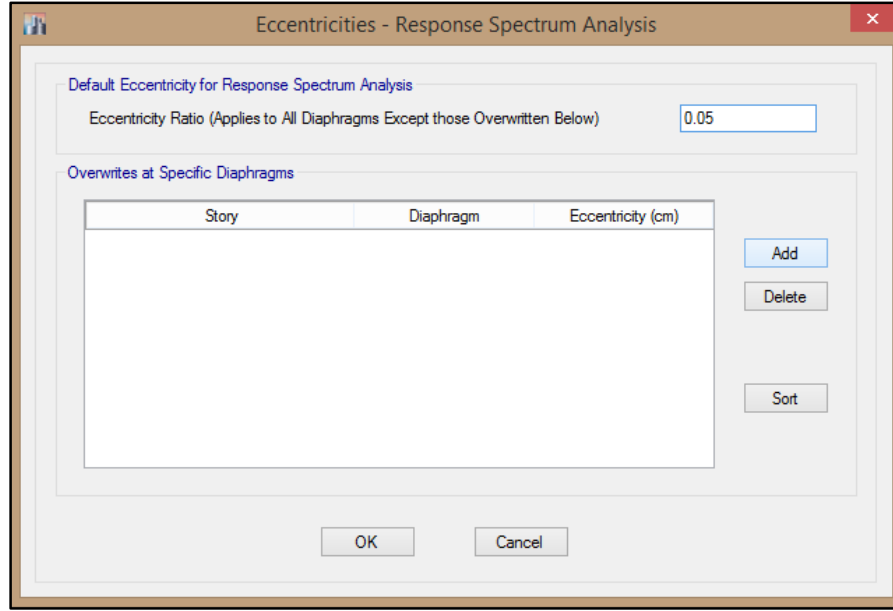
3. Consideraciones de Excentricidad Accidental

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del

sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

Figura A. 9

Consideración de la Excentricidad Accidental



Nota. Fuente: Etabs .

4. Determinación de los resultados de fuerza y desplazamientos para cada modo de vibración.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Tabla A. 24

Ratios de participación de carga modal.

Case	Ítem Type	Ítem	Static %	Dynamic	>
				%	90%
Modal	Acceleration	UX	100	99.96	OK
Modal	Acceleration	UY	100	99.95	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	0	OK

Nota. Resultados obtenidos en el programa ETABS.

Número de modos en los que se supera el 90% de la masa: 4 modos.

Tabla A. 25

Modos en los que se supera el 90% de la masa participativa.

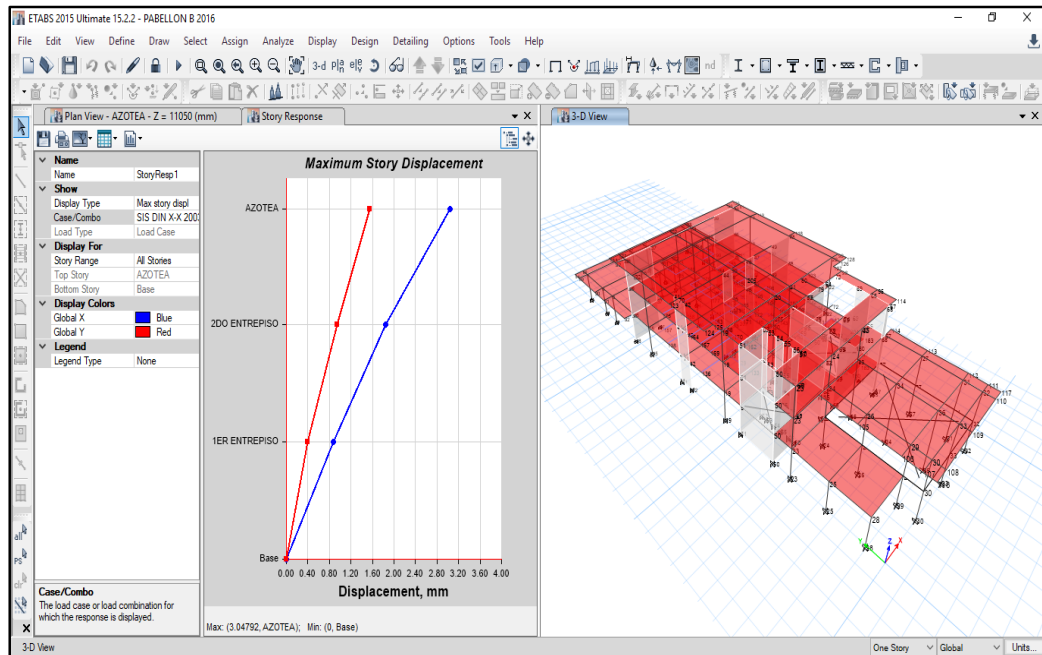
Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ
		(Sec)					
Modal	1	0.183	0.0377	0.5377	0.0377	0.5377	0.1566
Modal	2	0.146	0.5137	0.1476	0.5513	0.6854	0.07
Modal	3	0.117	0.1972	0.0868	0.7486	0.7722	0.5154
Modal	4	0.054	0.0307	0.1325	0.7792	0.9047	0.0903
Modal	5	0.046	0.0951	0.0638	0.8743	0.9685	0.0852
Modal	6	0.035	0.0948	0.0028	0.9691	0.9714	0.0622

Nota. Resultados obtenidos en el programa ETABS.

Desplazamientos máximos obtenidos en Etabs

Figura A. 10

Desplazamientos Máximos en Ambas Direcciones de Análisis.



Nota. Fuente: Etabs .

Cálculo de máximas derivas inelásticas en ambas direcciones de análisis

Tabla A. 26*Máximas derivas inelásticas dir. X-X, Pab. B.*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Deriva	Deriva	<0.007
			Elástica Δ	Inelástica $R \times \Delta$	
Azotea	SIS DIN X-X 2003 MAX	X-X	3.16×10^{-4}	1.42×10^{-3}	OK
2do nivel	SIS DIN X-X 2003 MAX	X-X	3.12×10^{-4}	1.40×10^{-3}	OK
1er nivel	SIS DIN X-X 2003 MAX	X-X	2.29×10^{-4}	1.03×10^{-3}	OK

Tabla A. 27*Máximas derivas inelásticas dir. Y-Y, Pab. B.*

Nivel	Caso de Carga	Dirección	Deriva	Deriva	<0.007
			Elástica Δ	Inelástica $R \times \Delta$	
Azotea	SIS DIN Y-Y 2003 Max	Y-Y	4.38×10^{-4}	1.97×10^{-3}	OK
2do nivel	SIS DIN Y-Y 2003 Max	Y-Y	4.21×10^{-4}	1.89×10^{-3}	OK
1er nivel	SIS DIN Y-Y 2003 Max	Y-Y	2.38×10^{-4}	1.07×10^{-3}	OK

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN NORMA SÍSMICA E.030 2018**2.1. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PABELLÓN “A”****2.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS****ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO****Paso 1 Factor de Zona Z**LOCALIZACIÓN

- Región (Dpto.) : Puno

- Provincia : Melgar
- Distrito : Ayaviri

Tabla A. 28

Definición del Factor de Zona.

Zona	Z
2	0.25

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Paso 2 Perfil de Suelo

Tabla A. 29

Definición del Perfil de Suelo.

Perfil	Tipo
Suelos Intermedios	S ₂

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Paso 3 Parámetros de Sitio S, T_P y T_L

Tabla A. 30

Definición del Factor de Suelo.

Tipo de Suelo	Descripción	S
S ₂	Suelos Intermedios	1.20

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Tabla A. 31

Definición de los Periodos "T_P" Y "T_L".

Tipo	Descripción	T_P	T_L
S ₂	Suelos Intermedios	0.6	2.0

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Paso 4 Construir la función Factor de Amplificación Sísmica C versus Periodo T

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L . Se define tres tramos, períodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral.

$$SI = T < T_p \rightarrow C = 2.5 \quad (9)$$

$$SI = T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (10)$$

$$SI = T > T_L \rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T}\right) \quad (11)$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

Los pasos de esta etapa dependen de las características de la edificación, como son su categoría, sistema estructural y configuración regular o irregular.

Paso 5 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U

Siendo el hospital SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI de segundo nivel, el factor de uso que le corresponde sin considerar aislación sísmica es: FACTOR DE USO ($U=1,5$), correspondiente a las edificaciones de categoría Esenciales (A1).

Tabla A. 32

Definición de la Categoría de Edificación.

Categoría	U
"A1" Edificaciones Esenciales	1.50

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Paso 6 Sistema Estructural

Tabla A. 33

Definición del Sistema Estructural.

Material Predominante	Tipo
Concreto Armado	Muros Estructurales

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0

Tabla A. 34

Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis X-X.

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	X-X	352,218.33	91.61%
Columnas	X-X	32,261.65	8.39%
Total	X-X	384,479.98	100.00%

Tabla A. 35

Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis Y-Y.

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	Y-Y	321,769.74	89.87%
Columnas	Y-Y	32,591.24	10.13%
Total	Y-Y	321,769.74	100.00%

Tabla A. 36

Definición del Coeficiente Básico de Reducción Sísmico.

Dirección De Análisis	Sistema Estructural	R_0
X-X	Concreto Armado: De Muros Estructurales	6.00
Y-Y	Concreto Armado: De Muros Estructurales	6.00

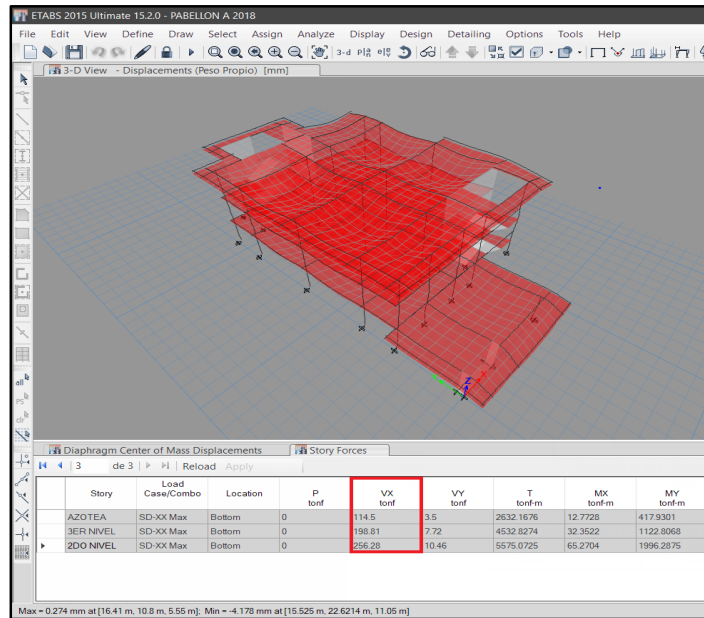
Paso 8 Factor de Irregularidad I_a, I_p

Verificación de la Irregularidad de rigidez – Piso Blando

Dirección de análisis X-X

Figura A. 11

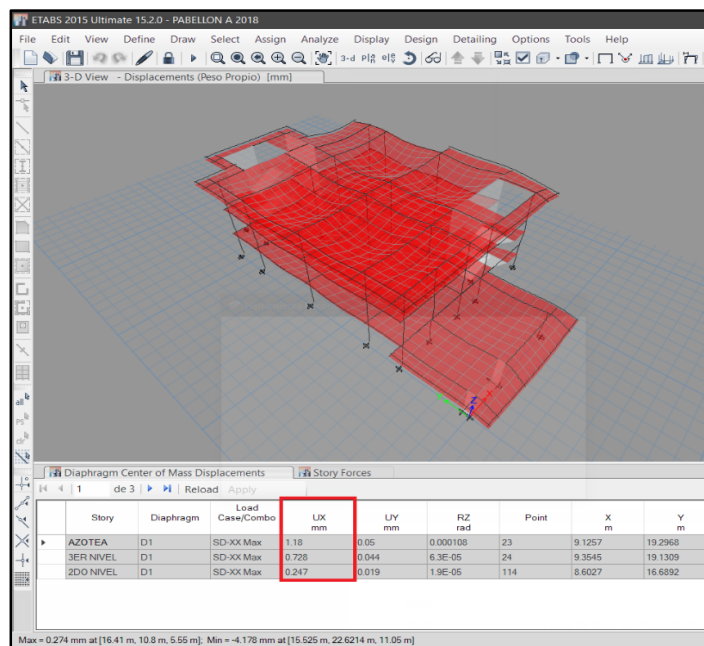
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 12

Desplazamiento de Entrepiso dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 37*Condición 01: Irregularidad por Piso Blando dir. X-X, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	114.50	1.18	0.45	253.32	177.32	---
2do nivel	3,700.00	198.81	0.73	0.48	413.33	289.33	ok
1er nivel	3,700.00	256.28	0.25	0.25	1037.57	726.30	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 38*Condición 02: Irregularidad por Piso Blando dir. X-X, Pab. A.*

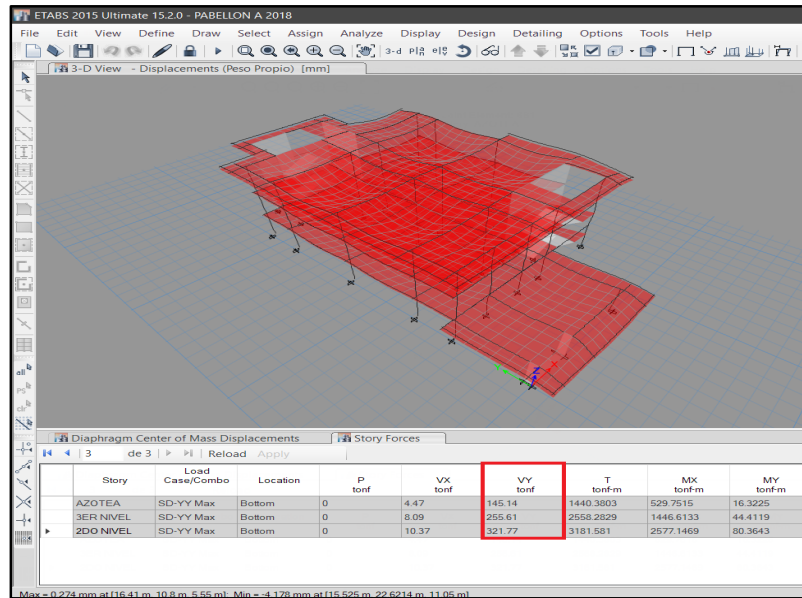
Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	114.50	1.180	0.452	253.32	202.65	---
2do nivel	3,700.00	198.81	0.728	0.481	413.33	266.66	ok
1er nivel	3,700.00	256.28	0.247	0.247	1037.57	454.46	ok
Base	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 13

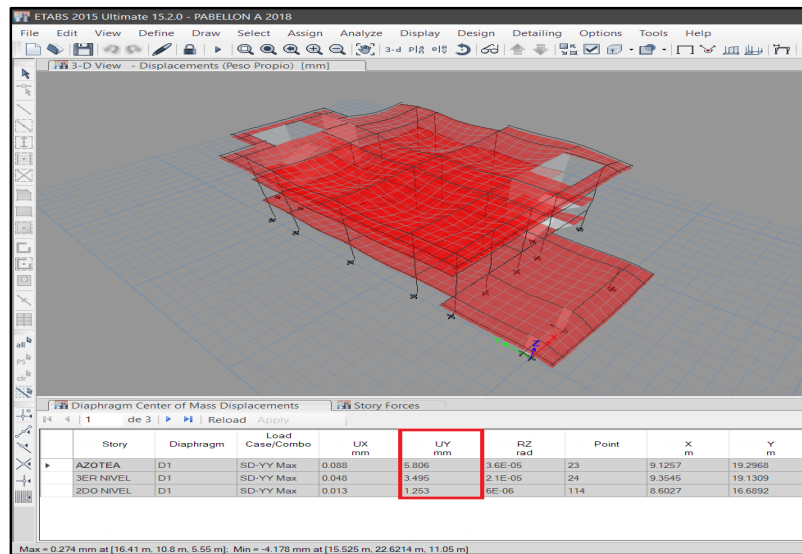
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 14

Desplazamiento del Centro de Masas dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 39*Condición 01: Irregularidad por Piso Blando dir. Y-Y, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	145.14	5.81	2.31	62.80	43.96	---
2do nivel	3,700.00	255.61	3.50	2.24	114.01	79.81	ok
1er nivel	3,700.00	321.77	1.25	1.25	256.80	179.76	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 40*Condición 02: Irregularidad por Piso Blando dir. Y-Y, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	145.14	5.81	2.31	62.80	50.24	---
2do nivel	3,700.00	255.61	3.50	2.24	114.01	70.73	ok
1er nivel	3,700.00	321.77	1.25	1.25	256.80	115.63	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

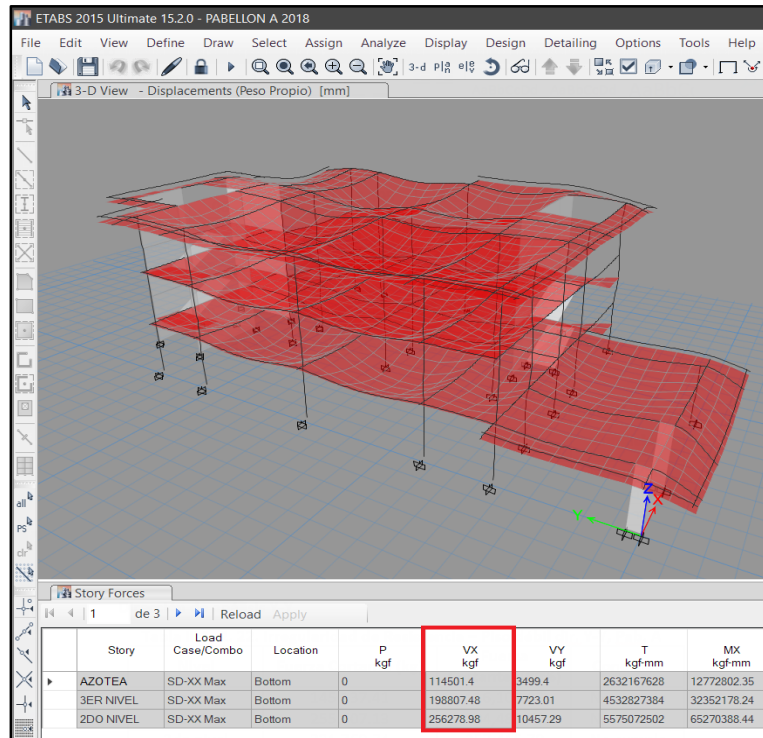
Nota. Del cuadro se concluye que, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Dirección de análisis X-X

Figura A. 15

Fuerza Cortante de Entrepiso dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 41

Irregularidad de Resistencia – Piso Débil dir. X-X, Pab. A.

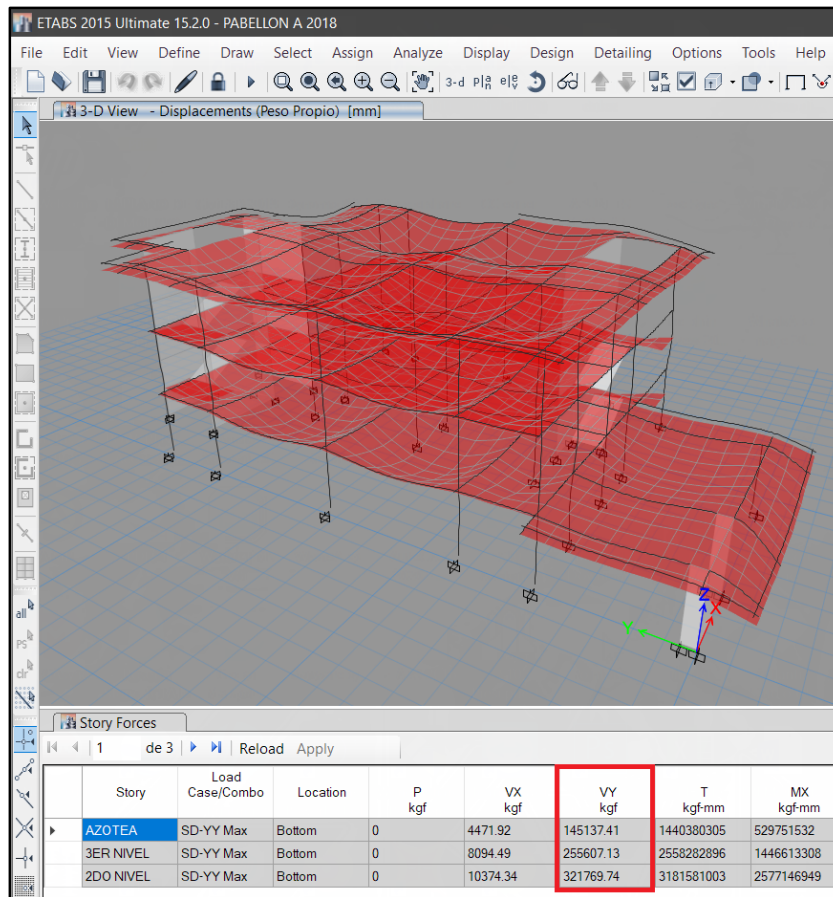
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	114,501.40	91,601.12	No cumple
2do nivel	198,807.48	159,045.98	No cumple
1er nivel	256,278.98	205,023.18	No cumple
Base	0.00	0.00	---

Nota. En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 16

Fuerza Cortante de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 42

Irregularidad de Resistencia – Piso débil dir. Y-Y, Pab. A.

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	145,137.41	116,109.93	No cumple
2do nivel	255,607.13	204,485.70	No cumple
1er nivel	321,769.74	257,415.79	No cumple
Base	0.00	0.00	---

Nota. En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Extrema de rigidez

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 43*Condición 01: Irregularidad Extrema de rigidez dir. X-X, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	114.50	1.18	0.45	253.32	151.99	---
2do nivel	3,700.00	198.81	0.73	0.48	413.33	248.00	ok
1er nivel	3,700.00	256.28	0.25	0.25	1037.57	622.54	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 44*Condición 02: Irregularidad Extrema de rigidez dir. X-X, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	114.50	1.18	0.45	253.32	177.32	---
2do nivel	3,700.00	198.81	0.73	0.48	413.33	233.33	ok
1er nivel	3,700.00	256.28	0.25	0.25	1037.57	397.65	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Nota. En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.**Dirección de análisis Y-Y****Tabla A. 45***Condición 01: Irregularidad Extrema de rigidez dir. Y-Y, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	145.14	5.81	2.31	62.80	37.68	---
2do nivel	3,700.00	255.61	3.50	2.24	114.01	68.41	ok
1er nivel	3,700.00	321.77	1.25	1.25	256.80	154.08	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 46*Condición 02: Irregularidad Extrema de rigidez dir. Y-Y, Pab. A.*

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	145.14	5.81	2.31	62.80	43.96	---
2do nivel	3,700.00	255.61	3.50	2.24	114.01	61.88	ok
1er nivel	3,700.00	321.77	1.25	1.25	256.80	101.18	ok
Base	0,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Nota. En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Extrema de Resistencia

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 47*Irregularidad Extrema de Resistencia dir. X-X, Pab. A.*

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	114,501.40	74,425.91	No cumple
2do nivel	198,807.48	129,224.86	No cumple
1er nivel	256,278.98	166,581.34	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 48*Irregularidad Extrema de Resistencia dir. Y-Y, Pab. A.*

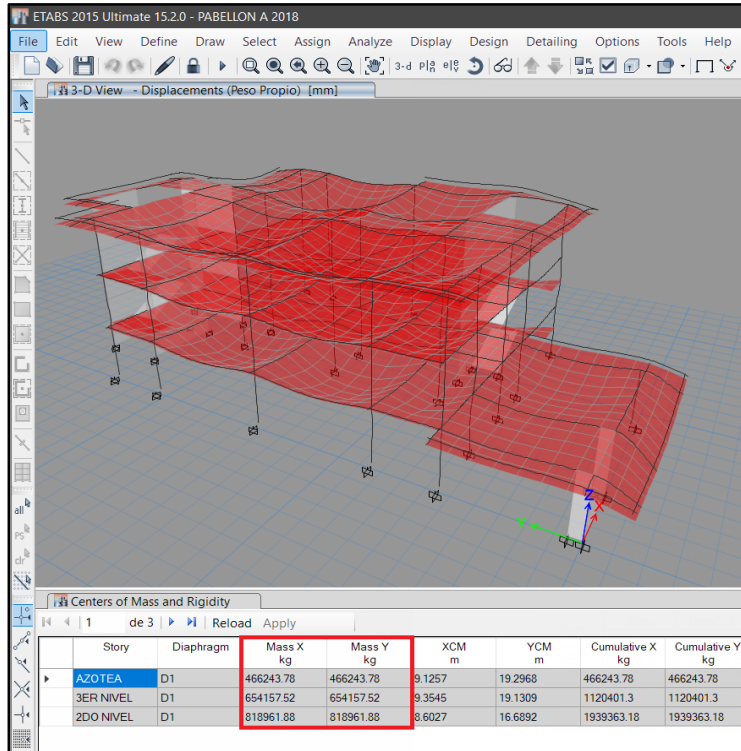
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	145,137.41	94,339.32	No cumple
2do nivel	255,607.13	166,144.63	No cumple
1er nivel	321,769.74	209,150.33	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad de Masa o Peso

Figura A. 17

Masa de Entrepiso dir. X-X, Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Tabla A. 49

Irregularidad de Masa o Peso dir. X-X, Y-Y, Pab. A

Nivel	Masa (kg)	Masa*1.5 (kg)	Condición
Azotea	466,243.78	699,365.67	No cumple
2do nivel	654,157.52	981,236.28	No cumple
1er nivel	818,961.88	1,228,442.82	No cumple
Base	0.00	0.00	---

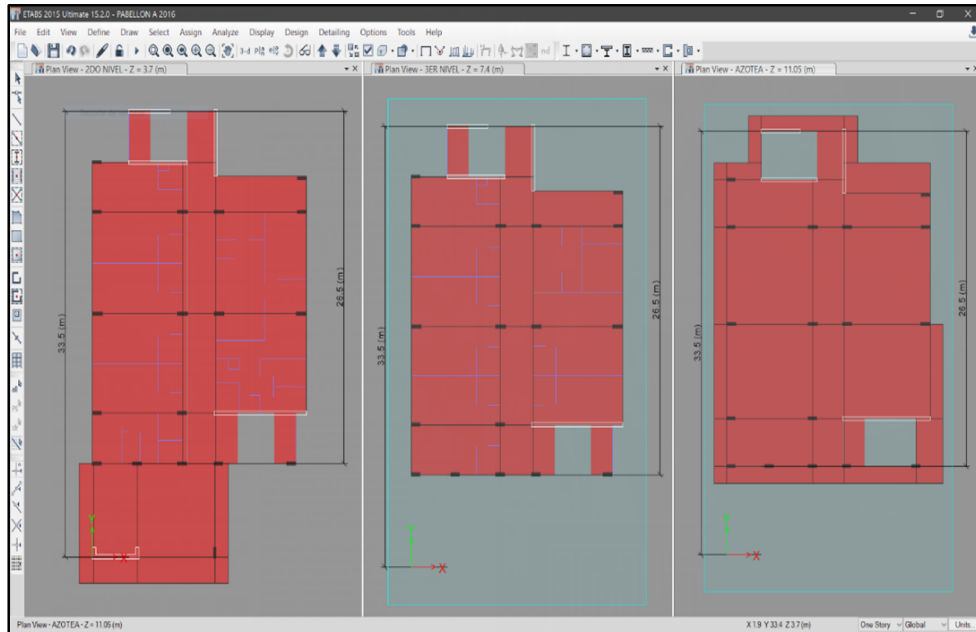
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Geométrica Vertical

Dirección de análisis X-X

Figura A. 18

Dimensiones Resistentes a Cargas Laterales dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 50

Irregularidad geométrica vertical dir. X-X, Pab. A.

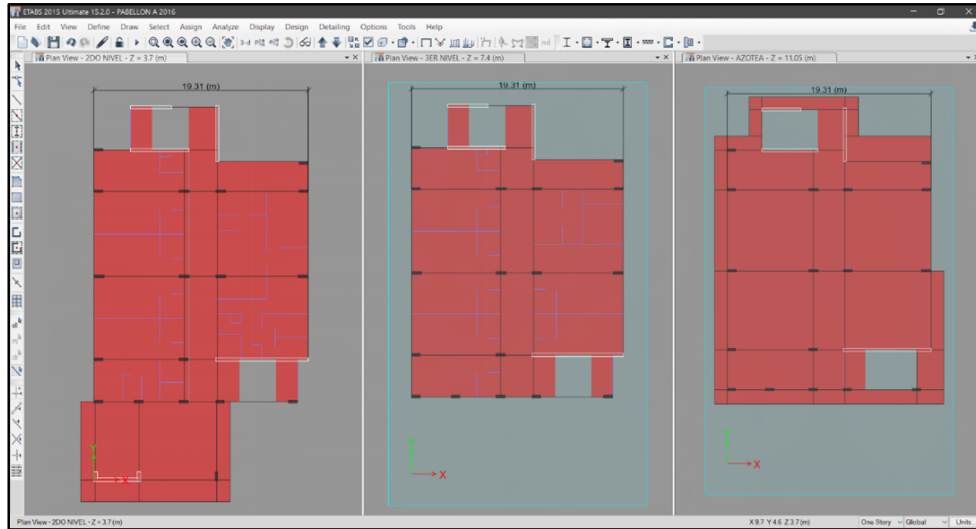
Nivel	Dimensión Resistente		Condición
	en planta (A)	(A)*1.3	
Azotea	26.50	34.45	No cumple
2do nivel	26.50	34.45	No cumple
1er nivel	33.50	43.55	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 19

Dimensiones Resistentes a Cargas Laterales dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 51

Irregularidad geométrica vertical dir. Y-Y, Pab. A.

Nivel	Dimensión Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	19.31	25.10	No cumple
2do nivel	19.31	25.10	No cumple
1er nivel	19.31	25.10	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

La estructura no cuenta con elementos estructurales que presenten desalineamientos tanto por cambio de orientación ni por desplazamiento del eje.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes

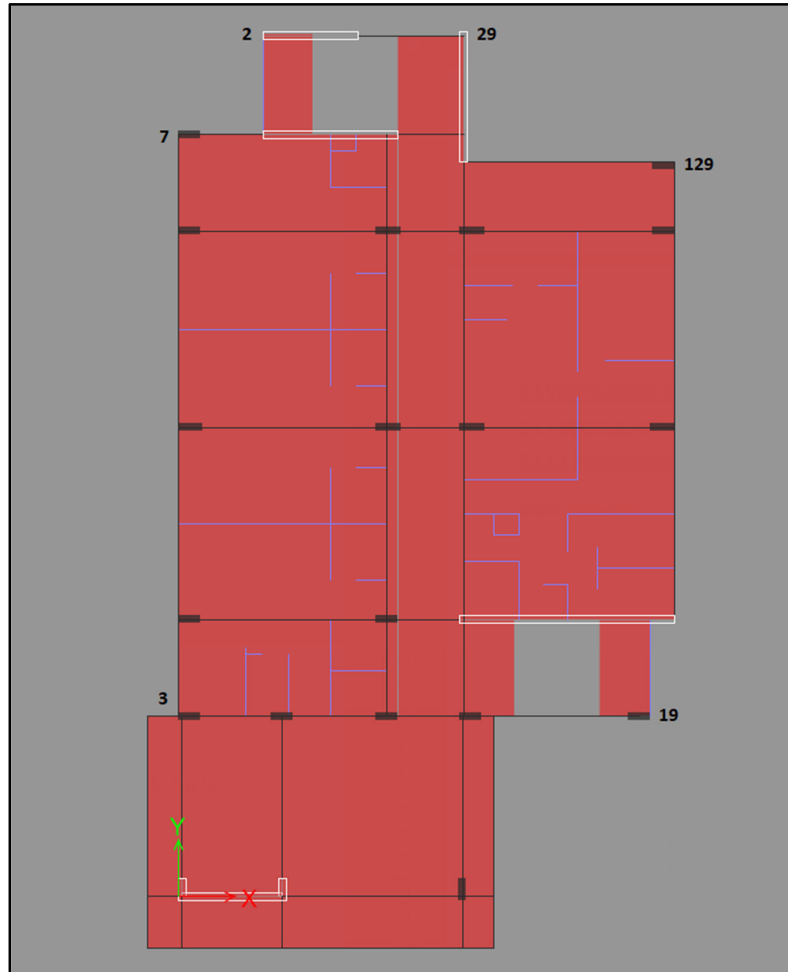
La estructura no cuenta con elementos estructurales que presenten desalineamientos tanto por cambio de orientación ni por desplazamiento del eje.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Torsional

Figura A. 20

Nudos Extremos Pab. A

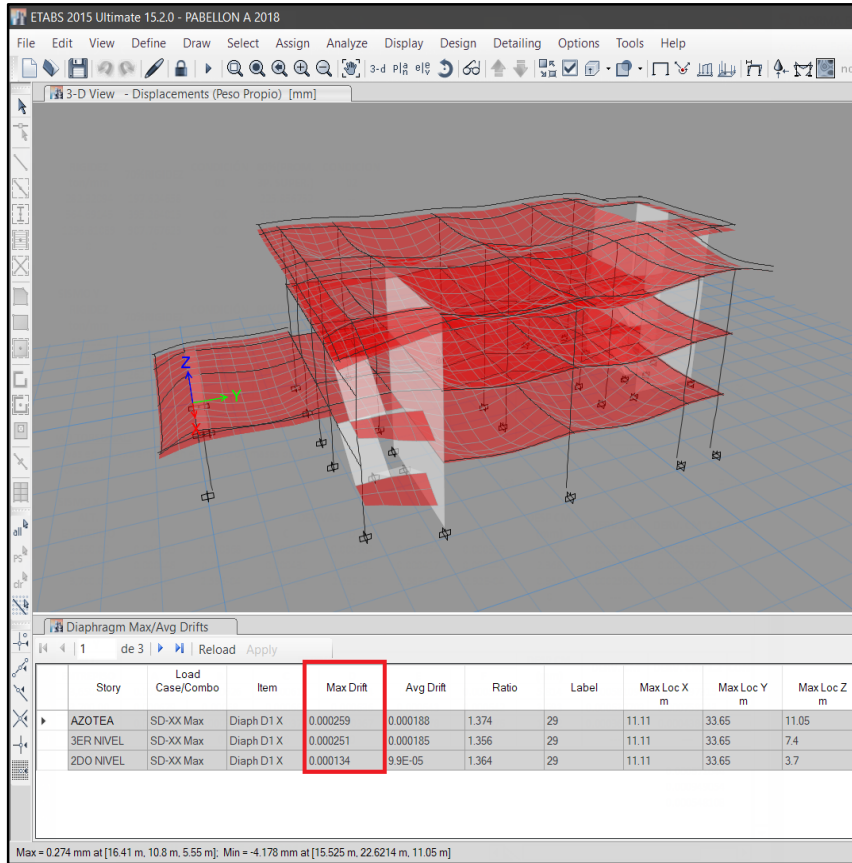


Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X

Figura A. 21

Derivas Máximas dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 52

Condición 01: Irregularidad Torsional dir. X-X, Pab. A.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.85$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	2.59×10^{-4}	1.19×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	2.51×10^{-4}	1.15×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.34×10^{-4}	0.62×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

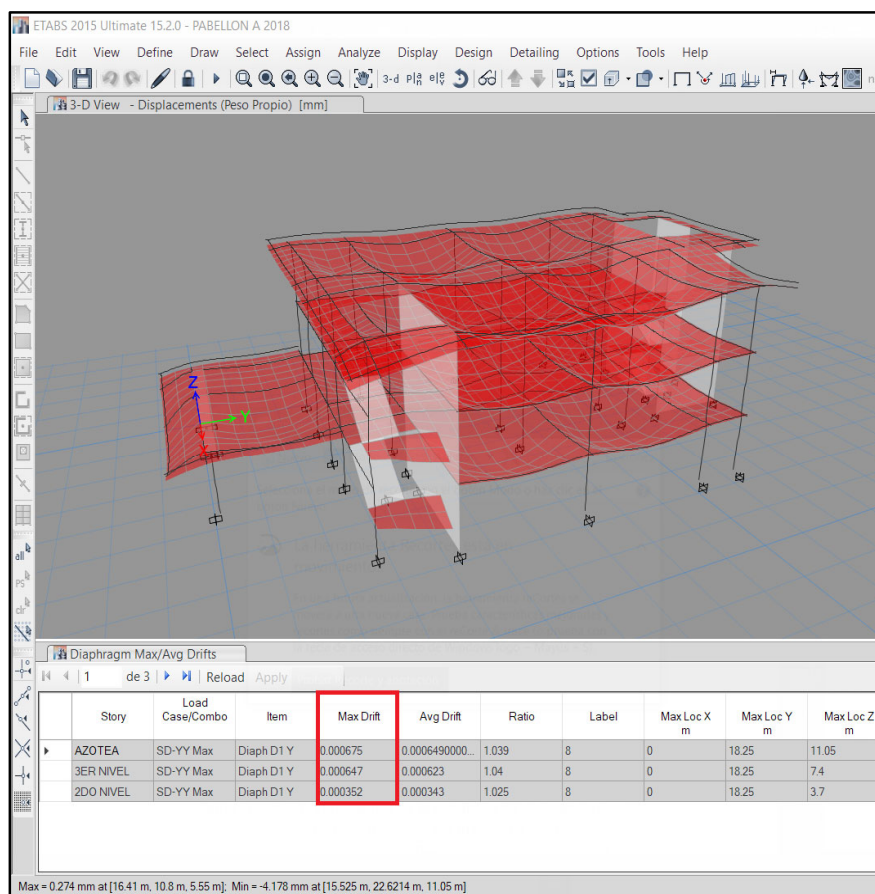
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 22

Derivas Máximas dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 53

Condición 01: Irregularidad Torsional dir. Y-Y, Pab. A.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.85$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	6.75×10^{-4}	3.10×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	6.47×10^{-4}	2.97×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	3.52×10^{-4}	1.62×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad Torsional Extrema

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 54

Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. X-X, Pab. A.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.85$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	2.59×10^{-4}	1.19×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	3er nivel	2.51×10^{-4}	1.15×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	2do nivel	1.34×10^{-4}	0.62×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 55

Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. Y-Y, Pab. A.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 1$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	6.75×10^{-4}	3.10×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	3er nivel	6.47×10^{-4}	2.97×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	2do nivel	3.52×10^{-4}	1.62×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

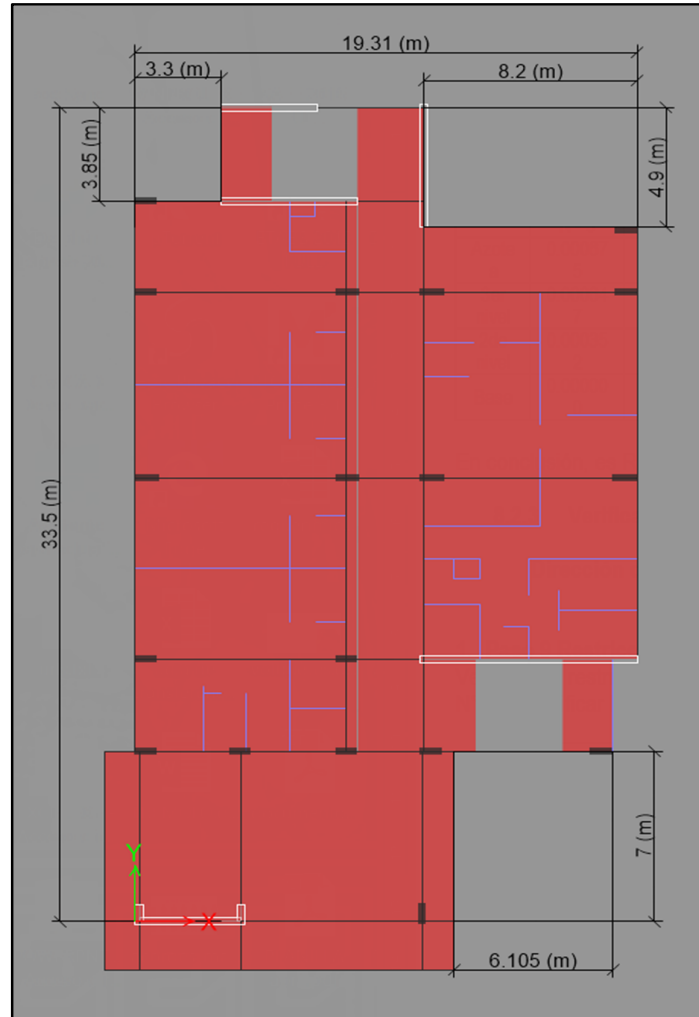
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad por Esquinas Entrantes

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 23

Dimensión de Esquinas Entrantes dir. X-X, Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 56

Irregularidad por esquinas entrantes dir. X-X, Y-Y, Pab. A.

Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y		Condición
Dimensión en planta (m)	Porcentaje respecto al total	Dimensión en planta (m)	Porcentaje respecto al total	
19.31	100.00 %	33.50	100.00 %	---
3.30	17.01 %	3.85	11.50 %	No cumple

8.20	42.47 %	4.90	14.63 %	No cumple
6.11	31.64 %	7.00	20.90 %	Cumple

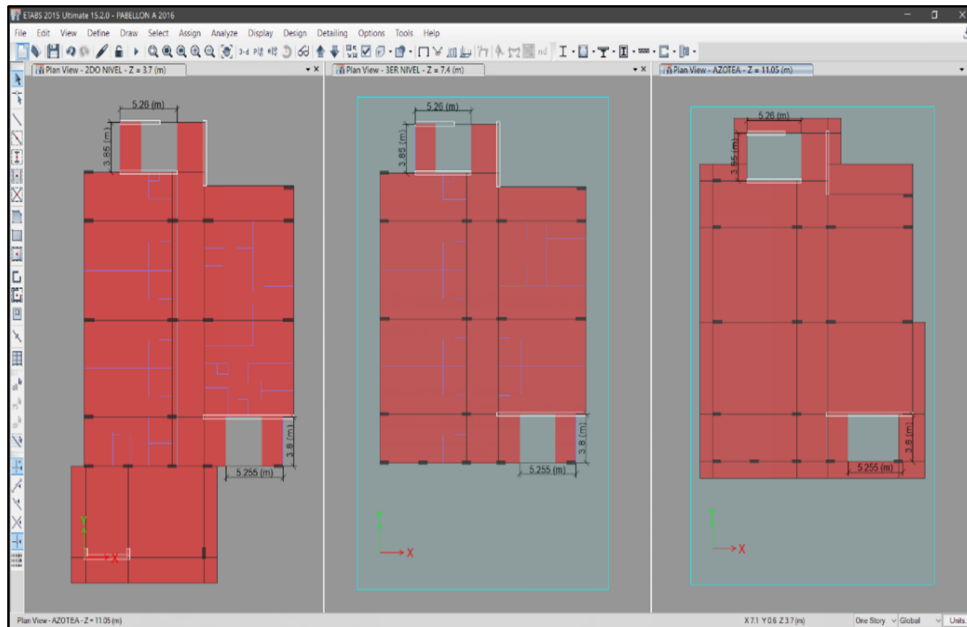
En conclusión, es **IRREGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 24

Discontinuidad en Diafragmas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 57

Condición 01: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma Pab. A.

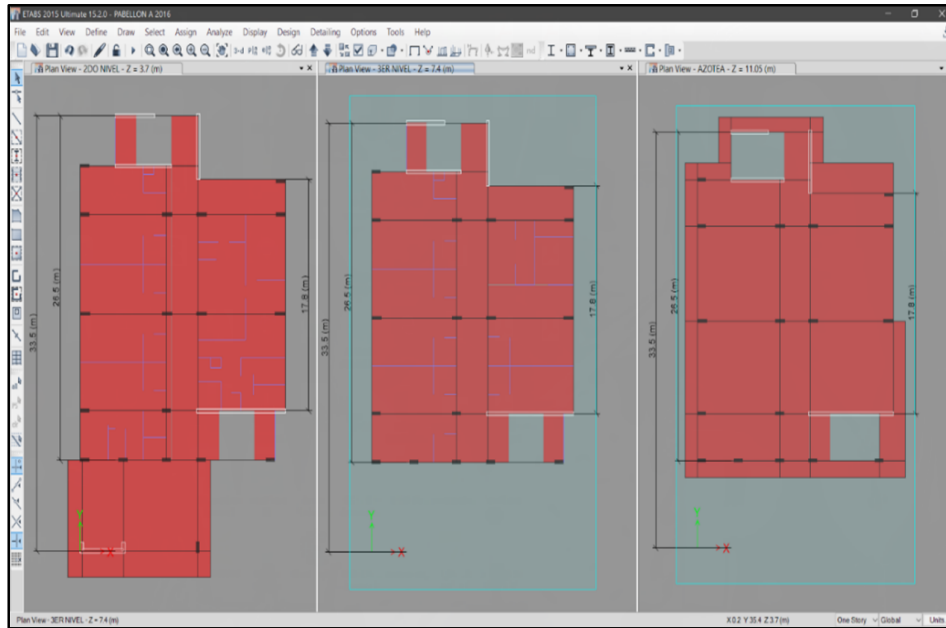
Nivel	Área Total del diafragma (m ²)	Aberturas (m ²)	Porcentaje de la abertura	Condición 01
Azotea	574.82	40.22	7.00 %	No cumple
2do nivel	455.24	40.22	8.83 %	No cumple
1er nivel	576.38	40.22	6.98 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis X-X

Figura A. 25

Área Neta Resistente Transversal dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 58

Condición 02: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma dir. X-X, Pab. A.

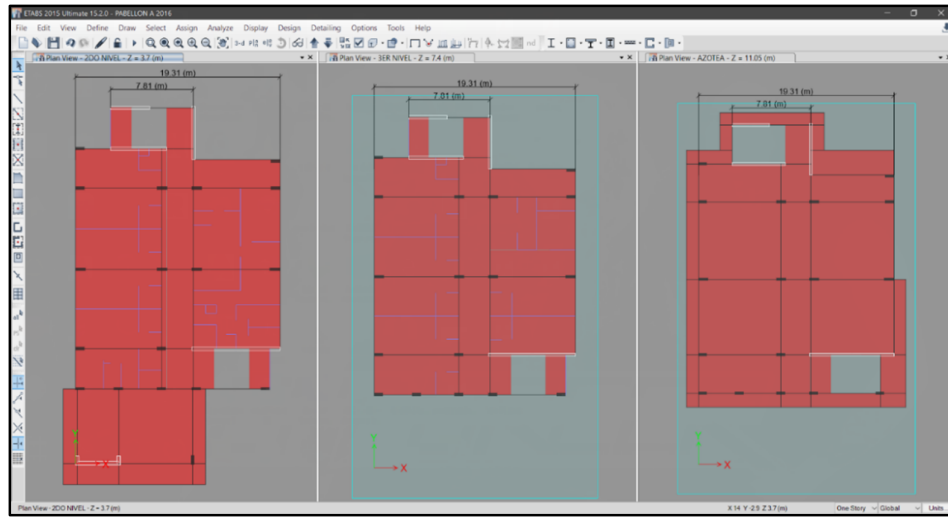
Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	26.50	17.80	67.17 %	No cumple
2do nivel	26.50	17.80	67.17 %	No cumple
1er nivel	33.50	17.80	53.13 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 26

Área Neta Resistente Transversal dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 59

Condición 02: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma dir. Y-Y, Pab. A.

Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	19.31	7.81	40.45 %	No cumple
2do nivel	19.31	7.81	40.45 %	No cumple
1er nivel	19.31	7.81	40.45 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Verificación de la Irregularidad por Sistemas no Paralelos

Dirección de análisis X-X, Y-Y

El modelo matemático del pabellón A, consta en su totalidad de elementos resistentes a fuerzas laterales paralelos, por lo que no cuenta con ejes o muros que formen ángulos entre si diferentes a 90°.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Paso 9 Restricciones a la Irregularidad

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla N° 10. Modificar la estructuración en caso que no se cumplan.

Tabla A. 60

Categoría y regularidad de las edificaciones

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4,3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
C		No se permiten irregularidades extremas
	2	excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m. de altura total
	1	Sin restricciones

Nota. Fuente: RNE E.030 2018.

El pabellón A del hospital no cumple con las exigencias de la restricción a la irregularidad que presentan, ya que para la categoría y zona esta no debería presentar ningún tipo de irregularidades.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R (Numeral 3.8)

Se determina $R = R_0 * R_a * R_p$

Tabla A. 61*Resumen de irregularidades en altura.*

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_a	Condición	Factor I_a
Irregularidad de rigidez – Piso blando	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	Regular	1.00	Regular	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Regular	1.00	Regular	1.00
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	Regular	1.00	Regular	1.00

Por lo tanto:

Tabla A. 62*Definición del factor I_a*

Dirección de análisis X-X	Dirección de análisis Y-Y
$I_a = 1.00$	$I_a = 1.00$

Tabla A. 63*Resumen de irregularidades en planta.*

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_p	Condición	Factor I_p
Irregularidad Torsional	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	Regular	1.00	Regular	1.00
Esquinas Entrantes	Irregular	0.90	Irregular	0.90
Discontinuidad del Diafragma	Regular	1.00	Regular	1.00
Sistemas no Paralelos	Regular	1.00	Regular	1.00

Por lo tanto:

Tabla A. 64

Definición del factor I_p .

Dirección de análisis X-X	Dirección de análisis Y-Y
$I_p = 0.90$	$I_p = 0.90$

Finalmente.

Tabla A. 65

Definición del coeficiente de reducción sísmica R .

Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
Ia	1.00	Ia	1.00
Ip	0.90	Ip	0.90
Ro	6.00	Ro	6.00
Rx-x	5.40	Ry-y	5.40

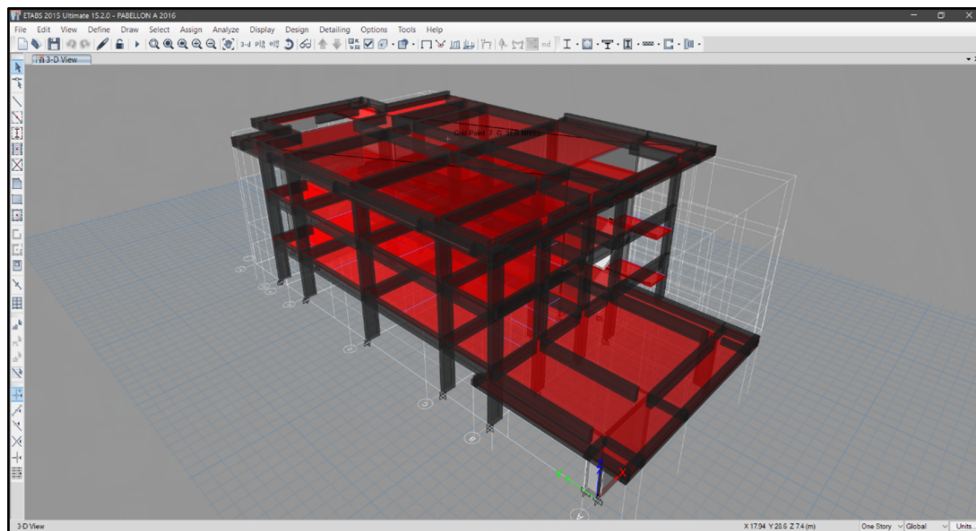
ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 11 Modelos para análisis de Edificios

Se realiza el modelo matemático de Pabellón A, haciendo uso del software Etabs como se muestra en la figura A.27.

Figura A. 27

Vista en 3D del Modelo Matemático Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Paso 12 Cálculo del peso sísmico efectivo P

1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida

Según las disposiciones de la Norma E.020

Tabla A. 66

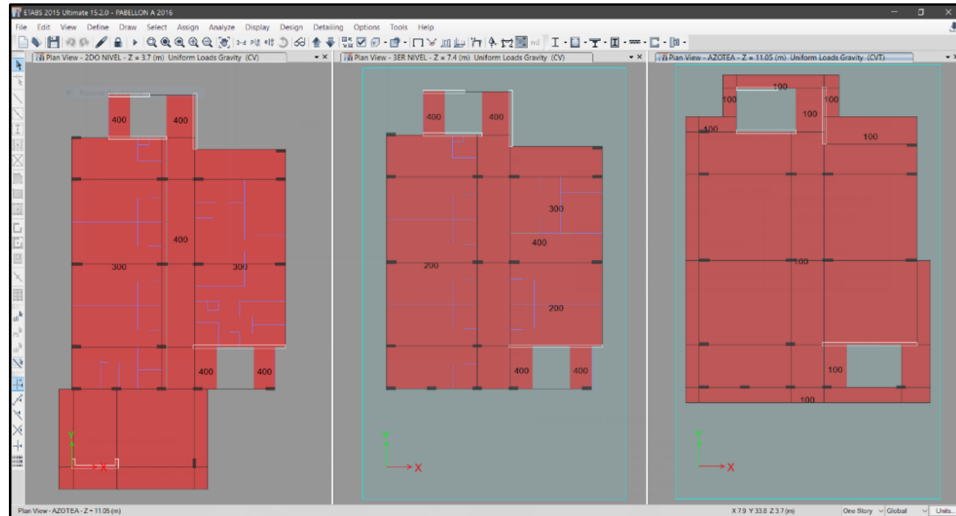
Cargas vivas mínimas repartidas Pab. A.

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas kpa (kgf/m ²)
Hospitales	
Sala de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Nota. Fuente: RNE E.020.

Figura A. 28

Cargas Vivas Distribuidas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

1.2. Carga Muerta Repartida

Cálculo del peso de ladrillos para losas aligeradas (ver Ítems anteriores)

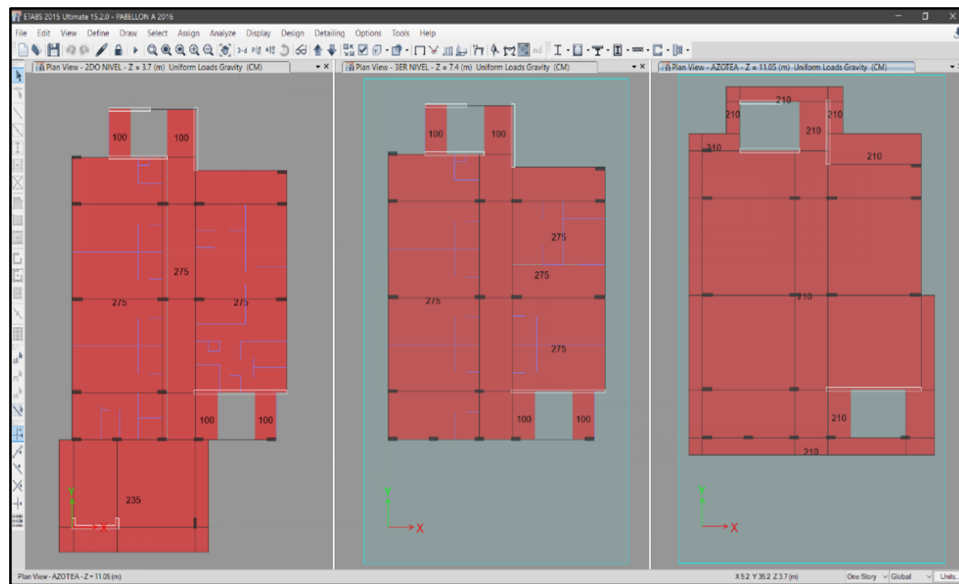
Tabla A. 67

Cargas muertas distribuidas por m2.

Cargas Muertas	Piso típico (Kg/m²)	Azotea (Kg/m²)
P. Ladrillo de techo	175.00	150.00
P. Piso terminado	100.00	0.00
P. Estructura metálica	0.00	60.00
Σ	275.00	210.00

Figura A. 29

Cargas Muertas Distribuidas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

1.3. Cargas linealmente distribuidas (Tabiquería)

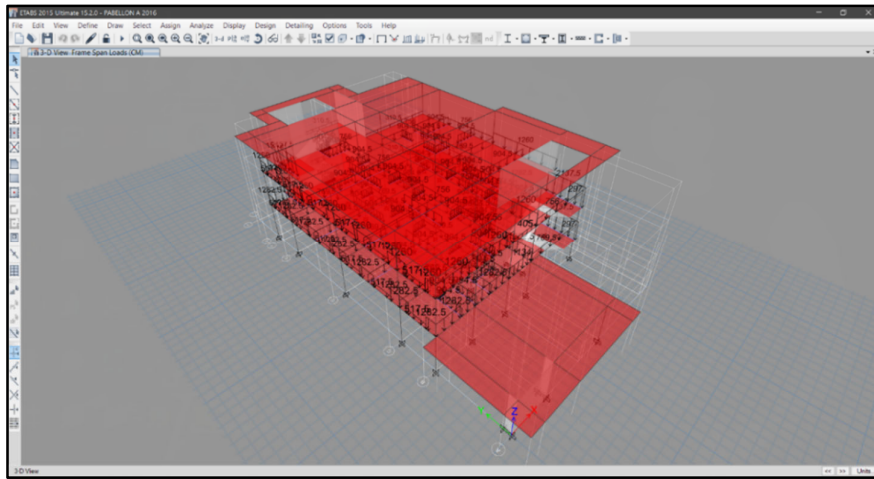
Las cargas repartidas por la tabiquería existente en ambos pabellones se distribuyen tomando en cuenta el espesor del tabique y la altura correspondiente a la ubicación de las mismas, se repartieron según el cuadro A.68:

Tabla A. 68*Cargas muertas distribuidas linealmente.*

Descripción del tabique	Peso equivalente (kg/m³)	Espesor del tabique (m)	Altura del tabique (m)	Carga equivalente (kg/m)
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.15	3.35	904.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.15	2.85	769.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.15	2.80	756.00
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.25	3.35	1507.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.25	2.85	1282.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.25	2.80	1260.00
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.30	3.35	1809.00
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.30	2.85	1539.00
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.30	2.80	1512.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.15	1.10	297.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.15	1.15	310.50
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.25	1.15	517.50
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	1.15	621.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.25	0.90	405.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	2.10	1134.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	0.85	459.00

Figura A. 30

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

1.4. Asignación de cargas en el programa Etabs

Tabla A. 69

Tipos y valores de carga a ser asignados.

Nivel	Tipo de Carga	Nombre	Patron	Valor	Descripción
2do Nivel	Muerta	CM	SuperDead	275 kg/m2	P. Alig. + P. Acabado
	Muerta Techo	CM	SuperDead	235 kg/m2	P. Alig. + P. Cobertura
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	400 kg/m2	Corredores y escaleras
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	300 kg/m2	Salas de operación
	Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m2	Azotea
3er Nivel	Muerta	CM	SuperDead	275 kg/m2	P. Alig. + P. Acabado
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	400 kg/m2	Corredores y escaleras
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	300 kg/m2	Zonas de servicio
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	200 kg/m2	Cuartos
Azotea	Muerta	CM	SuperDead	210 kg/m2	P. Alig. + P. Acabado

Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m2	Azotea
------------	-----	-----------	-----------	--------

1.5. Cálculo del peso sísmico efectivo

A manera de fórmula, el Peso Sísmico Efectivo del Edificio, P, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + CM) + 0.50CV + 0.25CVT \quad (12)$$

Paso 13 Análisis Dinámico

1.1. Determinación de los modos de Vibración

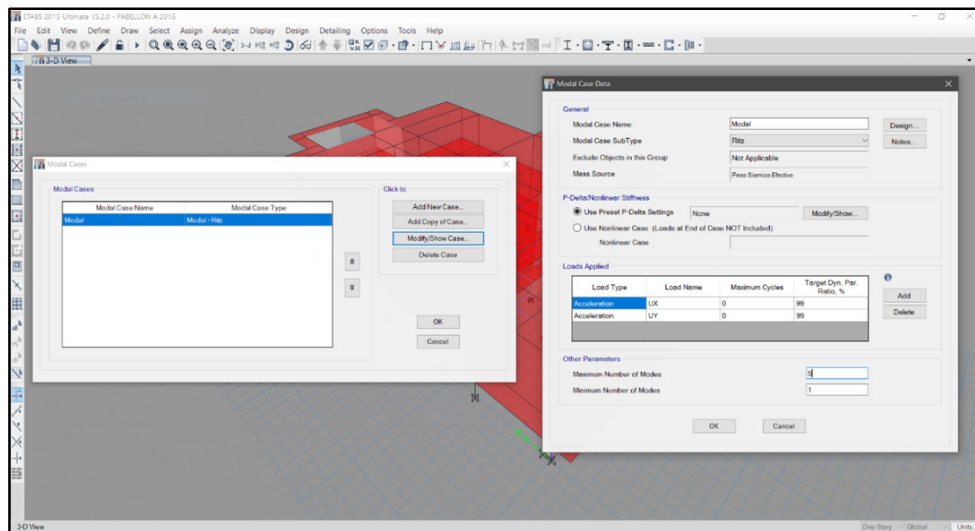
Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Definición de los modos de vibración.

Figura A. 31

Definición de los Modos de Vibración

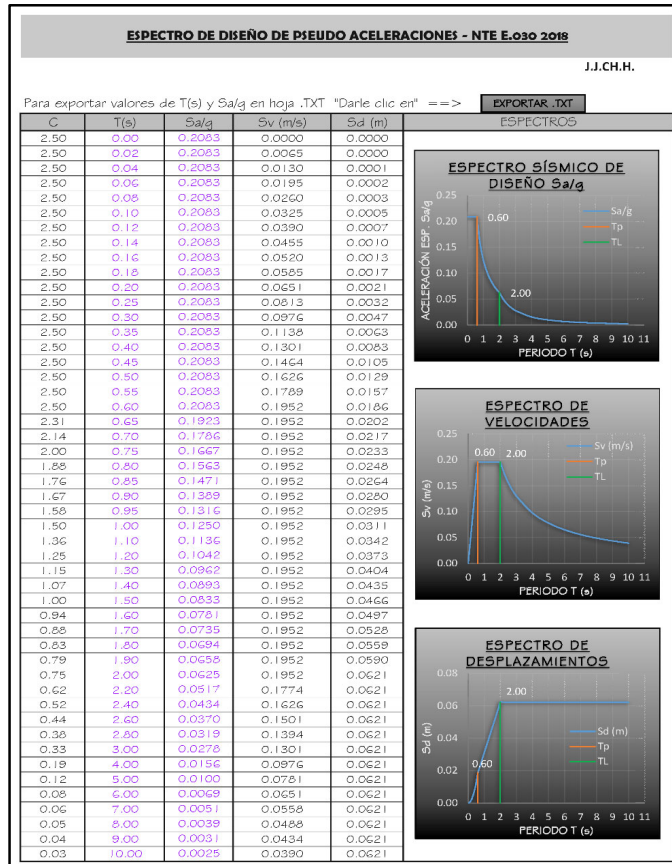


Nota. Fuente: Etabs

1.2. Calcular el Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Figura A. 32

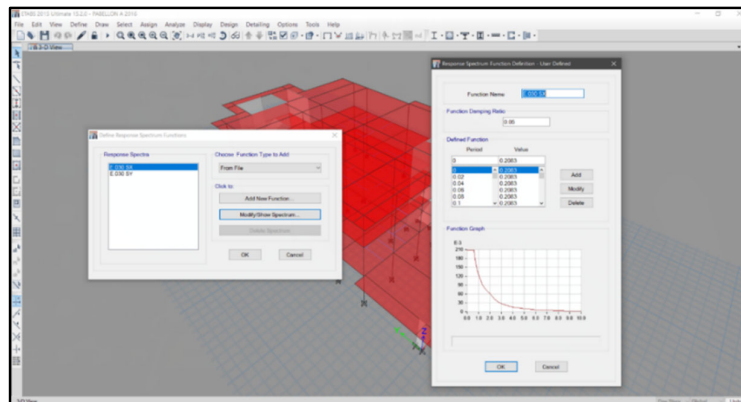
Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. X-X, Y-Y



Inserción del espectro en Etabs .

Figura A. 33

Asignación del Espectro Sísmico al Modelo



Nota. Fuente: Etabs

1.3. Consideraciones de Excentricidad Accidental

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

Figura A. 34

Definición de los Casos de Carga Sísmico Dinámico X-X

Load Case Data

General

Load Case Name: SD-XX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso Sísmico Efectivo)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 SX	9806.65
Acceleration	U3	E.030 SX	6537.77

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

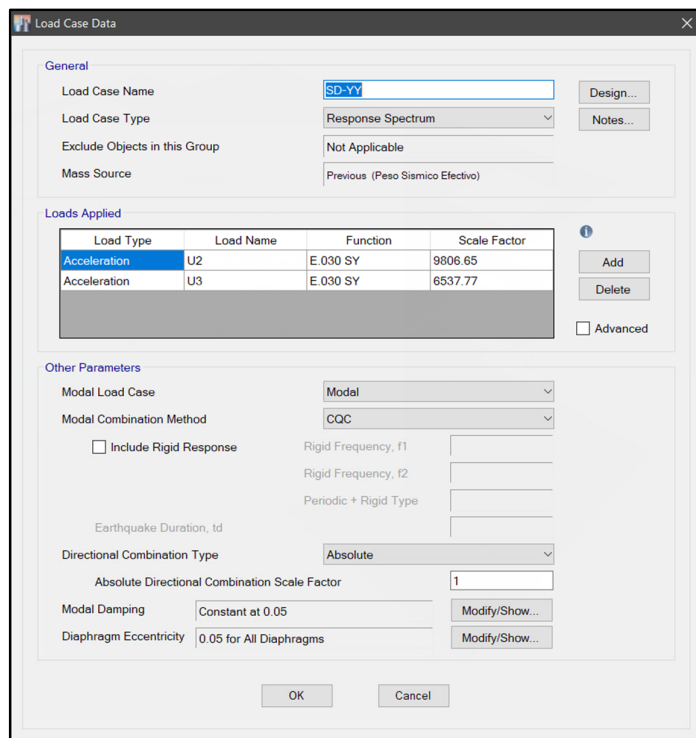
Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 35

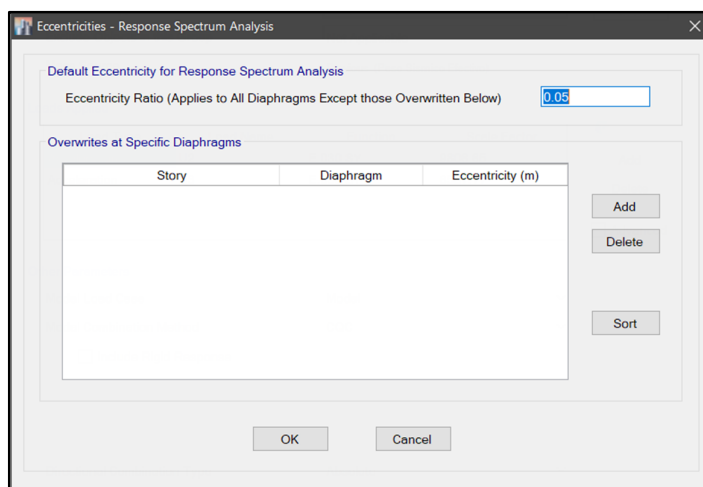
Definición de los Casos de Carga Sísmico Dinámico Y-Y



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 36

Asignación de la excentricidad accidental



Nota. Fuente: Etabs

1.4. Determinación de los resultados de fuerza y desplazamientos para cada modo de vibración

1.4.1. Participación de masa modal

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Tabla A. 70

Masa modal participativa total.

Case	Item Type	Item	Dynamic %	> 90%
Modal	Acceleration	UX	99.87	OK
Modal	Acceleration	UY	99.91	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	OK

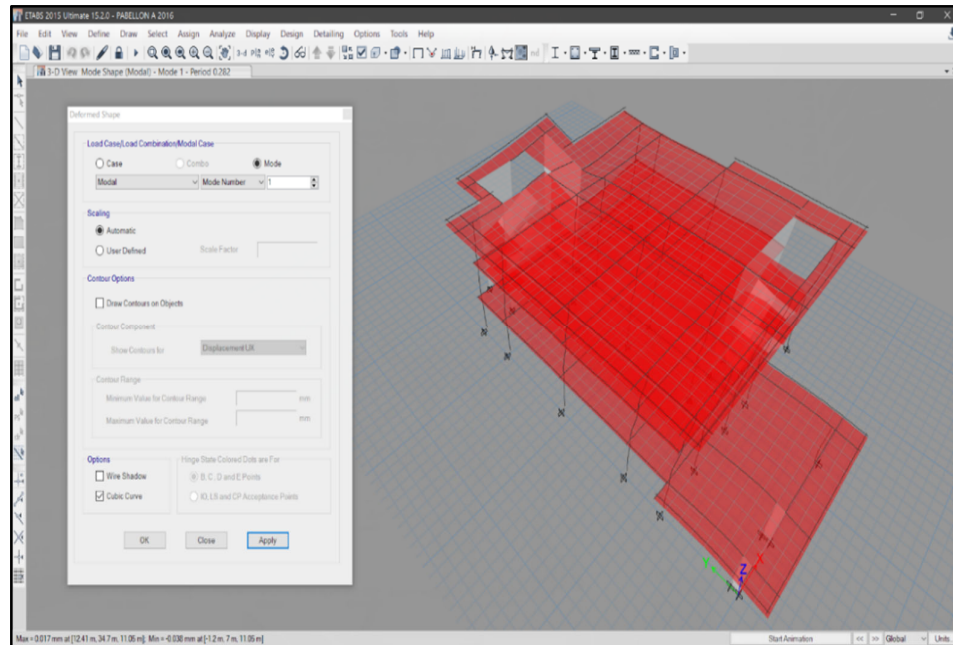
Tabla A. 71

Masa modal participativa disgregada.

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.282	0.00	0.74	0.00	0.71	0.00	0.00
Modal	2	0.155	0.39	0.00	0.39	0.74	0.35	0.36
Modal	3	0.125	0.35	0.00	0.75	0.74	0.31	0.67
Modal	4	0.081	0.00	0.23	0.75	0.96	0.00	0.67
Modal	5	0.053	0.00	0.01	0.75	0.97	0.00	0.67
Modal	6	0.045	0.01	0.01	0.76	0.98	0.01	0.68
Modal	7	0.041	0.21	0.00	0.97	0.98	0.01	0.70
Modal	8	0.041	0.00	0.02	0.97	1.00	0.01	0.71
Modal	9	0.022	0.03	0.00	1.00	1.00	0.01	0.71

Figura A. 37

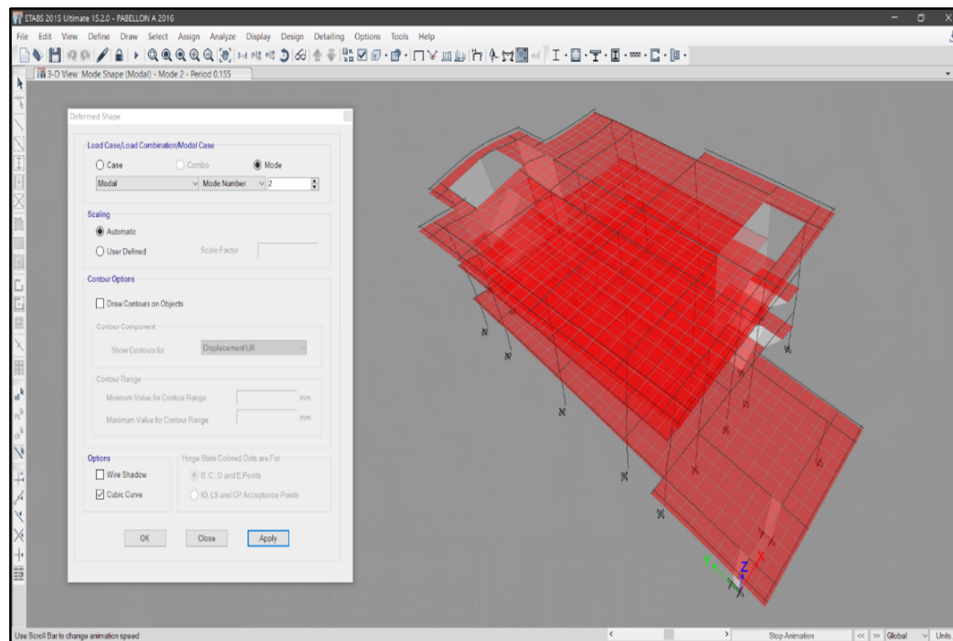
Deformada Para el Primer Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 38

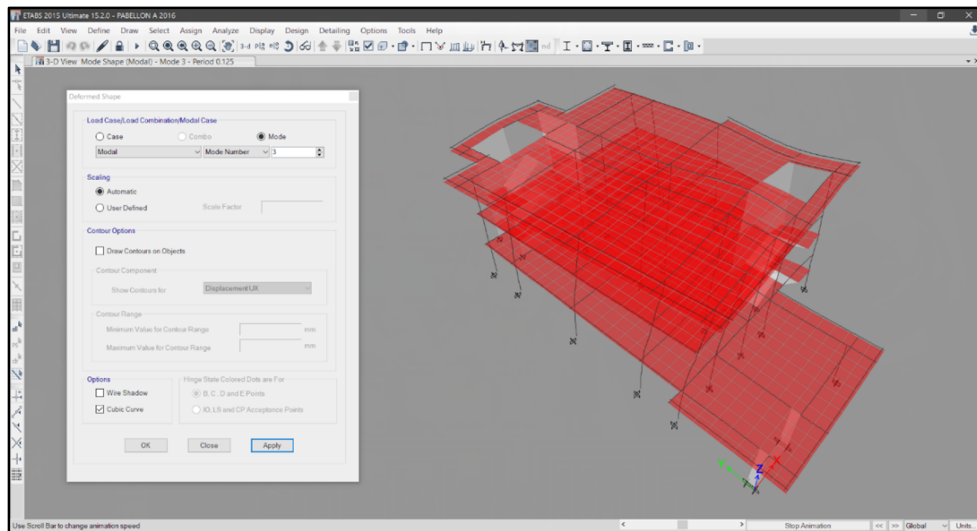
Deformada para el Segundo Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 39

Deformada Para el Tercer Modo de Vibración



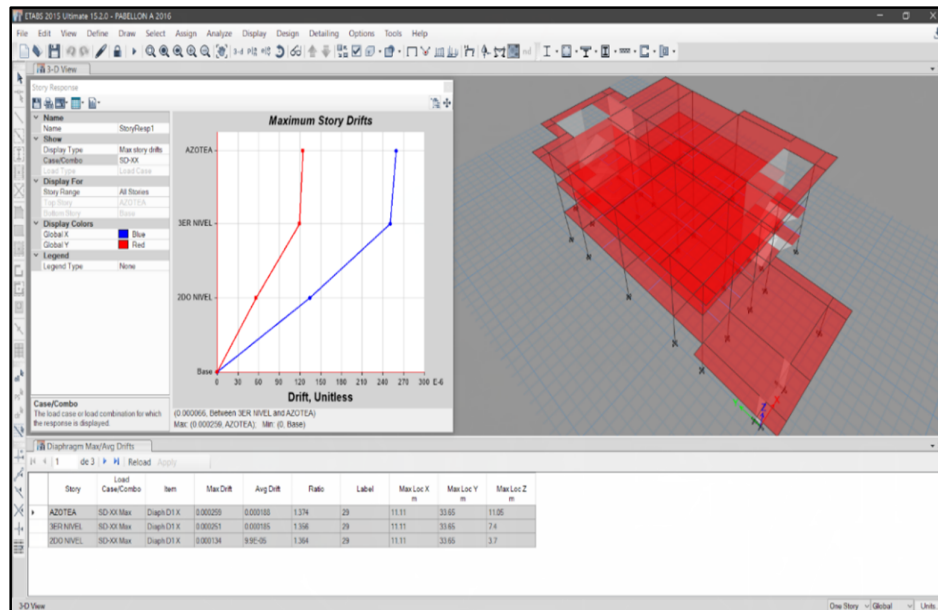
Nota. Fuente: Etabs

1.5. Desplazamientos máximos Etabs

Desplazamientos obtenidos de manera visual y en tablas.

Figura A. 40

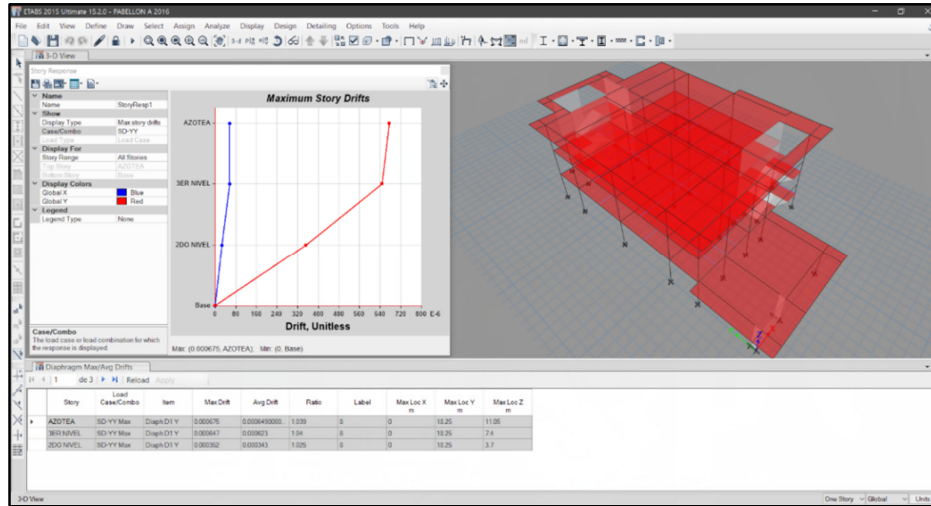
Desplazamientos Máximos en Dirección X-X de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 41

Desplazamientos Máximos en Dirección Y-Y de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

1.6. Determinación de Desplazamientos laterales

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 0.85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 72

Máximas derivas inelásticas dir. X-X, Pab. A.

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.85$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.85$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	2.59×10^{-4}	1.19×10^{-3}	0.12%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	2.51×10^{-4}	1.15×10^{-3}	0.12%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	1.34×10^{-4}	0.62×10^{-3}	0.06%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Dirección de análisis Y-Y

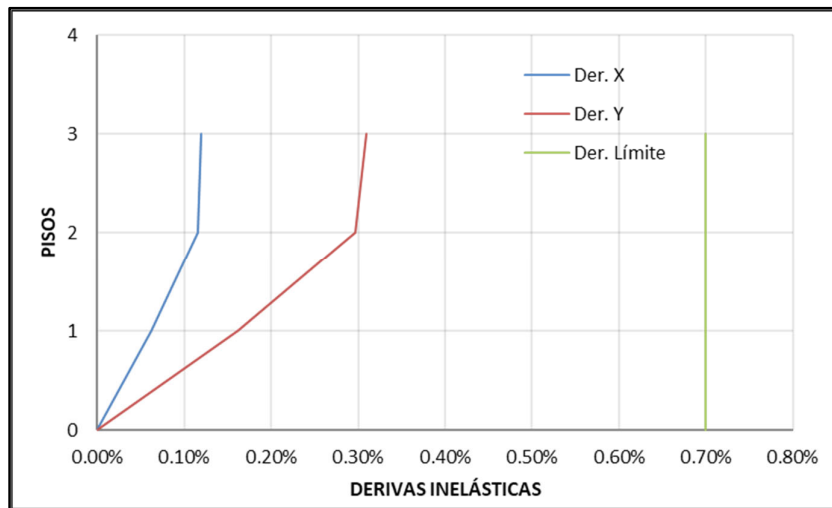
Tabla A. 73

Máximas derivas inelásticas dir. Y-Y, Pab. A.

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta \cdot R \cdot 0.85$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta \cdot R \cdot 0.85$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	6.75×10^{-4}	3.10×10^{-3}	0.31%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	6.47×10^{-4}	2.97×10^{-3}	0.30%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	3.52×10^{-4}	1.62×10^{-3}	0.16%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Figura A. 42

Gráfica de Derivas Inelásticas del Pab. A



Nota. Fuente: Propia

2.2. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL PABELLÓN “B”

2.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO

Paso 1 Factor de Zona Z

LOCALIZACIÓN

- Región (Dpto.) : Puno
- Provincia : Melgar

- Distrito : Ayaviri

Tabla A. 74

Definición del Factor de Zona.

Zona	Z
2	0.25

Paso 2 Perfil de Suelo

Tabla A. 75

Definición del Perfil de Suelo.

Perfil	Tipo
Suelos Intermedios	S ₂

Paso 3 Parámetros de Sitio S, T_p y T_L

Tabla A. 76

Definición del Factor de Suelo.

Tipo de Suelo	Descripción	S
S ₂	Suelos Intermedios	1.20

Tabla A. 77

Definición de los Periodos "TP" Y "TL".

Tipo	Descripción	T_p	T_L
S ₂	Suelos Intermedios	0.6	2.0

Paso 4 Construir la función Factor de Amplificación Sísmica C versus Periodo T

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L. Se define tres tramos, períodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral. Ver ecuaciones (9), (10) y (11)

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

Paso 5 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U

Tabla A. 78

Definición de la Categoría de edificación.

Categoría	U
"A1" Edificaciones Esenciales	1.50

Paso 6 Sistema Estructural

Tabla A. 79

Definición del Sistema Estructural.

Material Predominante	Tipo
Concreto Armado	Muros Estructurales

Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0

Tabla A. 80

Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis X-X.

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	X-X	301,615.73	87.40%
Columnas	X-X	43,499.81	12.60%
Total	X-X	345,115.54	100.00%

Tabla A. 81

Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis Y-Y.

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	Y-Y	296,221.72	94.20%
Columnas	Y-Y	18,209.13	5.80%
Total	Y-Y	314,430.85	100.00%

Tabla A. 82

Definición del Coeficiente Básico de Reducción Sísmico.

Dirección De Análisis	Sistema Estructural	R_0
X-X	Concreto Armado: De Muros Estructurales	6.00
Y-Y	Concreto Armado: De Muros Estructurales	6.00

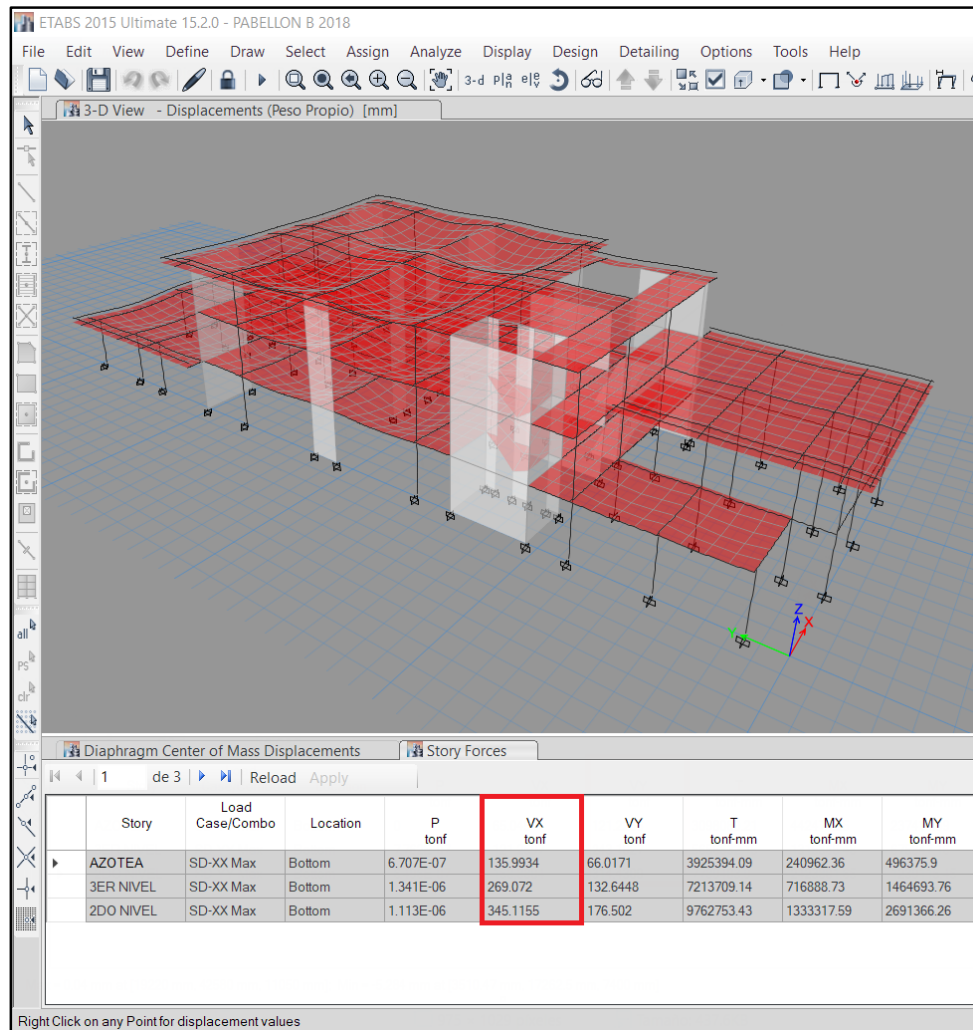
Paso 8 Factor de Irregularidad I_a, I_p

1. Verificación de la Irregularidad de rigidez – Piso Blando

Dirección de análisis X-X

Figura A. 43

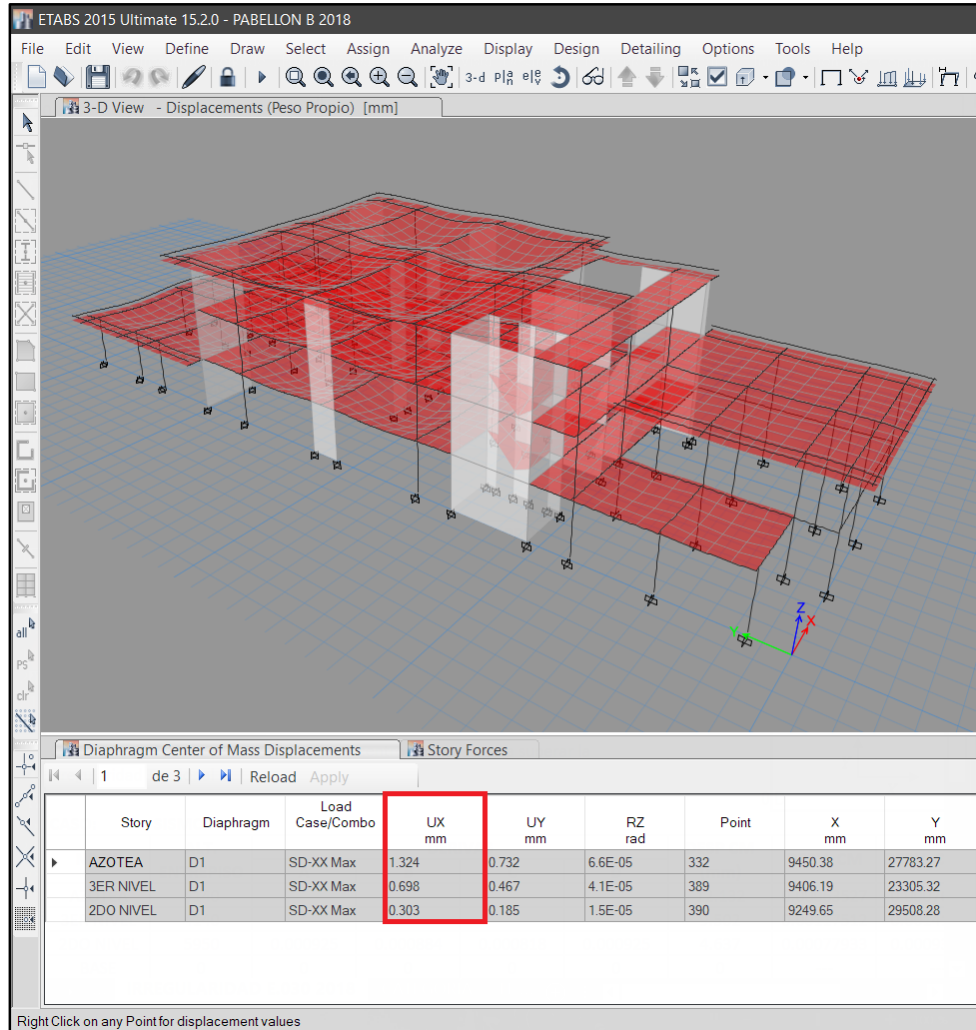
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 44

Desplazamiento del Centro de Masas dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 83

Condición 01: Irregularidad por Piso Blando dir. X-X, Pab. B.

Nivel	Altura de entepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	135.99	1.32	0.63	217.24	152.07	---
2do nivel	3,700.00	269.07	0.70	0.40	681.19	476.84	ok
1er nivel	3,700.00	345.12	0.30	0.30	1,139.00	797.30	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 84

Condición 02: Irregularidad por Piso Blando dir. X-X, Pab. B.

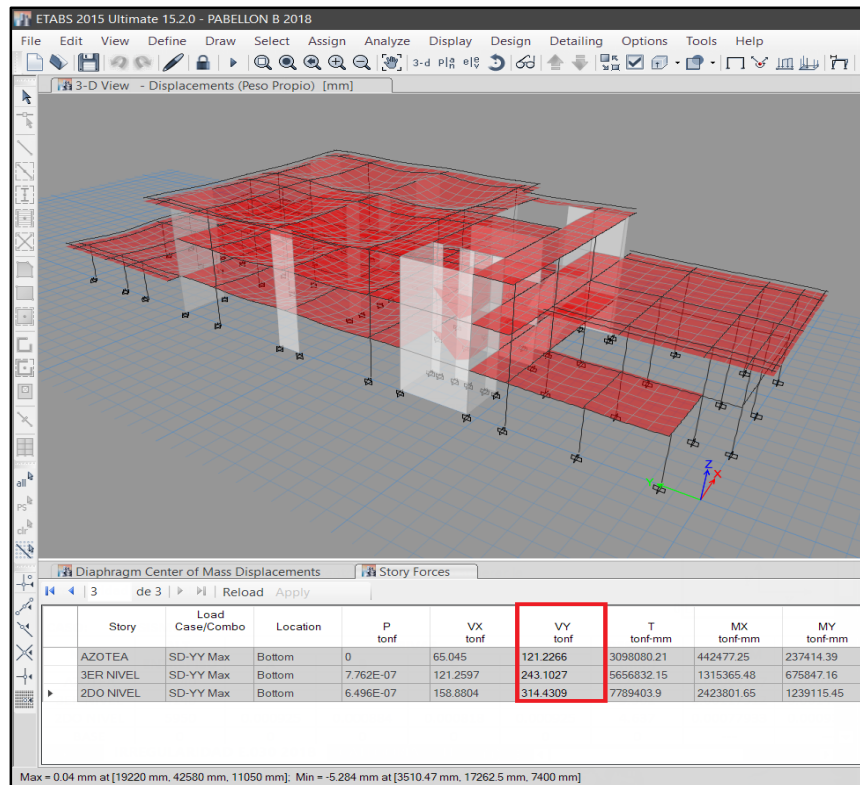
Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	135.99	1.32	0.63	217.24	173.79	---
2do nivel	3,700.00	269.07	0.70	0.40	681.19	359.37	ok
1er nivel	3,700.00	345.12	0.30	0.30	1,139.00	543.32	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 45

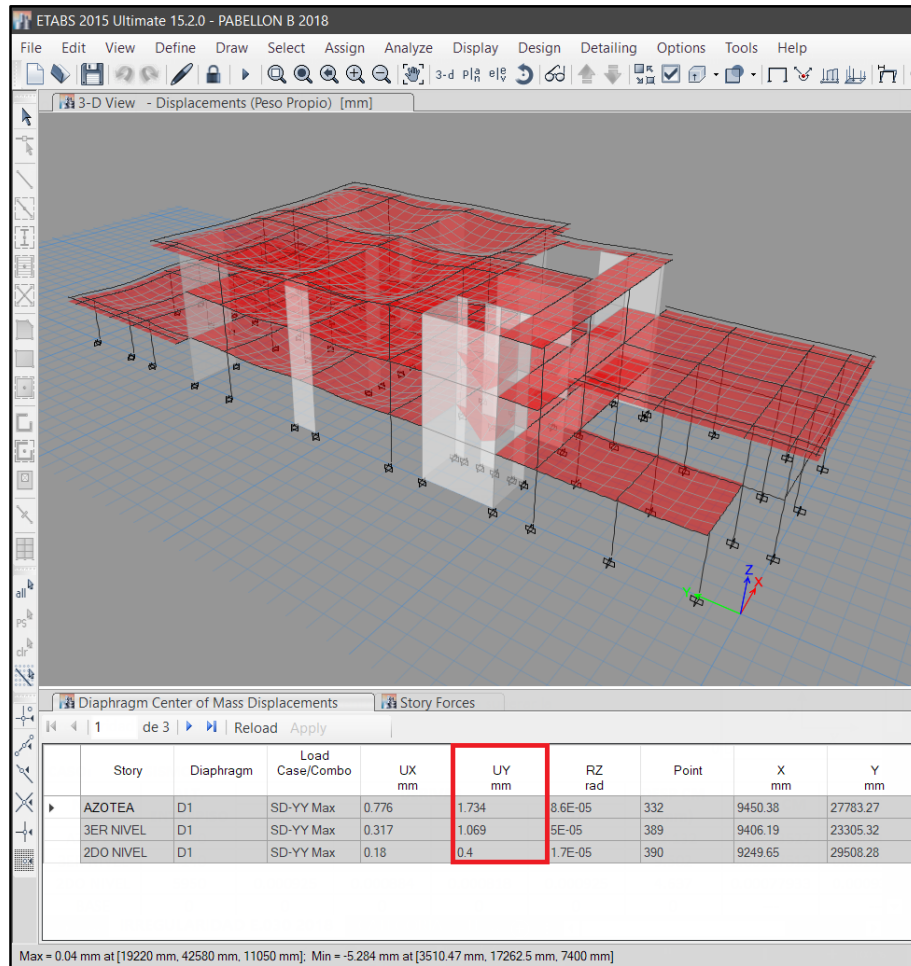
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 46

Desplazamiento del Centro de Masas dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 85

Condición 01: Irregularidad por Piso Blando dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	121.23	1.73	0.67	182.30	127.61	---
2do nivel	3,700.00	243.10	1.07	0.40	363.38	254.37	ok
1er nivel	3,700.00	314.43	0.40	0.30	786.08	550.25	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 86

Condición 02: Irregularidad por Piso Blando dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Altura de entepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	121.23	1.73	0.67	182.30	145.84	---
2do nivel	3,700.00	243.10	1.07	0.40	363.38	218.27	ok
1er nivel	3,700.00	314.43	0.40	0.30	786.08	355.13	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

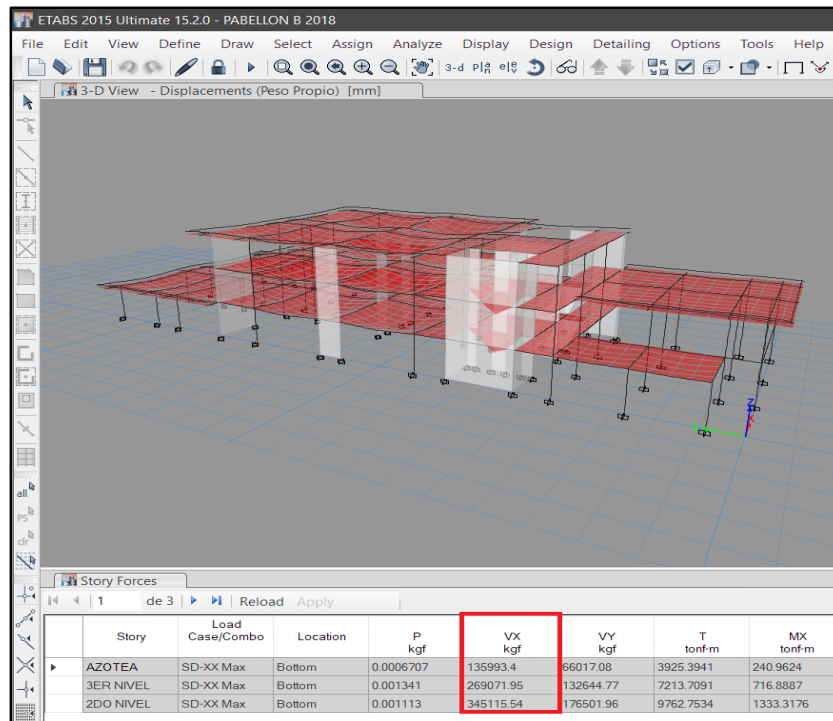
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2. Verificación de la Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Dirección de análisis X-X

Figura A. 47

Fuerza Cortante de Entepiso dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 87

Irregularidad de Resistencia – Piso débil dir. X-X, Pab. B.

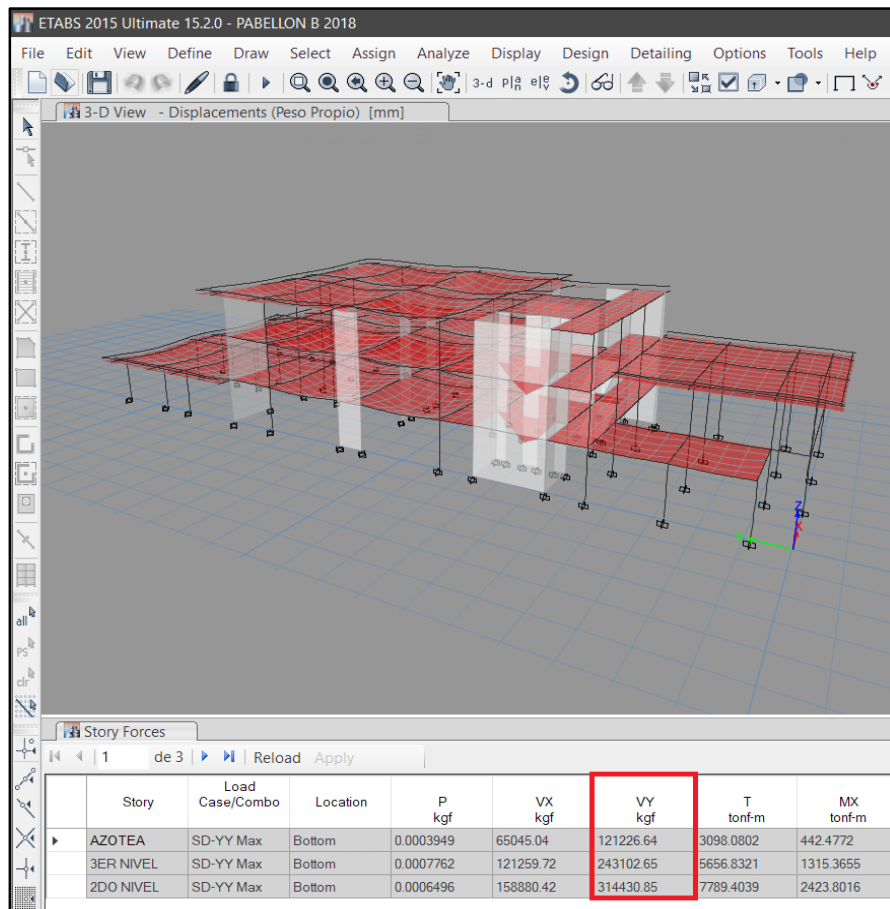
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	135993.40	108,794.72	No cumple
2do nivel	269071.95	215,257.56	No cumple
1er nivel	345115.54	276,092.43	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 48

Fuerza Cortante de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 88*Irregularidad de Resistencia – Piso débil dir. Y-Y, Pab. B.*

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	121,226.64	96,981.31	No cumple
2do nivel	243,102.65	194,482.12	No cumple
1er nivel	314,430.85	251,544.68	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

3. Verificación de la Irregularidad Extrema de rigidez

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 89*Condición 01: Irregularidad Extrema de rigidez dir. X-X, Pab. B.*

Nivel	Altura de entrespiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	135.99	1.32	0.63	217.24	130.35	---
2do nivel	3,700.00	269.07	0.70	0.40	681.19	408.72	ok
1er nivel	3,700.00	345.12	0.30	0.30	1,139.00	683.40	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 90*Condición 02: Irregularidad Extrema de rigidez dir. X-X, Pab. B.*

Nivel	Altura de entrespiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas. (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	135.99	1.32	0.63	217.24	152.07	---
2do nivel	3,700.00	269.07	0.70	0.40	681.19	314.45	ok
1er nivel	3,700.00	345.12	0.30	0.30	1,139.00	475.40	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 91

Condición 01: Irregularidad Extrema de rigidez dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	121.23	1.73	0.67	182.30	109.38	---
2do nivel	3,700.00	243.10	1.07	0.40	363.38	218.03	ok
1er nivel	3,700.00	314.43	0.40	0.30	786.08	471.65	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 92

Condición 02: Irregularidad Extrema de rigidez dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	121.23	1.73	0.67	182.30	127.61	---
2do nivel	3,700.00	243.10	1.07	0.40	363.38	190.99	ok
1er nivel	3,700.00	314.43	0.40	0.30	786.08	310.74	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

4. Verificación de la Irregularidad Extrema de Resistencia

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 93*Irregularidad Extrema de Resistencia dir. X-X, Pab. B.*

Nivel	Fuerza	Fuerza	Condición
	Cortante (kg)	Cortante*(65%)	
Azotea	135,993.40	88,395.71	No cumple
2do nivel	269,071.95	174,896.77	No cumple
1er nivel	345,115.54	224,325.10	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 94*Irregularidad Extrema de Resistencia dir. Y-Y, Pab. B.*

Nivel	Fuerza	Fuerza	Condición
	Cortante (kg)	Cortante*(65%)	
Azotea	121,226.64	78,797.32	No cumple
2do nivel	243,102.65	158,016.72	No cumple
1er nivel	314,430.85	204,380.05	No cumple
Base	0.00	0.00	---

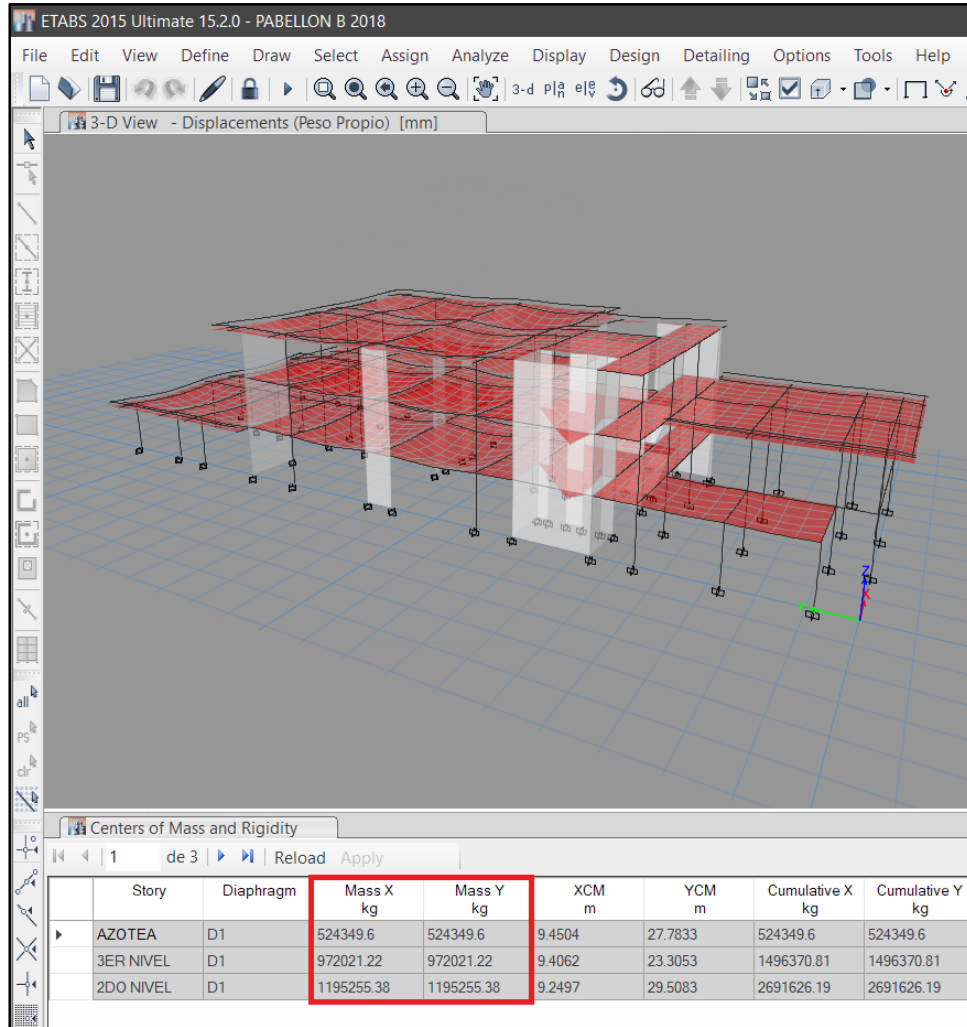
Nota. En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

5. Verificación de la Irregularidad de Masa o Peso

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 49

Masa de Entrepiso dir. X-X, Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 95

Irregularidad de Masa o Peso dir. X-X, Y-Y, Pab. B.

Nivel	Masa (kg)	Masa*1.5 (kg)	Condición
Azotea	524,349.60	786,524.40	No cumple
2do nivel	972,021.22	1,458,031.83	No cumple
1er nivel	1,195,255.38	1,792,883.07	No cumple
Base	0.00	0.00	---

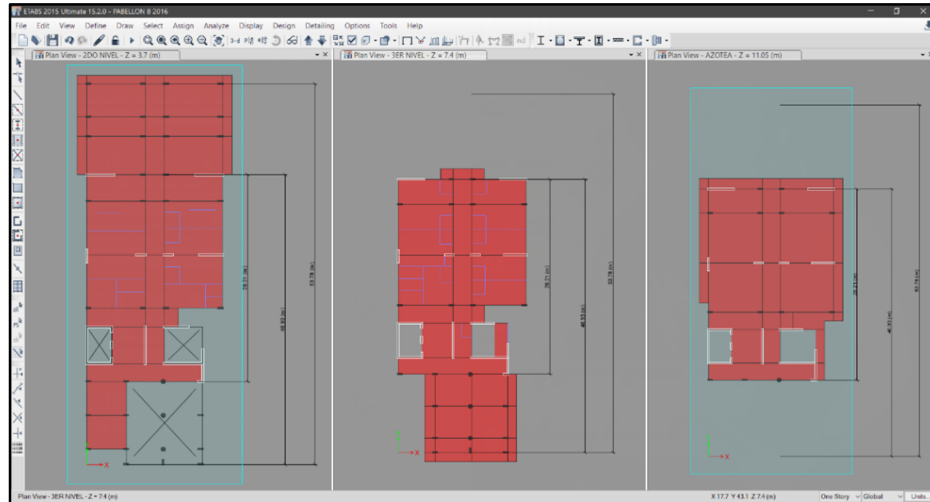
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

6. Verificación de la Irregularidad Geométrica Vertical

Dirección de análisis X-X

Figura A. 50

Dimensiones Resistentes a Cargas Laterales dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 96

Irregularidad geométrica vertical dir. X-X, Pab. B.

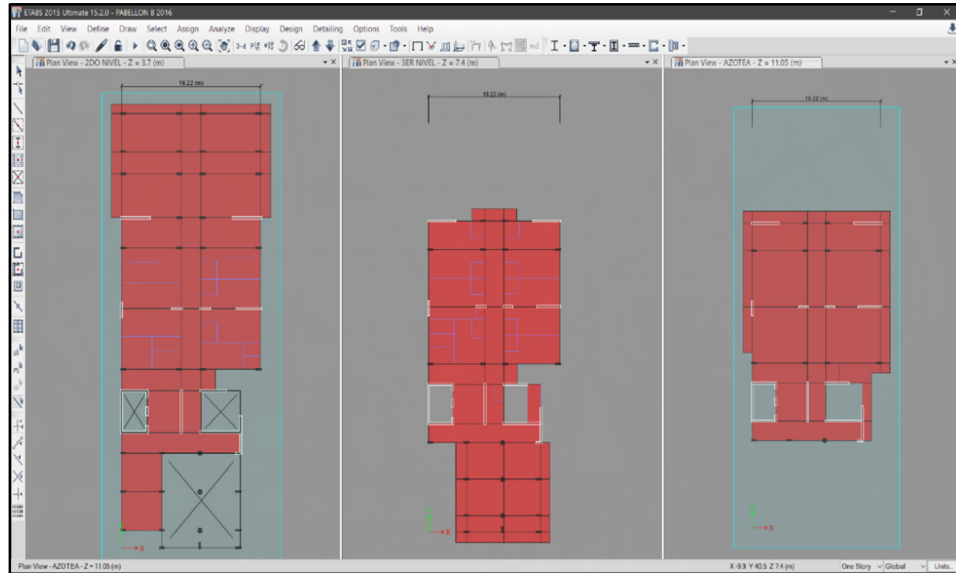
Nivel	Dimensión Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	29.21	37.97	No cumple
2do nivel	40.93	53.21	No cumple
1er nivel	53.78	69.91	Cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **IRREGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 51

Dimensiones Resistentes a Cargas Laterales dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla 1

Tabla A. 97

Irregularidad geométrica vertical dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Dimensión Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	19.22	24.99	No cumple
2do nivel	19.22	24.99	No cumple
1er nivel	19.22	24.99	No cumple
Base	0.00	0.00	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

7. Verificación de la Irregularidad Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

La estructura no cuenta con elementos estructurales que presenten desalineamientos tanto por cambio de orientación ni por desplazamiento del eje.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

8. Verificación de la Irregularidad Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes

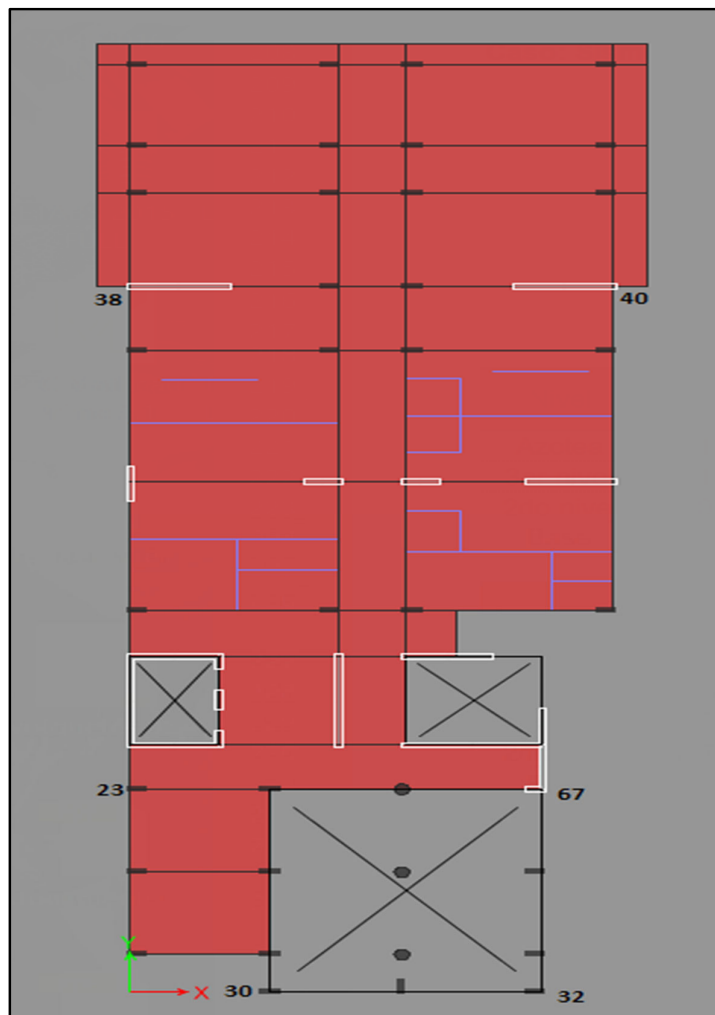
La estructura no cuenta con elementos estructurales que presenten desalineamientos tanto por cambio de orientación ni por desplazamiento del eje.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

9. Verificación de la Irregularidad Torsional

Figura A. 52

Nudos Extremos Pab. B

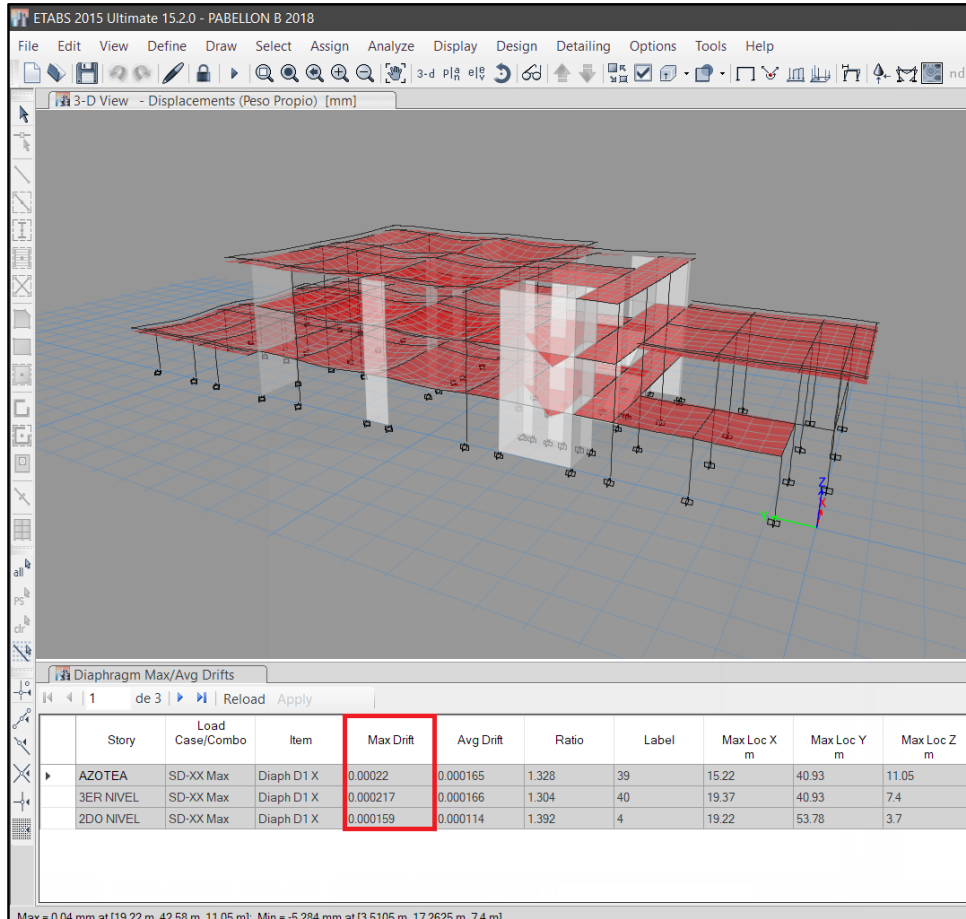


Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X

Figura A. 53

Derivas Máximas dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 98

Condición 01: Irregularidad Torsional dir. X-X, Pab. B

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.85$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	2.20×10^{-4}	1.01×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	2.17×10^{-4}	1.00×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.59×10^{-4}	0.73×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

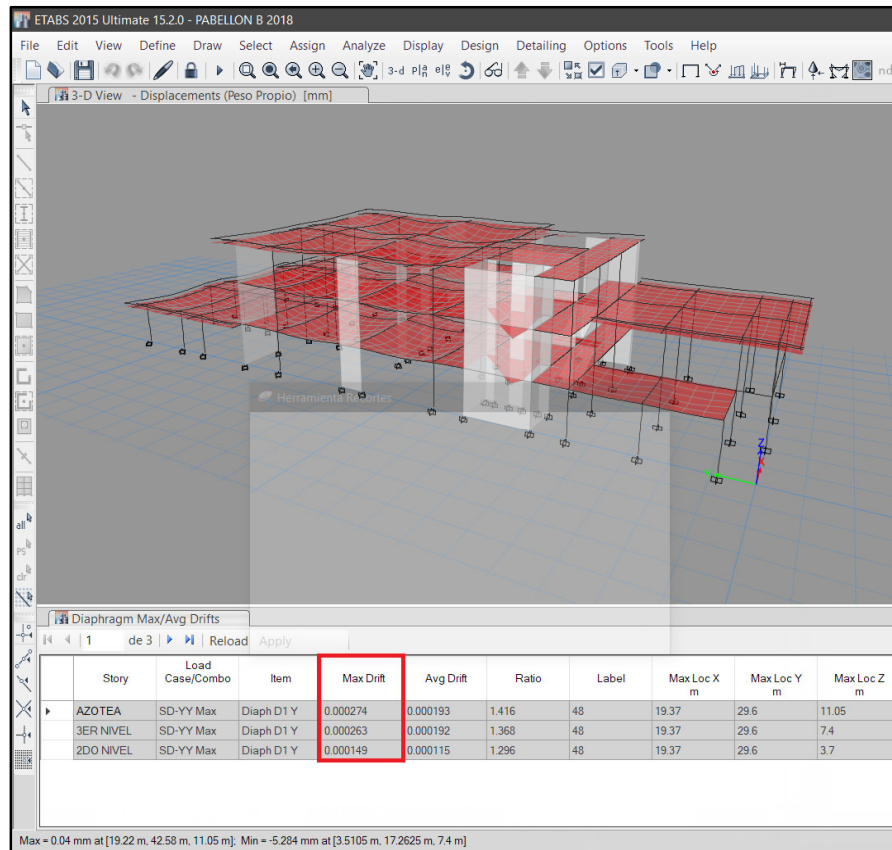
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 54

Derivas Máximas dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 99

Condición 01: Irregularidad Torsional dir. Y-Y, Pab. B.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.75$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	2.74×10^{-4}	1.23×10^{-3}	3.5×10^{-3}	Cumple
2	2do nivel	2.63×10^{-4}	1.18×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.49×10^{-4}	0.67×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

10. Verificación de la Irregularidad Torsional Extrema

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 100

Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. X-X, Pab. B.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.85$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	2.20×10^{-4}	1.01×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	2.17×10^{-4}	1.00×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.59×10^{-4}	0.73×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 101

Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. Y-Y, Pab. B.

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.75$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	2.74×10^{-4}	1.23×10^{-3}	3.5×10^{-3}	Cumple
2	2do nivel	2.63×10^{-4}	1.18×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.49×10^{-4}	0.67×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

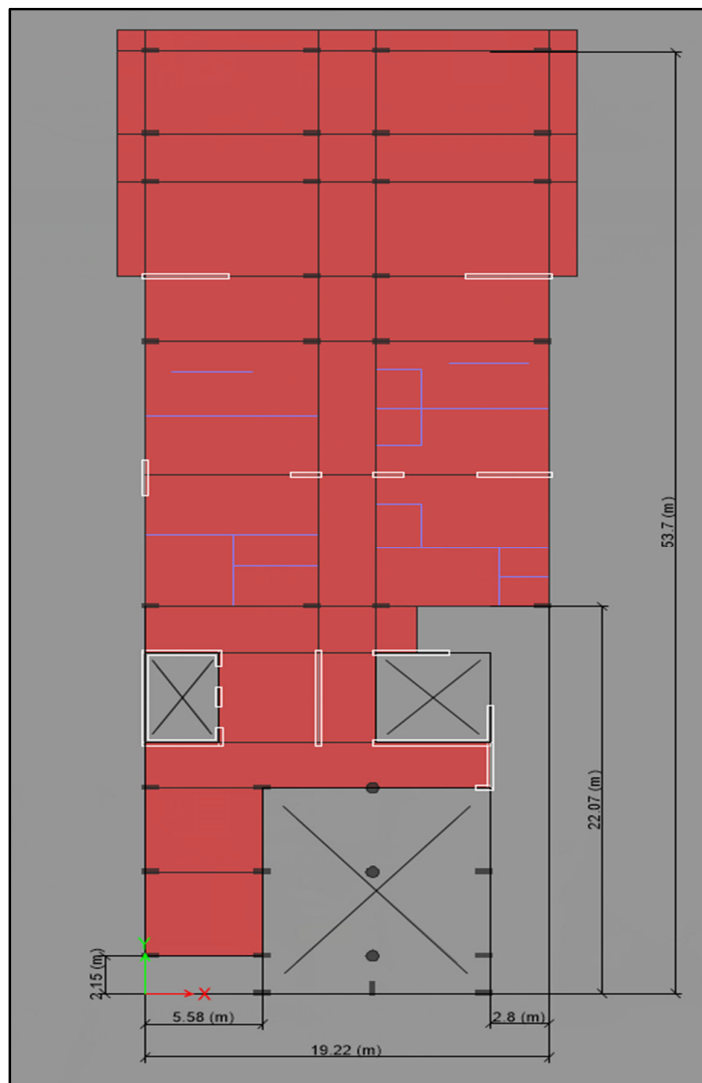
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

11. Verificación de la Irregularidad por Esquinas Entrantes

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 55

Dimensión de Esquinas Entrantes dir. X-X, Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 102

Irregularidad por esquinas entrantes dir. X-X, Y-Y, Pab. B.

Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y		Condición
Dimensión en planta (m)	Porcentaje respecto al total	Dimensión en planta (m)	Porcentaje respecto al total	
19.22	100.00 %	53.70	100.00 %	---
5.58	29.03 %	2.15	4.00 %	No cumple
2.80	14.57 %	22.07	41.10 %	No cumple

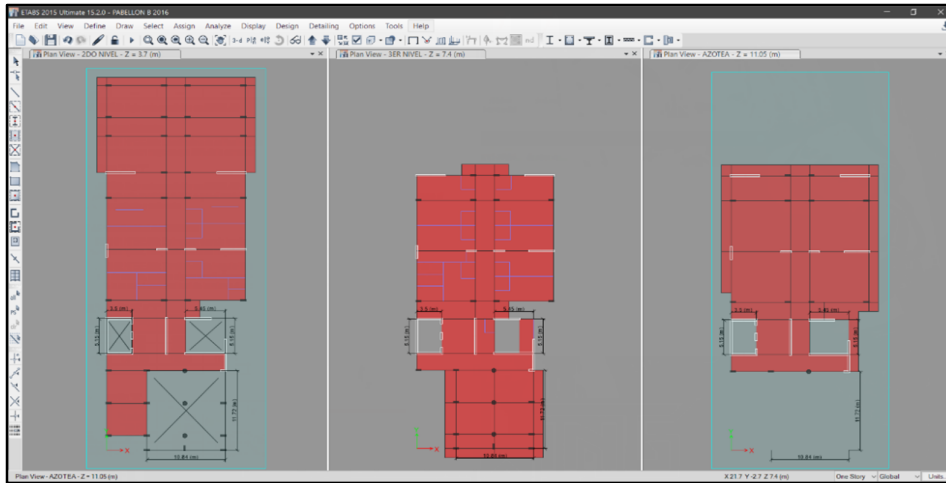
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

12. Verificación de la Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 56

Discontinuidad en Diafragmas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 103

Condición 01: Irregularidad por discontinuidad del diafragma Pab. B.

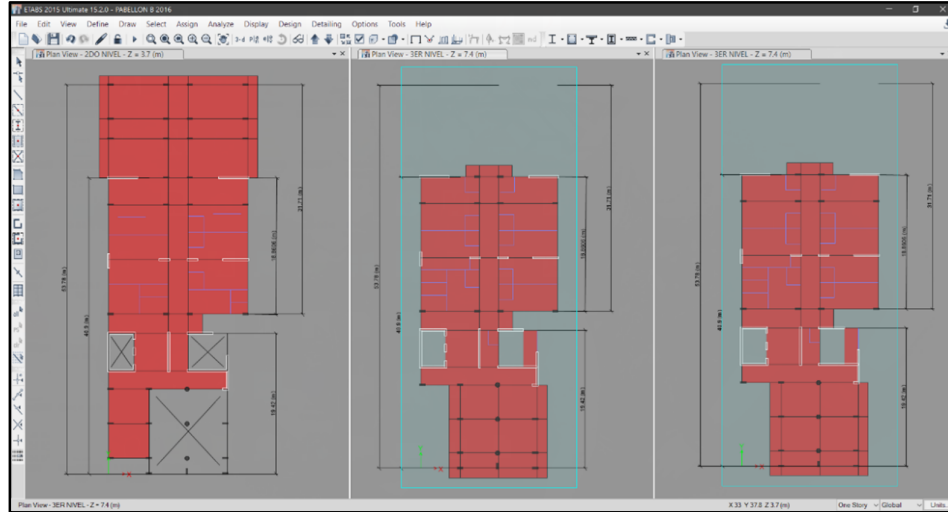
Nivel	Área Total del diafragma (m ²)	Aberturas (m ²)	Porcentaje de la abertura	Condición 01
Azotea	365.28	46.09	12.62 %	No cumple
2do nivel	714.50	46.09	6.45 %	No cumple
1er nivel	1,011.80	173.26	17.12 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis X-X

Figura A. 57

Área Neta Resistente Transversal dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 104

Condición 02: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma dir. X-X, Pab. B.

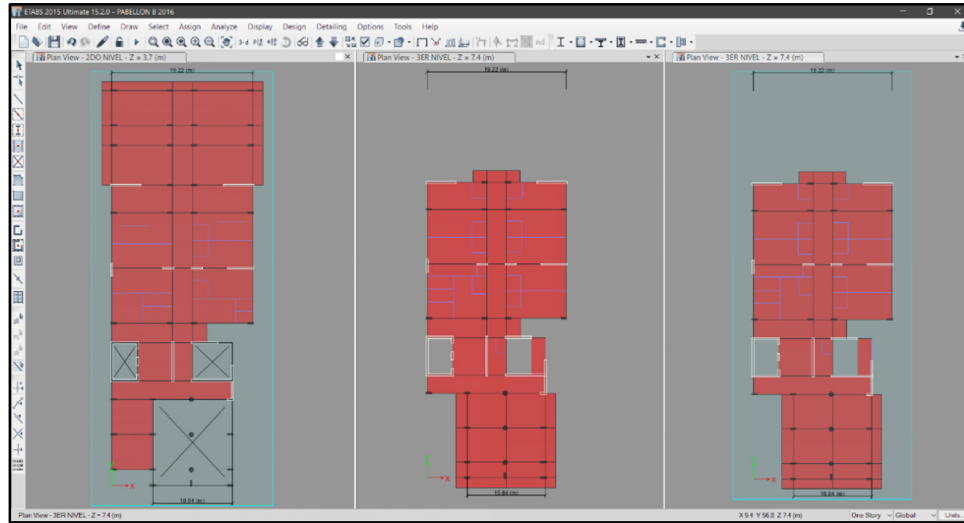
Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	29.21	18.86	64.57 %	No cumple
2do nivel	40.93	18.86	46.08 %	No cumple
1er nivel	53.78	31.71	58.96 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 58

Área Neta Resistente Transversal dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 105

Condición 02: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma dir. Y-Y, Pab. B.

Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	19.22	10.84	85.43 %	No cumple
2do nivel	19.22	10.84	56.40 %	No cumple
1er nivel	19.22	10.84	56.40 %	No cumple
Base	---	---	---	---

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

13. Verificación de la Irregularidad por Sistemas no Paralelos

Dirección de análisis X-X, Y-Y

El modelo matemático del pabellón B, consta en su totalidad de elementos resistentes a fuerzas laterales paralelos, por lo que no cuenta con ejes o muros que formen ángulos entre si diferentes a 90°.

En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

Paso 9 Restricciones a la Irregularidad

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla A.106:

Tabla A. 106

Categoría y regularidad de las edificaciones NTE E.030 2018.

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4,3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
C	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m. de altura total
	1	Sin restricciones

Nota. Fuente: RNE. E.030-2018

El pabellón B del hospital no cumple con las exigencias de la restricción a la irregularidad que presentan, ya que para la categoría y zona esta no debería presentar ningún tipo de irregularidades.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R

Se determina $R = R_0 * R_a * R_p$

Tabla A. 107

Resumen de irregularidades en altura.

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_a	Condición	Factor I_a
Irregularidad de rigidez – Piso blando	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	Regular	1.00	Regular	1.00

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_a	Condición	Factor I_a
Irregularidad Extrema de Rigidez	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	Irregular	0.90	Regular	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Regular	1.00	Regular	1.00
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	Regular	1.00	Regular	1.00

Por lo tanto:

Tabla A. 108

Definición del factor I_a .

Dirección de análisis X-X	Dirección de análisis Y-Y
$I_a = 0.90$	$I_a = 1.00$

Tabla A. 109

Resumen de irregularidades en planta.

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_p	Condición	Factor I_p
Irregularidad Torsional	Regular	1.00	Regular	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	Regular	1.00	Regular	1.00
Esquinas Entrantes	Regular	1.00	Regular	1.00
Discontinuidad del Diafragma	Regular	1.00	Regular	1.00
Sistemas no Paralelos	Regular	1.00	Regular	1.00

Por lo tanto:

Tabla A. 110

Definición del factor I_p .

Dirección de análisis X-X	Dirección de análisis Y-Y
$I_p = 1.00$	$I_p = 1.00$

Finalmente.

Tabla A. 111

Definición del coeficiente de reducción sísmica R .

Dirección de análisis X-X	Dirección de análisis Y-Y
Ia 0.90	Ia 1.00
Ip 1.00	Ip 1.00
Ro 6.00	Ro 6.00
Rx-x 5.40	Ry-y 6.00

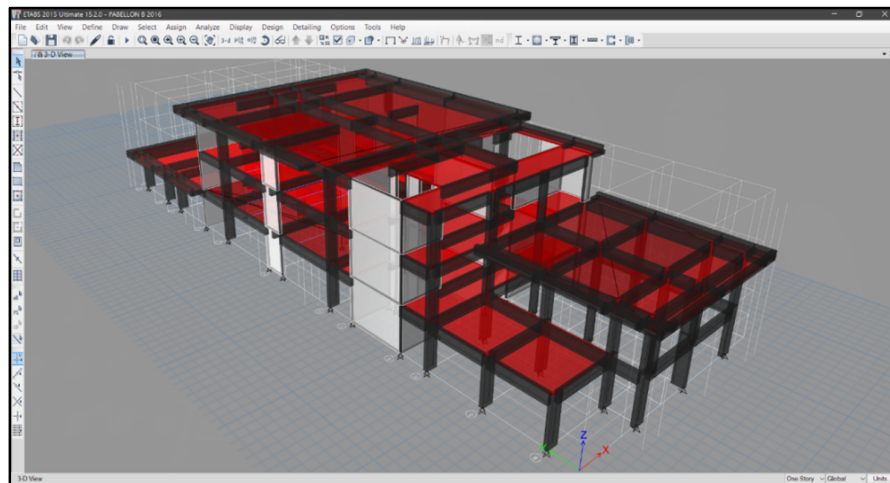
ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 11 Modelos para análisis de Edificios

Modelamiento matemático del Pabellón B, haciendo uso del software Etabs como se muestra en la figura A.59.

Figura A. 59

Vista en 3D del Modelo Matemático Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Paso 12 Cálculo del peso sísmico efectivo P

1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida

Según las disposiciones del Norma E.020

Tabla A. 112

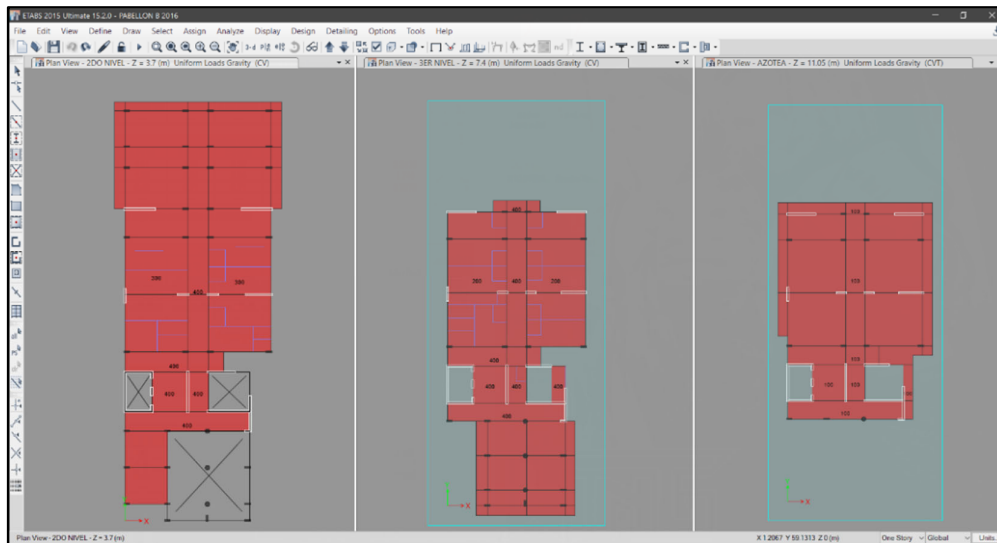
Cargas vivas mínimas repartidas Pab. B

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas kpa (kgf/m ²)
Hospitales	
Sala de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Nota. Fuente: RNE. E.020

Figura A. 60

Cargas Vivas Distribuidas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

1.2. Carga Muerta Repartida

Cálculo del peso de ladrillos para losas aligeradas (ver Ítems anteriores)

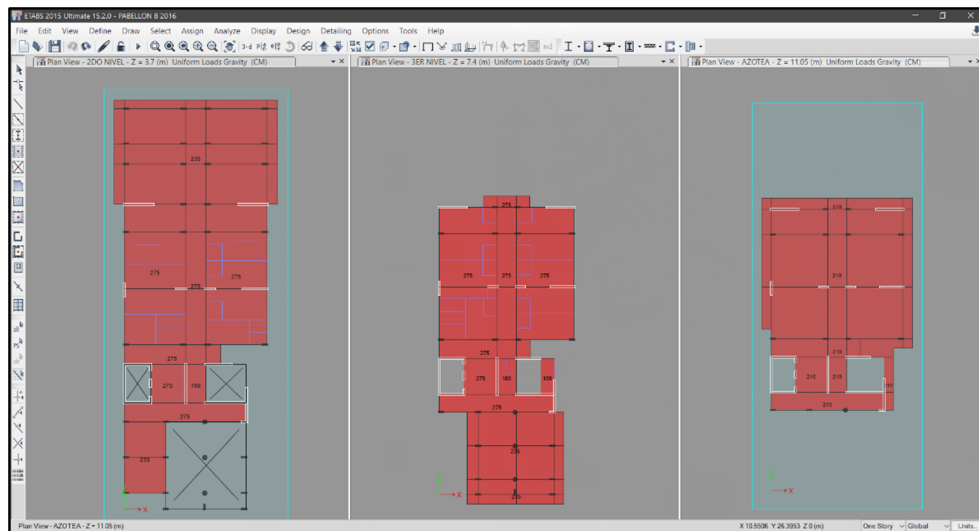
Tabla A. 113

Cargas muertas distribuidas por m2.

Cargas Muertas	Piso típico (Kg/m2)	Azotea (Kg/m2)
P. Ladrillo de techo	175.00	150.00
P. Piso terminado	100.00	0.00
P. Estructura metálica	0.00	60.00
Σ	275.00	210.00

Figura A. 61

Cargas Muertas Distribuidas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

1.3. Cargas linealmente distribuidas (Tabiquería)

Las cargas repartidas por la tabiquería existente en el pabellón B se distribuyen tomando en cuenta el espesor del tabique y la altura correspondiente a la ubicación de las mismas, se repartieron según el tabla A.114:

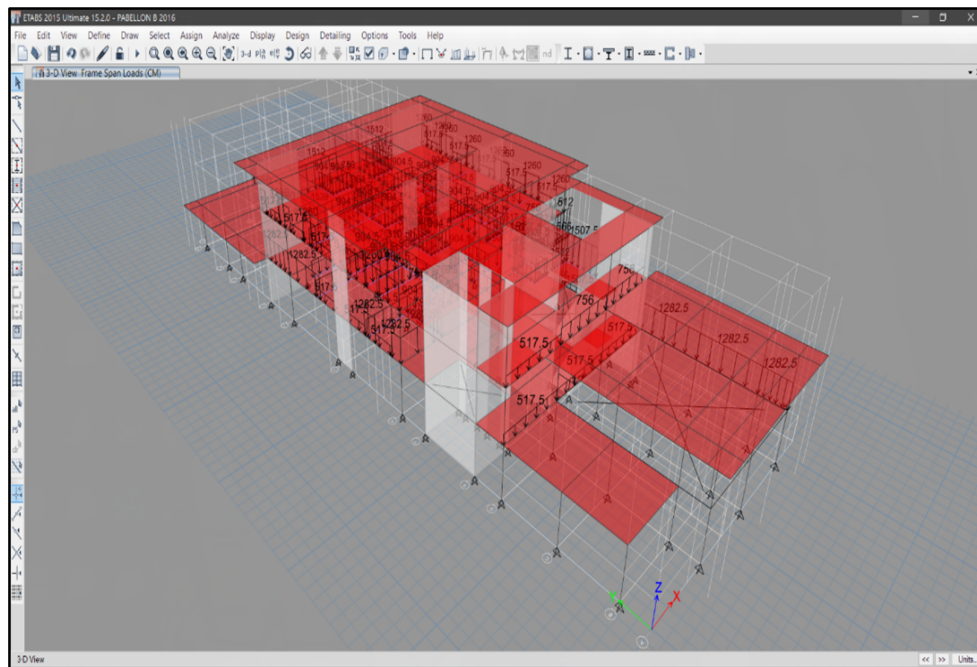
Tabla A. 114*Cargas muertas distribuidas linealmente*

Descripción del tabique	Peso equivalente (kg/m³)	Espesor del tabique (m)	Altura del tabique (m)	Carga equivalente (kg/m)
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.15	3.35	904.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.15	2.85	769.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.15	2.80	756.00
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.25	3.35	1507.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.25	2.85	1282.50
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.25	2.80	1260.00
Muro de albañilería (debajo de la losa)	1800.00	0.30	3.35	1809.00
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.30	2.85	1539.00
Muro de albañilería (debajo de la viga)	1800.00	0.30	2.80	1512.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.15	1.10	297.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.15	1.15	310.50
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.25	1.15	517.50
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	1.15	621.00

Descripción del tabique	Peso equivalente (kg/m ³)	Espesor del tabique (m)	Altura del tabique (m)	Carga equivalente (kg/m)
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.25	0.90	405.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	2.10	1134.00
Muro de albañilería (alfeizar)	1800.00	0.30	0.85	459.00

Figura A. 62

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

1.4. Asignación de cargas en el programa Etabs

Tabla A. 115

Tipos y valores de carga a ser asignados

Nivel	Tipo de Carga	Nombre	Patron	Valor	Descripción
2do Nivel	Muerta	CM	SuperDead	275 kg/m ²	P. Alig. + P. Acabado
	Muerta Techo	CM	SuperDead	235 kg/m ²	P. Alig. + P. Cobertura

Nivel	Tipo de Carga	Nombre	Patron	Valor	Descripción
3er Nivel	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	400 kg/m2	Corredores y escaleras
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	300 kg/m2	Salas de operación
	Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m2	Azotea
	Muerta	CM	SuperDead	275 kg/m2	P. Alig. + P. Acabado
	Muerta Techo	CM	SuperDead	235 kg/m2	P. Alig. + P. Cobertura
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	400 kg/m2	Corredores y escaleras
	Viva Entrepiso	CV	ReducibleLive	200 kg/m2	Cuartos
	Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m2	Azotea
	Muerta	CM	SuperDead	210 kg/m2	P. Alig. + P. Acabado
Azotea	Viva Techo	CVT	Roof Live	100 kg/m2	Azotea

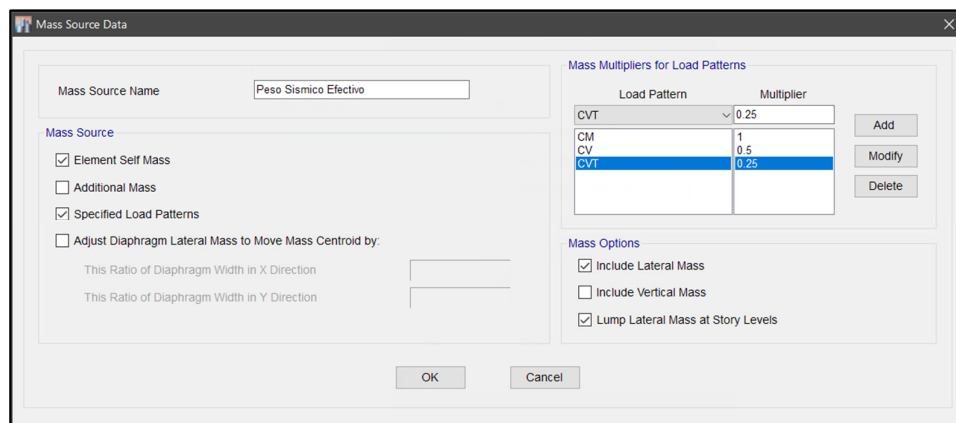
Cálculo del peso sísmico efectivo

A manera de fórmula, el Peso Sísmico Efectivo del Edificio, P , se determinará como:

$$P = (Peso Propio + CM) + 0.50CV + 0.25CVT$$

Figura A. 63

Definición del Peso Sísmico Efectivo



Nota. Fuente: Etabs

Paso 13 Análisis dinámico

1. Determinación de los modos de Vibración

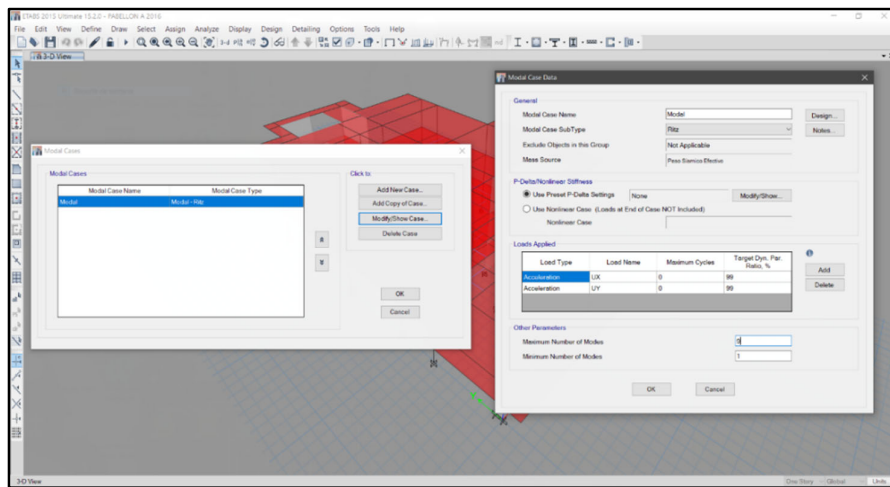
Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Definición de los modos de vibración.

Figura A. 64

Definición de los Modos de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

2. Calcular el Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Figura A. 65

Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. X-X

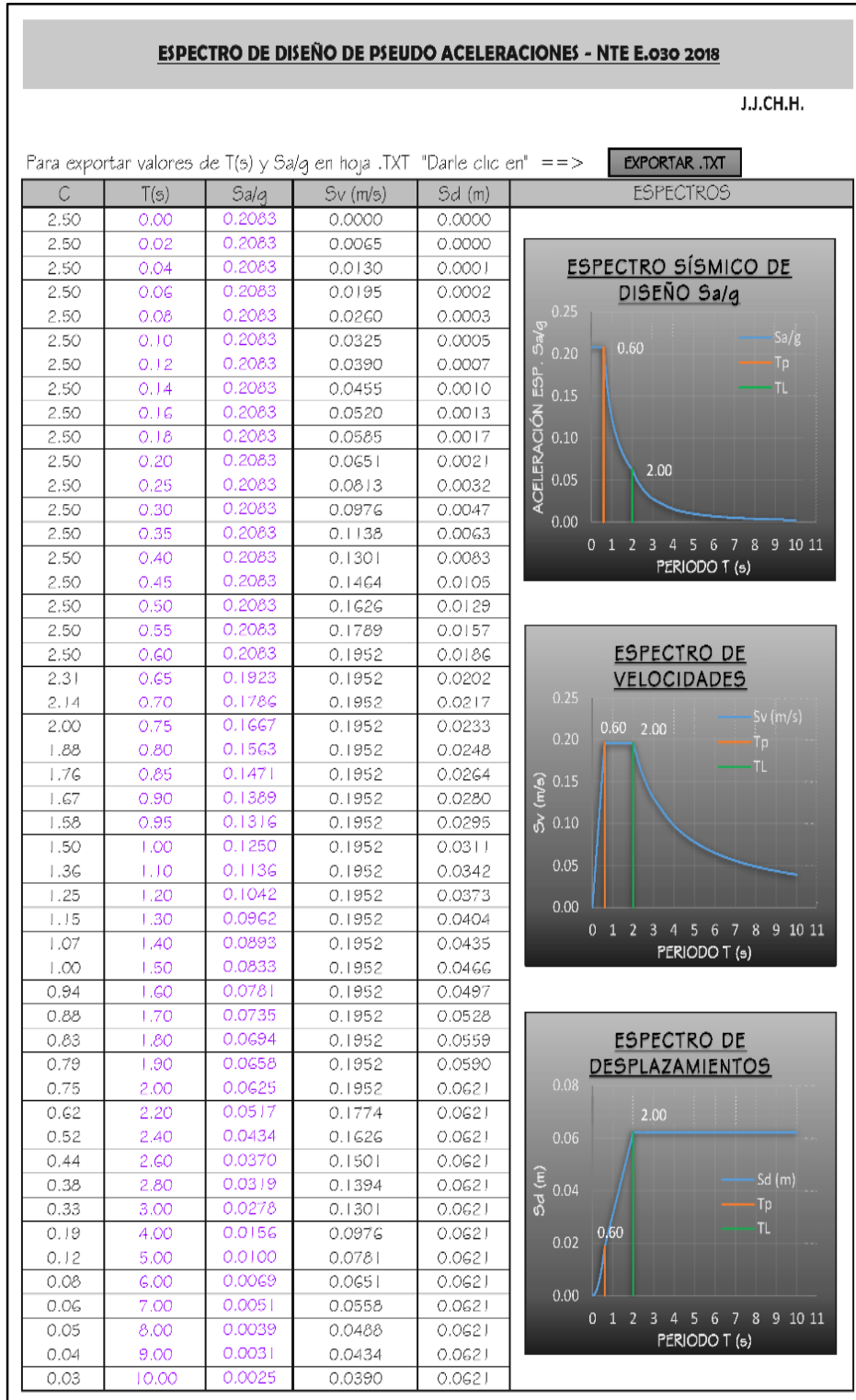
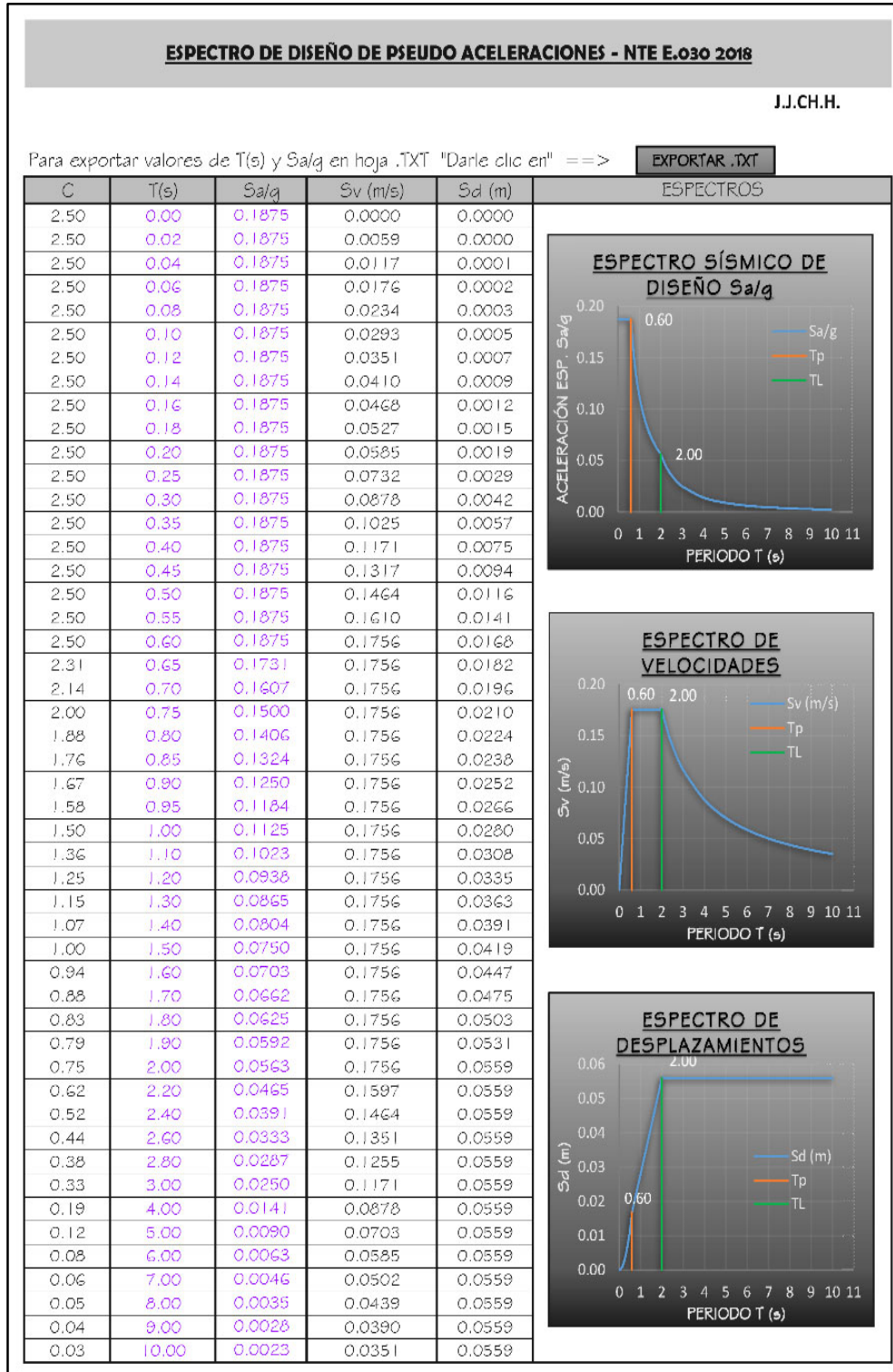


Figura A. 66

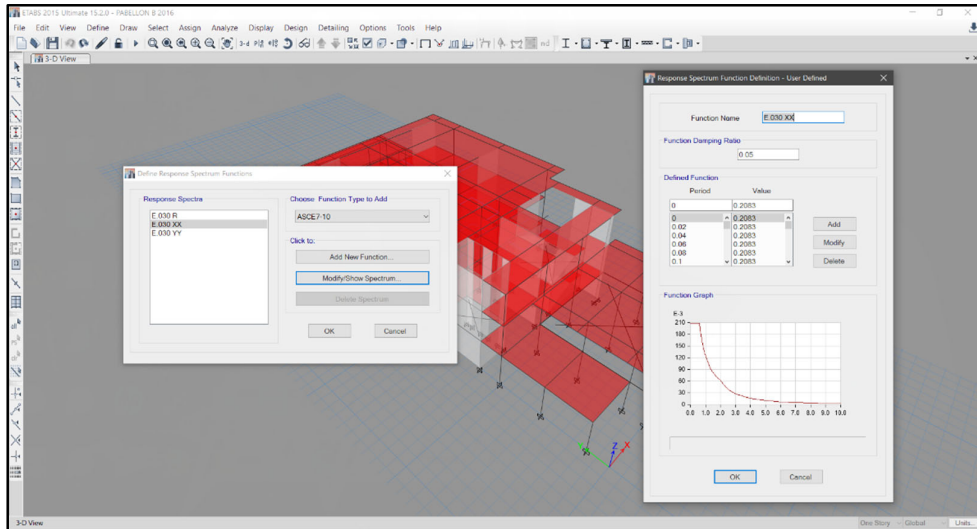
Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. Y-Y



Insertión del espectro en Etabs .

Figura A. 67

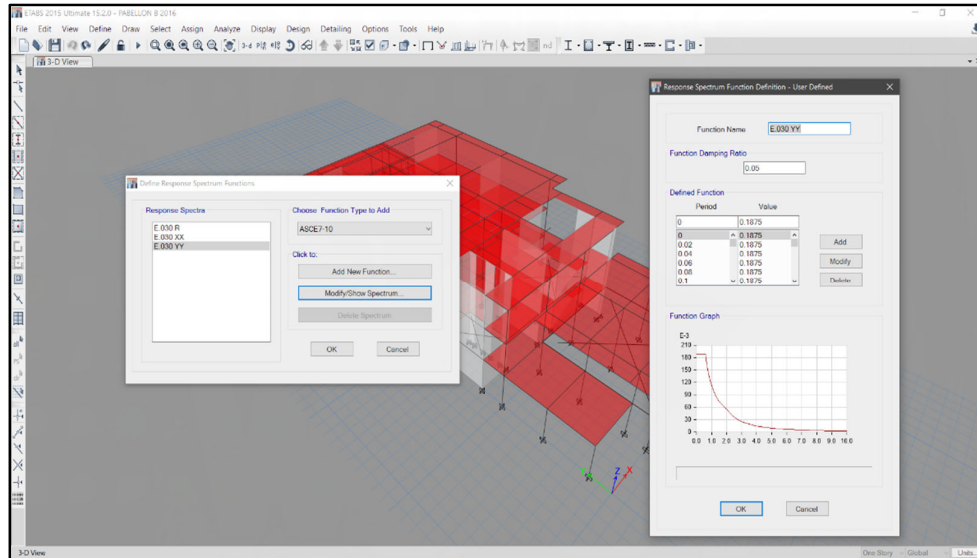
Asignación del Espectro Sísmico al Modelo dir. X-X



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 68

Asignación del Espectro Sísmico al Modelo dir. Y-Y



Nota. Fuente: Etabs

3. Consideraciones de Excentricidad Accidental

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de

análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

Figura A. 69

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. X-X

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for a seismic load case named 'SD-XX'. The 'General' section includes fields for 'Load Case Name' (SD-XX), 'Load Case Type' (Response Spectrum), 'Exclude Objects in this Group' (Not Applicable), and 'Mass Source' (Previous (Peso Sísmico Efectivo)). The 'Loads Applied' section contains a table with two rows: 'Acceleration U1' with function 'E.030 SX' and scale factor '9806.65', and 'Acceleration U3' with function 'E.030 SX' and scale factor '6537.77'. The 'Other Parameters' section includes 'Modal Load Case' (Modal), 'Modal Combination Method' (CQC), 'Include Rigid Response' (unchecked), 'Rigid Frequency, f1' and 'f2' (empty), 'Periodic + Rigid Type' (empty), 'Earthquake Duration, td' (empty), 'Directional Combination Type' (Absolute), 'Absolute Directional Combination Scale Factor' (1), 'Modal Damping' (Constant at 0.05), and 'Diaphragm Eccentricity' (0.05 for All Diaphragms). Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 SX	9806.65
Acceleration	U3	E.030 SX	6537.77

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 70

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. Y-Y

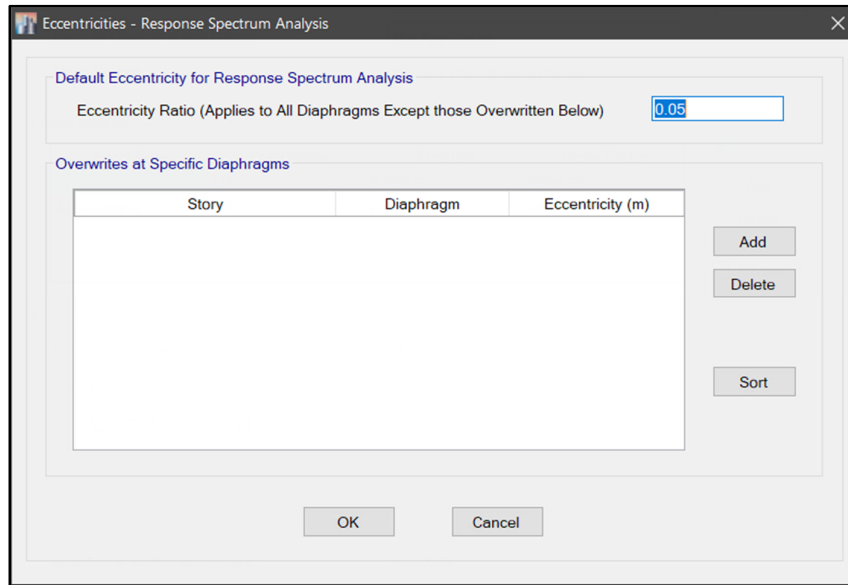
The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box for a seismic load case named 'SD-YY'. The 'General' section includes fields for 'Load Case Name' (SD-YY), 'Load Case Type' (Response Spectrum), 'Exclude Objects in this Group' (Not Applicable), and 'Mass Source' (Previous (Peso Sísmico Efectivo)). The 'Loads Applied' section contains a table with two rows: 'Acceleration U2' with function 'E.030 SY' and scale factor '9806.65', and 'Acceleration U3' with function 'E.030 SY' and scale factor '6537.77'. The 'Other Parameters' section includes 'Modal Load Case' (Modal), 'Modal Combination Method' (CQC), 'Include Rigid Response' (unchecked), 'Rigid Frequency, f1' and 'f2' (empty), 'Periodic + Rigid Type' (empty), 'Earthquake Duration, td' (empty), 'Directional Combination Type' (Absolute), 'Absolute Directional Combination Scale Factor' (1), 'Modal Damping' (Constant at 0.05), and 'Diaphragm Eccentricity' (0.05 for All Diaphragms). Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030 SY	9806.65
Acceleration	U3	E.030 SY	6537.77

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 71

Asignación de la Excentricidad Accidental



Nota. Fuente: Etabs

4. Determinación de los resultados de fuerza y desplazamientos para cada modo de vibración

4.1. Participación de masa modal

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Tabla A. 116

Masa modal participativa total

Case	Item Type	Item	Dynamic %	> 90%
Modal	Acceleration	UX	99.96	OK
Modal	Acceleration	UY	99.95	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	OK

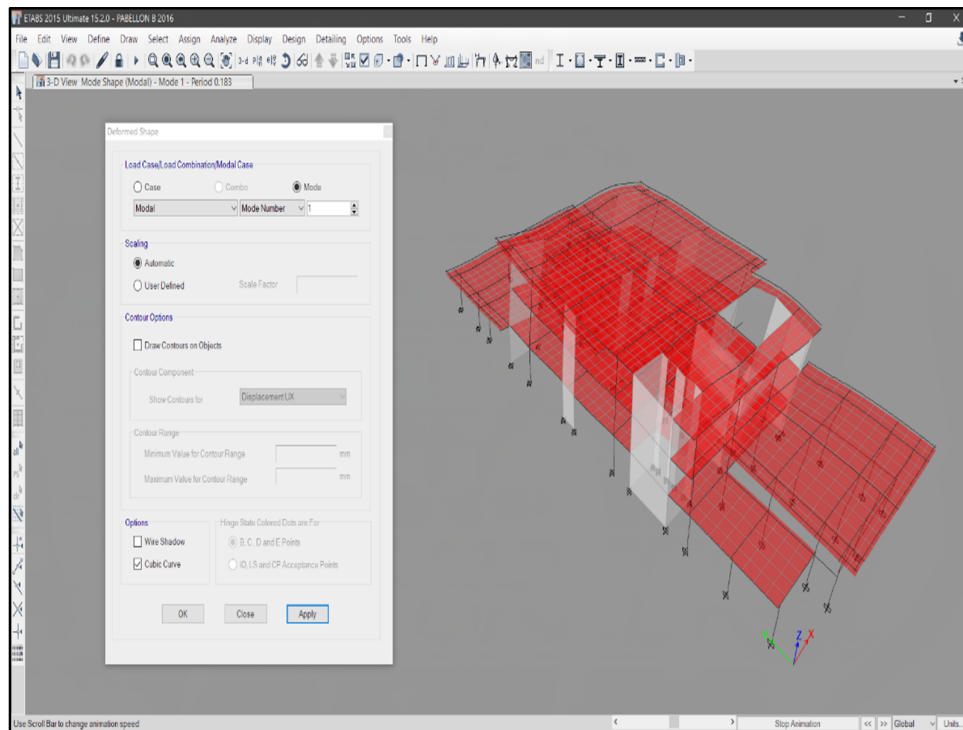
Tabla A. 117

Masa modal participativa disgregada

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.183	0.04	0.54	0.04	0.54	0.16	0.16
Modal	2	0.146	0.51	0.15	0.55	0.69	0.07	0.23
Modal	3	0.117	0.20	0.09	0.75	0.77	0.52	0.74
Modal	4	0.054	0.03	0.13	0.78	0.90	0.09	0.83
Modal	5	0.046	0.10	0.06	0.87	0.97	0.09	0.92
Modal	6	0.035	0.10	0.00	0.97	0.97	0.06	0.98
Modal	7	0.029	0.00	0.03	0.97	1.00	0.00	0.98
Modal	8	0.021	0.03	0.00	1.00	1.00	0.00	0.98
Modal	9	0.018	0.00	0.00	1.00	1.00	0.01	0.99

Figura A. 72

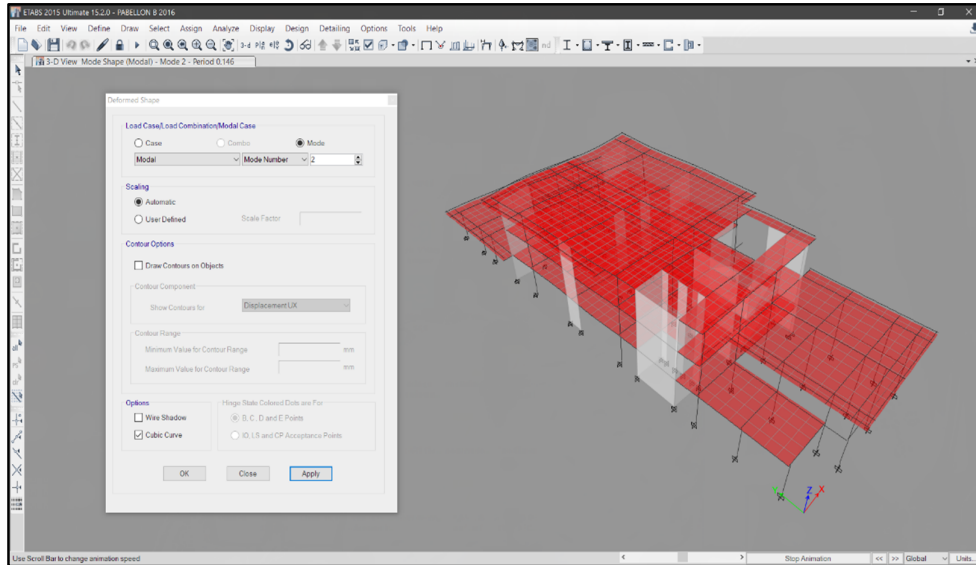
Deformada Para el Primer Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 73

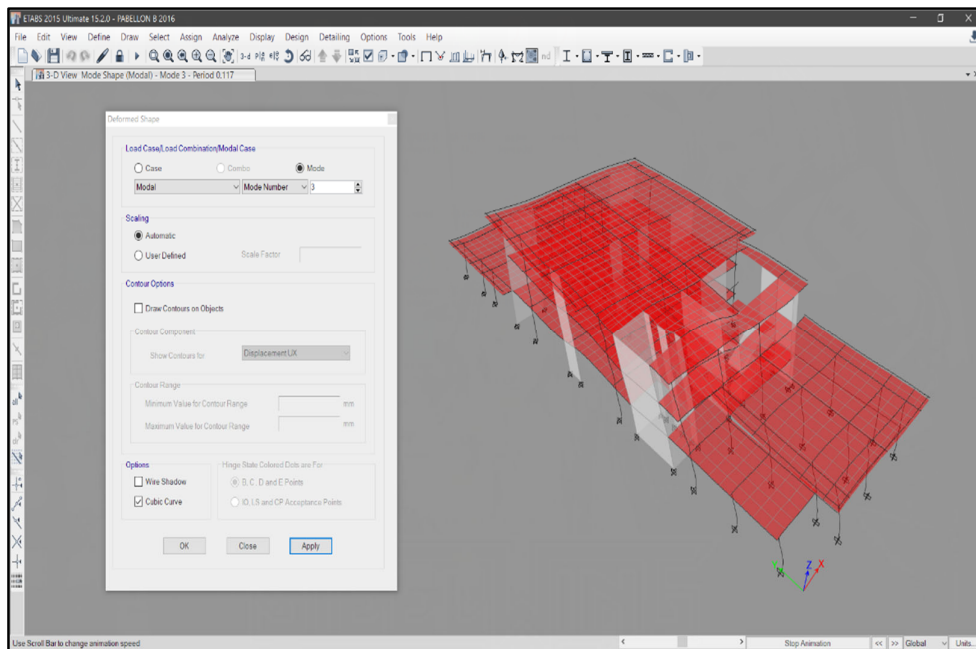
Deformada para el Segundo Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 74

Deformada Para el Tercer Modo de Vibración



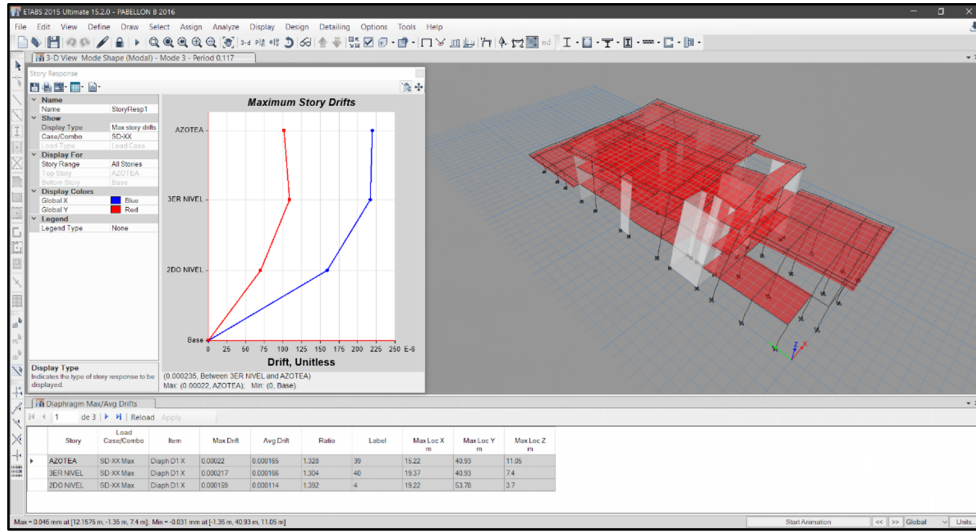
Nota. Fuente: Etabs

4.2. Desplazamientos máximos Etabs

Desplazamientos obtenidos de manera gráfica y en tablas.

Figura A. 75

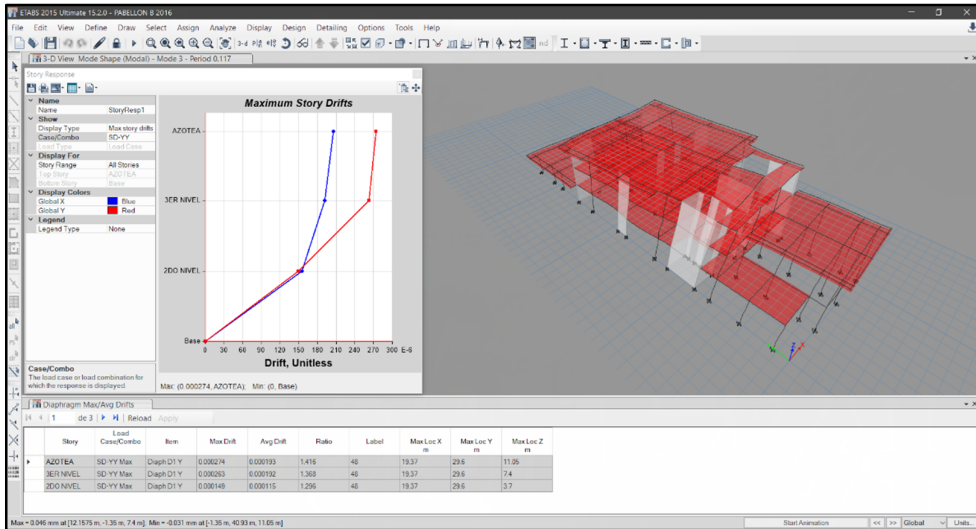
Desplazamientos Máximos en Dirección X-X de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 76

Desplazamientos Máximos en Dirección Y-Y de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

5. Determinación de Desplazamientos laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán 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 calcularán multiplicando por 0.85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 118

Máximas derivas inelásticas dir. X-X, Pab. B.

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas $(\Delta \cdot R \cdot 0.85)$	Máximas derivas inelásticas $(\Delta \cdot R \cdot 0.85)$ %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	2.20×10^{-4}	1.01×10^{-3}	0.10%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	2.17×10^{-4}	1.00×10^{-3}	0.10%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	1.59×10^{-4}	0.73×10^{-3}	0.07%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 119

Máximas derivas inelásticas dir. Y-Y, Pab. B.

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas $(\Delta \cdot R \cdot 0.75)$	Máximas derivas inelásticas $(\Delta \cdot R \cdot 0.75)$ %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	2.74×10^{-4}	1.23×10^{-3}	0.12%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	2.63×10^{-4}	1.18×10^{-3}	0.12%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	1.49×10^{-4}	0.67×10^{-3}	0.07%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Figura A. 77

Gráfica de Derivas Inelásticas del Pab. B

