

ANEXO 2

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL ÓPTIMO DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI DE ACUERDO A LA NORMA E.030 2018.

3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE MODELOS MATEMÁTICOS ÓPTIMOS DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE AYAVIRI SEGÚN NORMA SÍSMICA E.030 2018

3.1. MODELAMIENTO MATEMÁTICO ÓPTIMO DEL PABELLÓN “A”

3.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO

Paso 1 Factor de Zona Z

Del ítem 3.2.

Tabla A. 120

Definición del Factor de Zona.

Zona	Z
ZONA 2	0.25

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

Paso 2 Perfil de Suelo

Del ítem 3.2.

Tabla A. 121

Definición del Perfil de Suelo.

Perfil	Tipo
Suelos Intermedios	S ₂

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

Paso 3 Parámetros de Sitio S, Tp y TL

Del ítem 3.3.1.2.

Tabla A. 122

Definición del Factor de Suelo.

Tipo de Suelo	Descripción	S
S ₂	Suelos Intermedios	1.20

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

Tabla A. 123

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

Descripción	T_P	T_L
S2 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

Se realizó según el Paso 4 ítem 3.2.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

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

Del Paso 5 ítem 3.2.

Tabla A. 124

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. 125

Definición del Sistema Estructural.

Material Predominante	Tipo
Concreto Armado	Dual

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

Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0

Tabla A. 126

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

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	X-X	128,974.93	53.59 %
Columnas	X-X	111,703.95	46.41 %
Total	X-X	240,678.88	100.00 %

Tabla A. 127

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

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	Y-Y	164,350.64	70.00 %
Columnas	Y-Y	70,045.84	30.00 %
Total	Y-Y	234,396.48	100.00 %

Tabla A. 128

Definición del Coeficiente Básico de Reducción Sísmico

Dirección De Análisis	Sistema Estructural	R_0
X-X	Concreto Armado: Dual	7.00
Y-Y	Concreto Armado: Dual	7.00

Paso 8 Factor de Irregularidad I_a, I_p

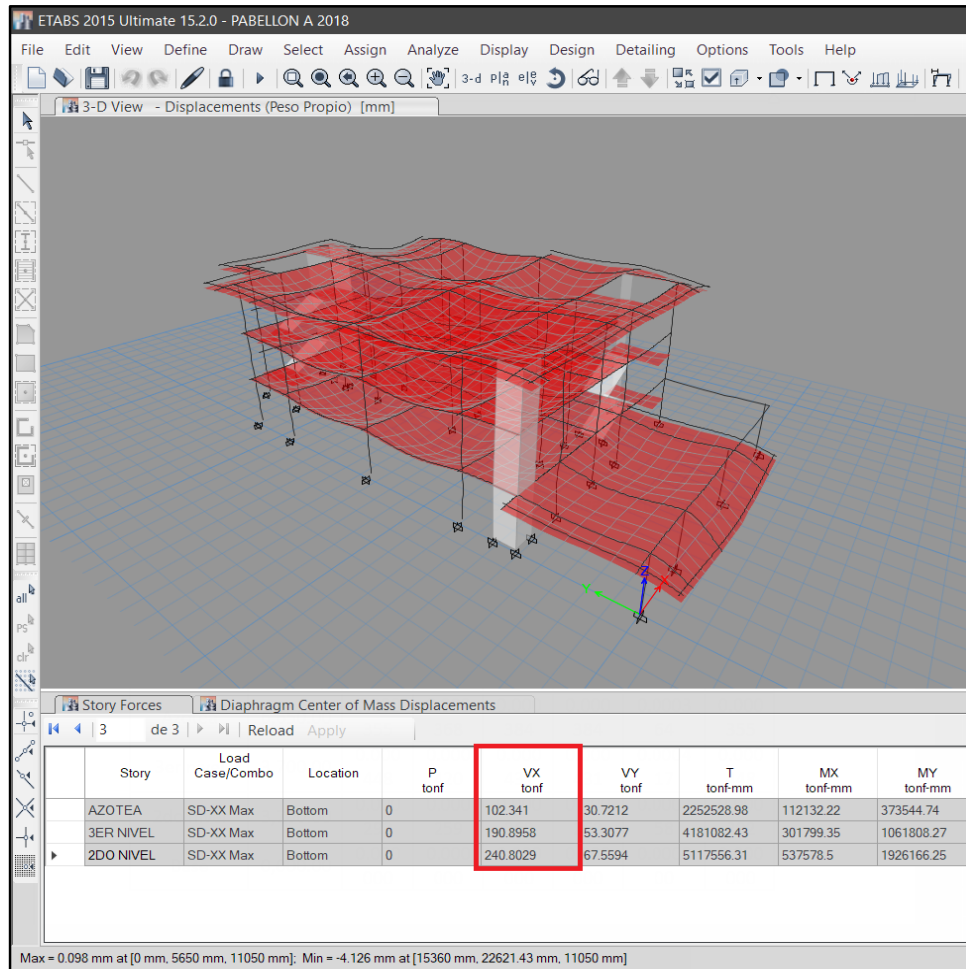
VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN ALTURA

1.1. Verificación de la Irregularidad de rigidez – Piso Blando

Dirección de análisis X-X

Figura A. 78

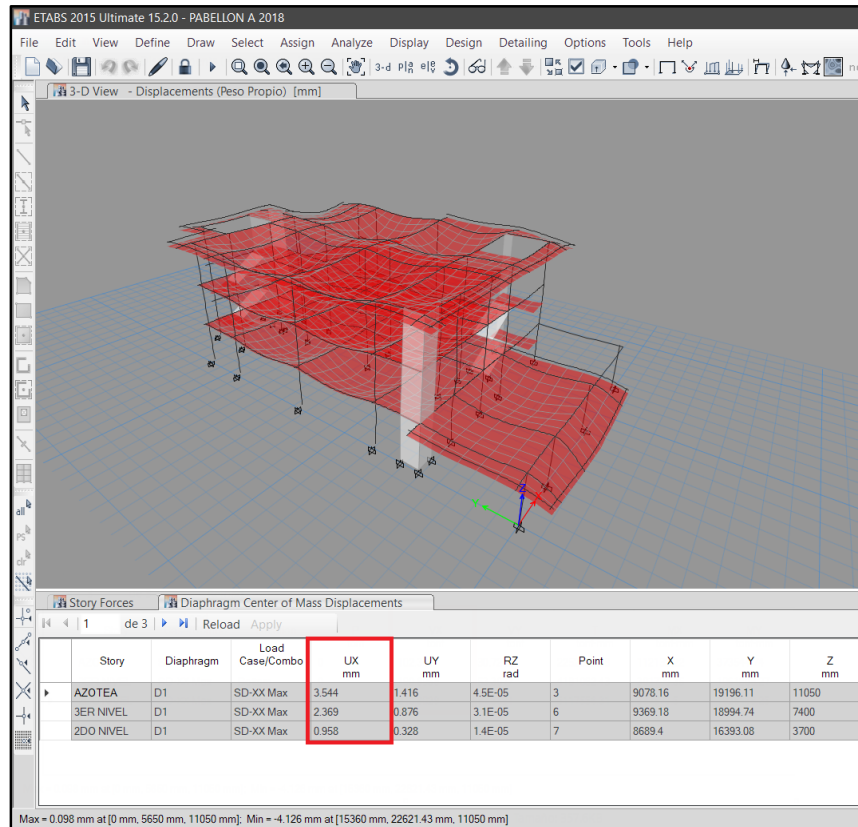
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 79

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 129

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	102.34	3.54	1.18	87.10	60.97	---
2do nivel	3,700.00	190.90	2.37	1.41	135.29	94.70	ok
1er nivel	3,700.00	240.80	0.96	0.96	251.36	175.95	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 130

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

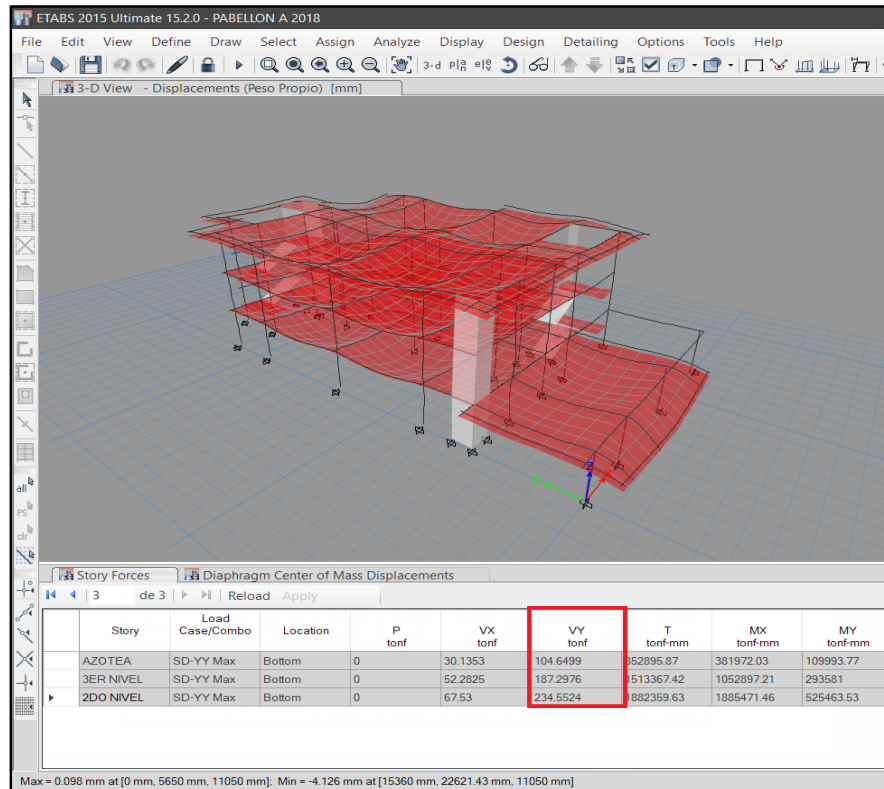
Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desp. del Centro de Masas (mm)	Desp. Relativo del C. de Masas (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	102.34	3.54	1.18	87.10	69.68	---
2do nivel	3,700.00	190.90	2.37	1.41	135.29	88.96	ok
1er nivel	3,700.00	240.80	0.96	0.96	251.36	126.33	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. 80

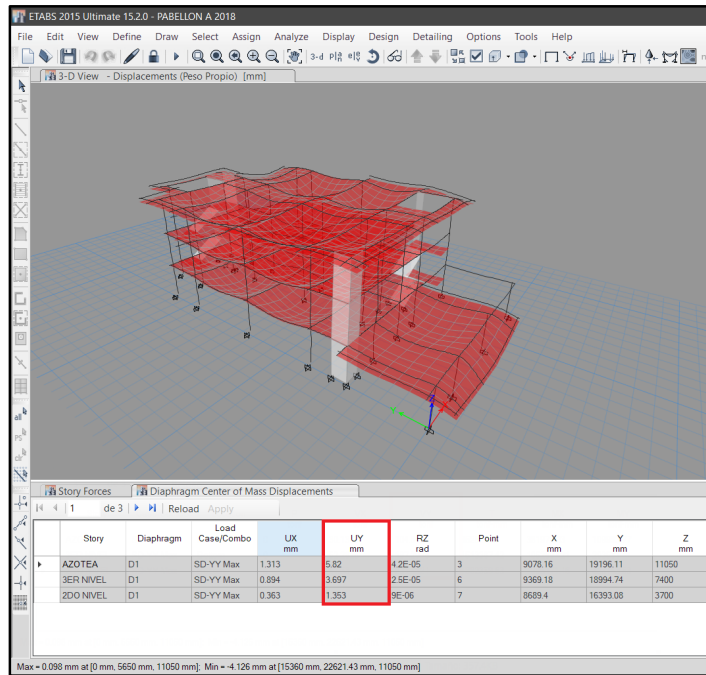
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 81

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 131

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	104.65	5.82	2.12	49.29	34.51	---
2do nivel	3,700.00	187.30	3.70	2.34	79.90	55.93	ok
1er nivel	3,700.00	234.55	1.35	1.35	173.35	121.35	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 132

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	104.65	5.82	2.12	49.29	39.43	---
2do nivel	3,700.00	187.30	3.70	2.34	79.90	51.68	ok
1er nivel	3,700.00	234.55	1.35	1.35	173.35	80.68	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

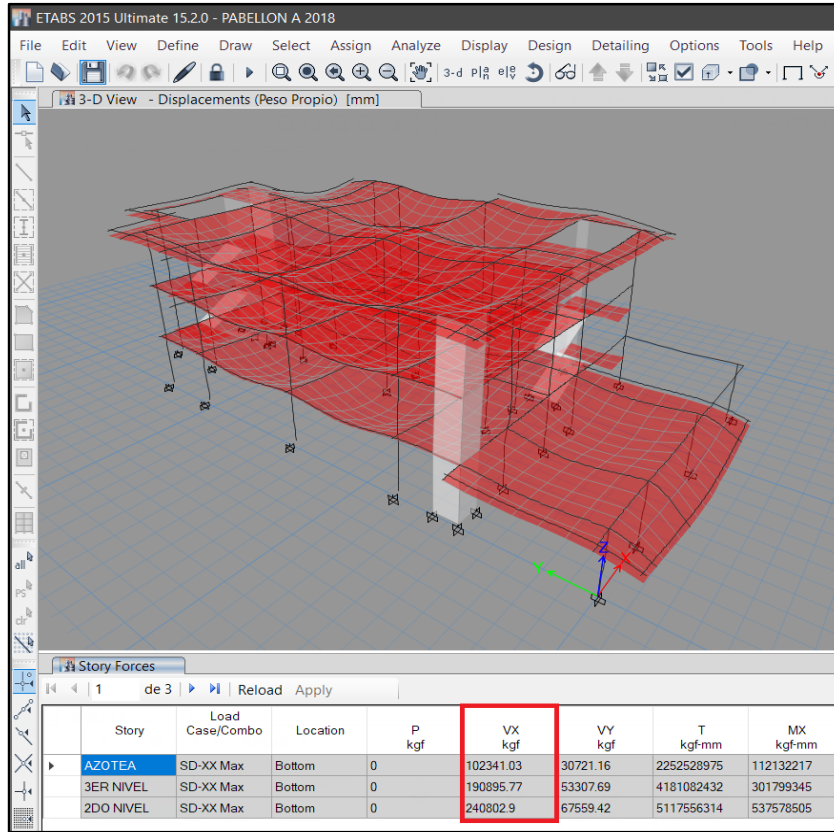
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

1.2. Verificación de la Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Dirección de análisis X-X.

Figura A. 82

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 133

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

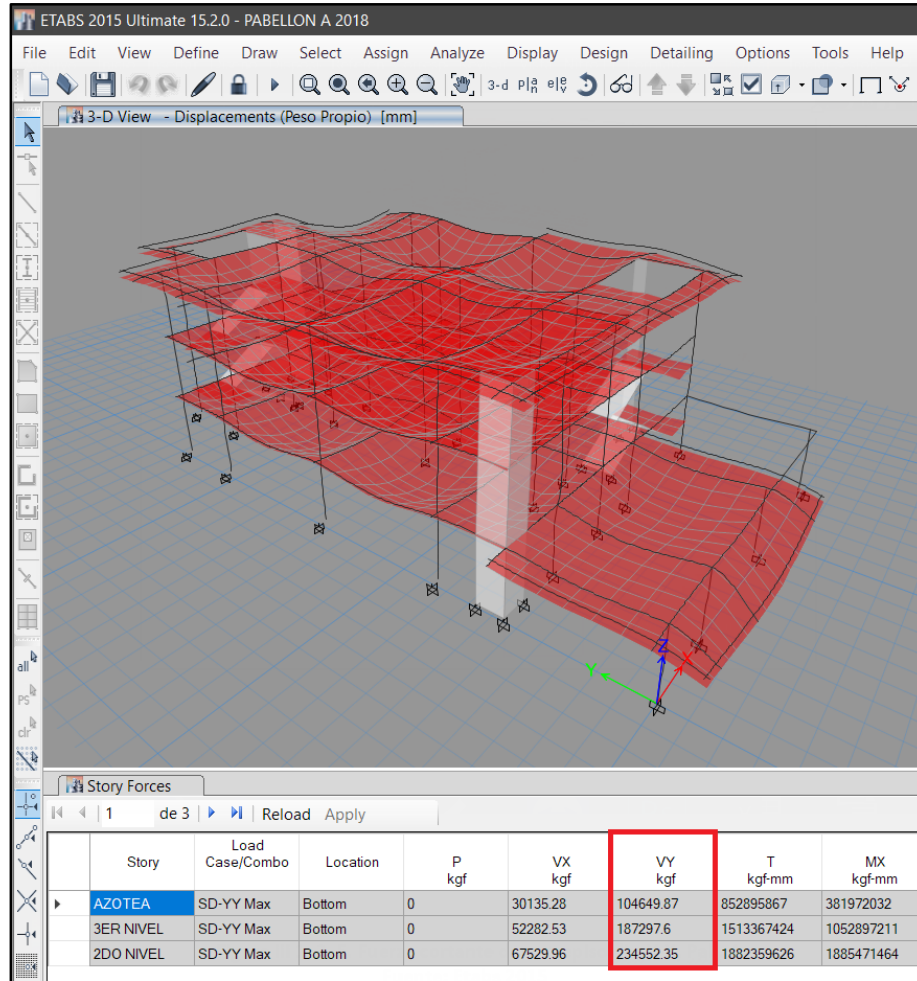
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	102,341.03	81,872.82	No cumple
2do nivel	190,895.77	152,716.62	No cumple
1er nivel	240,802.90	192,642.32	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 83

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 134

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

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	104,649.87	83,719.90	No cumple
2do nivel	187,297.60	149,838.08	No cumple
1er nivel	234,552.35	187,641.88	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

1.3. Verificación de la Irregularidad Extrema de rigidez

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 135

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	102.34	3.54	1.18	87.10	52.26	---
2do nivel	3,700.00	190.90	2.37	1.41	135.29	81.17	ok
1er nivel	3,700.00	240.80	0.96	0.96	251.36	150.81	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 136

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	102.34	3.54	1.18	87.10	60.96	---
2do nivel	3,700.00	190.90	2.37	1.41	135.29	77.83	ok
1er nivel	3,700.00	240.80	0.96	0.96	251.36	110.54	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. 137

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	104.65	5.82	2.12	49.29	29.58	---
2do nivel	3,700.00	187.30	3.70	2.34	79.90	47.94	ok
1er nivel	3,700.00	234.55	1.35	1.35	173.35	104.01	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 138

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	104.65	5.82	2.123	49.29	34.51	---
2do nivel	3,700.00	187.30	3.70	2.344	79.90	45.22	ok
1er nivel	3,700.00	234.55	1.35	1.353	173.35	70.60	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

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

1.4. Verificación de la Irregularidad Extrema de Resistencia

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 139

Irregularidad Extrema de Resistencia dir. X-X, Pab. A.

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	102,341.03	66,521.67	No cumple
2do nivel	190,895.77	124,082.25	No cumple
1er nivel	240,802.90	156,521.89	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 140

Irregularidad Extrema de Resistencia dir. Y-Y, Pab. A.

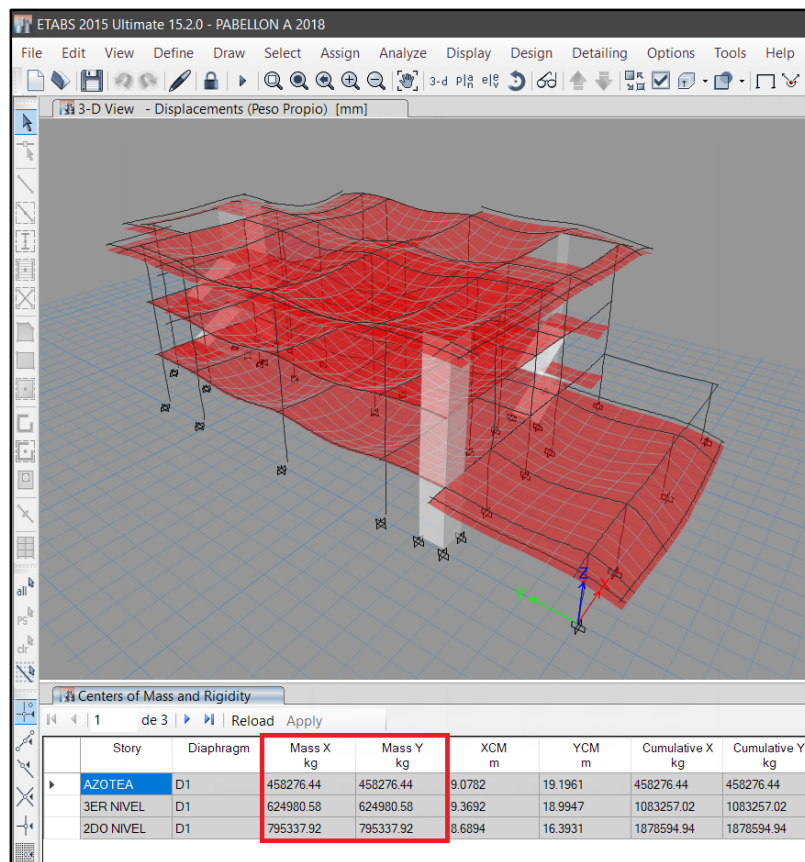
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	104,649.87	68,022.42	No cumple
2do nivel	187,297.60	121,743.44	No cumple
1er nivel	234,552.35	152,459.03	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

1.5. Verificación de la Irregularidad de Masa o Peso

Figura A. 84

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



Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Tabla A. 141

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

Nivel	Masa (kg)	Masa*1.5 (kg)	Condición
Azotea	456,980.44	685,470.66	No cumple
2do nivel	624,980.58	937,470.87	No cumple
1er nivel	795,337.92	1,193,006.88	No cumple
Base	0.00	0.00	---

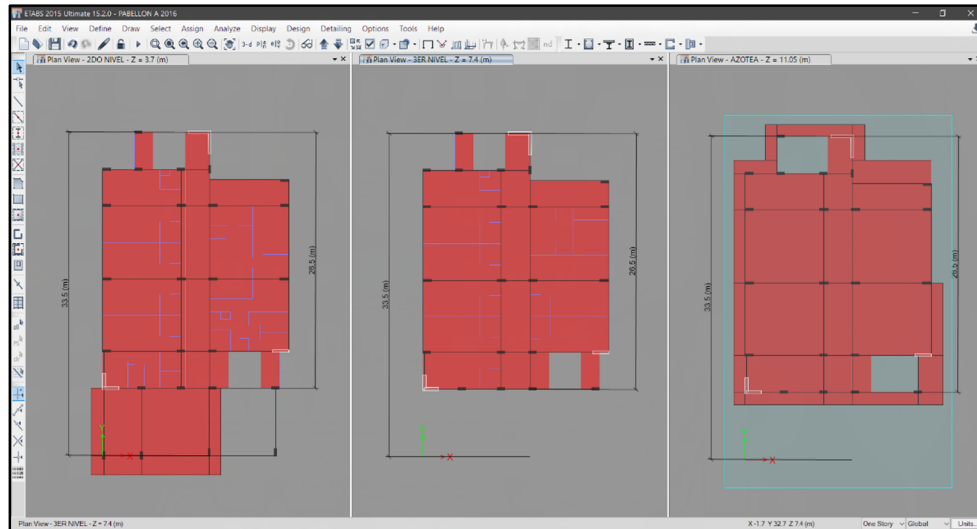
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

1.6. Verificación de la Irregularidad Geométrica Vertical

Dirección de análisis X-X

Figura A. 85

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 142

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

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

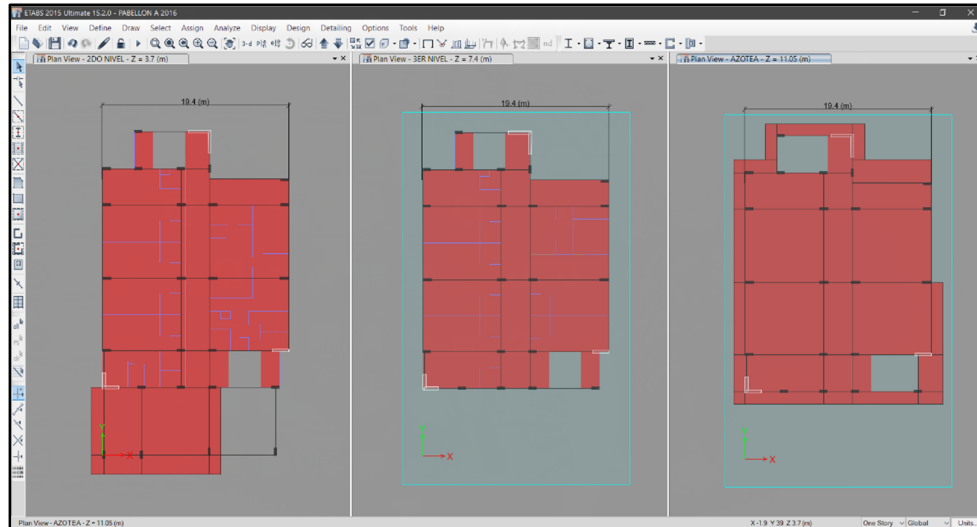
Base	0.00	0.00	---
------	------	------	-----

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 86

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 143

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

Nivel	Dimensión Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	19.40	25.22	No cumple
2do nivel	19.40	25.22	No cumple
1er nivel	19.40	25.22	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

1.7. Verificación de la Irregularidad Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

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

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

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

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

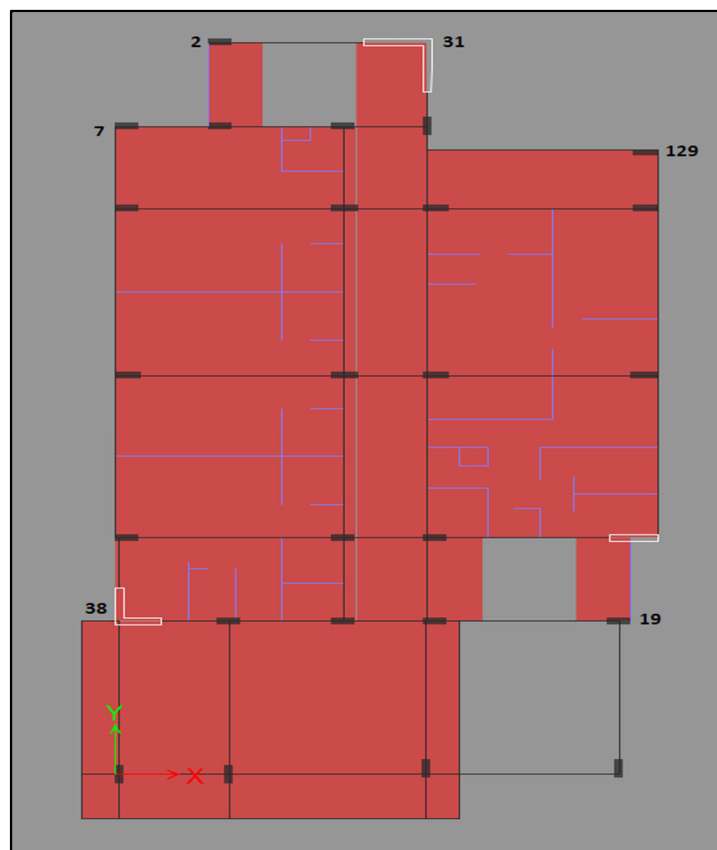
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN PLANTA

2.1. Verificación de la Irregularidad Torsional

Figura A. 87

Nudos Extremos Pab. A

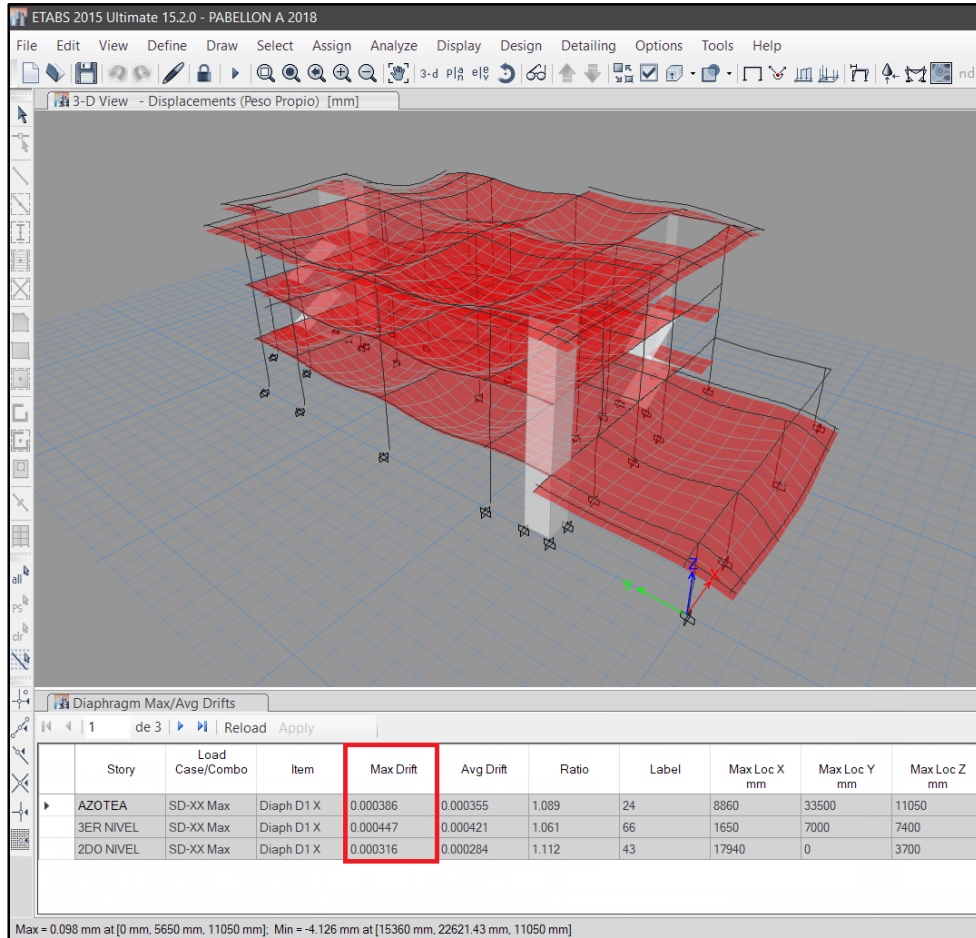


Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X

Figura A. 88

Derivas Máximas dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 144

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

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.75$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	3.86×10^{-4}	2.03×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	4.47×10^{-4}	2.35×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	3.16×10^{-4}	1.66×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

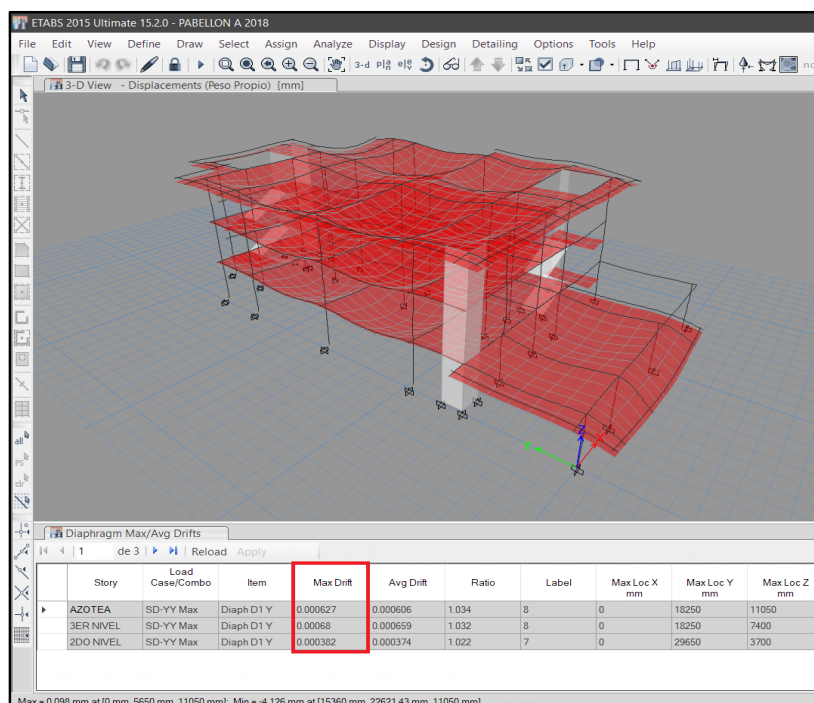
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 89

Derivas Máximas dir. X-X, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 145

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

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta * R * 0.75$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	6.27×10^{-4}	3.29×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	6.80×10^{-4}	3.57×10^{-3}	3.5×10^{-3}	Cumple
1	1er nivel	3.82×10^{-4}	2.01×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 146*Condición 02: Irregularidad Torsional dir. Y-Y, Pab. A*

Nivel	Derivas de entrepiso en nudos extremos						Promedio de nudos (A)	(A)*1 .3	Condición 02
	N - 38	N - 7	N - 2	N - 31	N - 129	N - 19			
	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$			
Azotea	6.26	6.26	6.12	5.84	90	5.89	05	7.86	No cumple
2do nivel	6.79	6.80	6.65	6.36	43	6.42	58	8.55	No cumple
1er nivel	3.82	3.82	3.76	3.67	78	3.76	77	4.90	No cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	00	0.00	---

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

2.2. Verificación de la Irregularidad Torsional Extrema

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 147*Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. X-X, Pab. A.*

Pisos	Nivel	Derivas elásticas	Derivas inelásticas	50% (Δ_i/h_{ei}) Permisible	Condición 01
		Δ	$\Delta^*R^*0.75$		
3	Azotea	3.86×10^{-4}	2.03×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	4.47×10^{-4}	2.35×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	3.16×10^{-4}	1.66×10^{-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. 148*Condición 01: Irregularidad Torsional Extrema dir. Y-Y, Pab. A*

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta \cdot R \cdot 0.75$	50% (Δ_i/h_{ei}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	6.27×10^{-4}	3.29×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	6.80×10^{-4}	3.57×10^{-3}	3.5×10^{-3}	Cumple
1	1er nivel	3.82×10^{-4}	2.01×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 149*Condición 02: Irregularidad Torsional Extrema dir. Y-Y, Pab. A*

Nivel	Derivas de entrepiso en nudos extremos						Promedio de nudos (A)	(A)*1 .5	Condición 02
	N - 38 $\times 10^{-4}$	N - 7 $\times 10^{-4}$	N - 2 $\times 10^{-4}$	N - 31 $\times 10^{-4}$	N - 129 $\times 10^{-4}$	N - 19 $\times 10^{-4}$			
Azotea	6.26	6.26	6.12	5.84	5.90	5.89	6.05	9.07	o cumple
2do nivel	6.79	6.80	6.65	6.36	6.43	6.42	6.58	9.86	o cumple
1er nivel	3.82	3.82	3.76	3.67	3.78	3.76	3.77	5.65	o cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	---

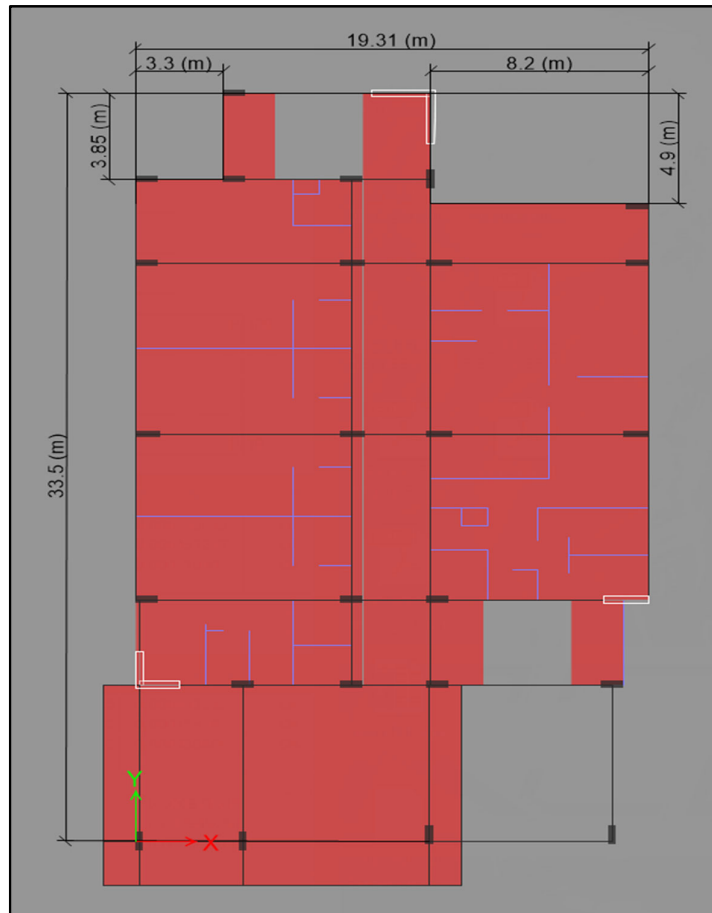
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2.3. Verificación de la Irregularidad por Esquinas Entrantes

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 90

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 150

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

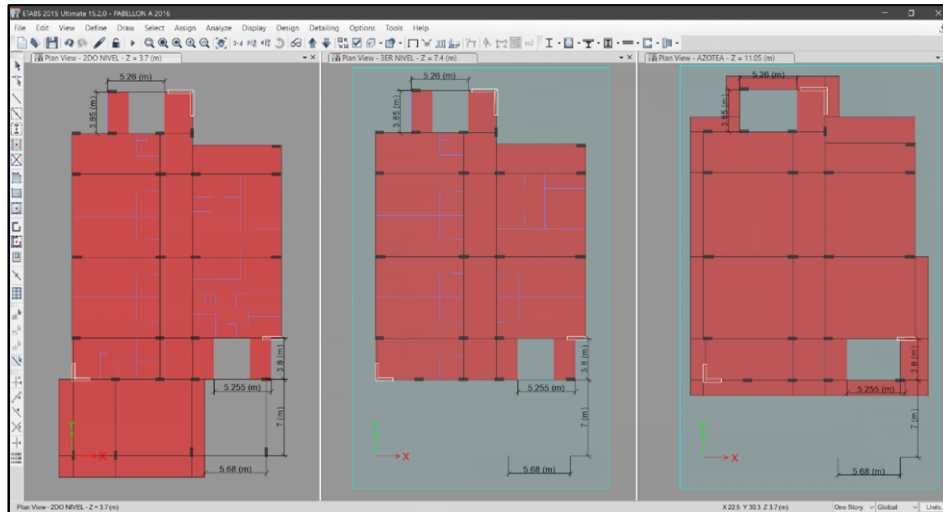
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2.4. Verificación de la Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 91

Discontinuidad en Diafragmas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 151

Condición 01: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma Pab. A

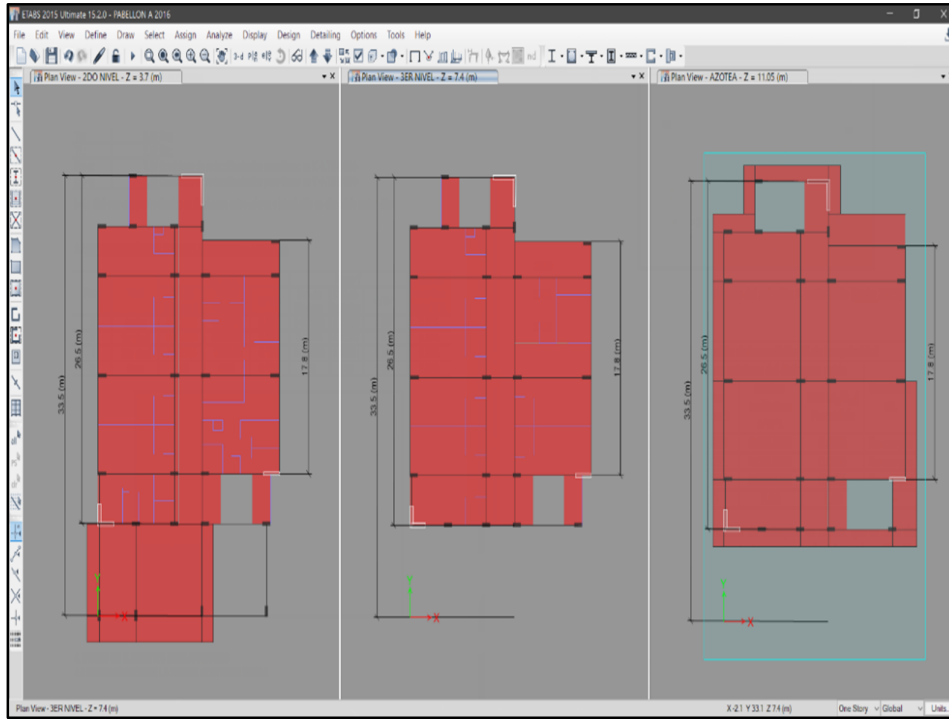
Nivel	Área Total del diafragma (m ²)	Aberturas (m ²)	Porcentaje de la abertura	Condición 01
Azotea	574.82	40.22	7.00 %	No cumple
2do nivel	455.24	40.22	8.83 %	No cumple
1er nivel	576.38	79.98	13.88 %	No cumple
Base	---	---	---	---

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

Dirección de análisis X-X

Figura A. 92

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 152

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

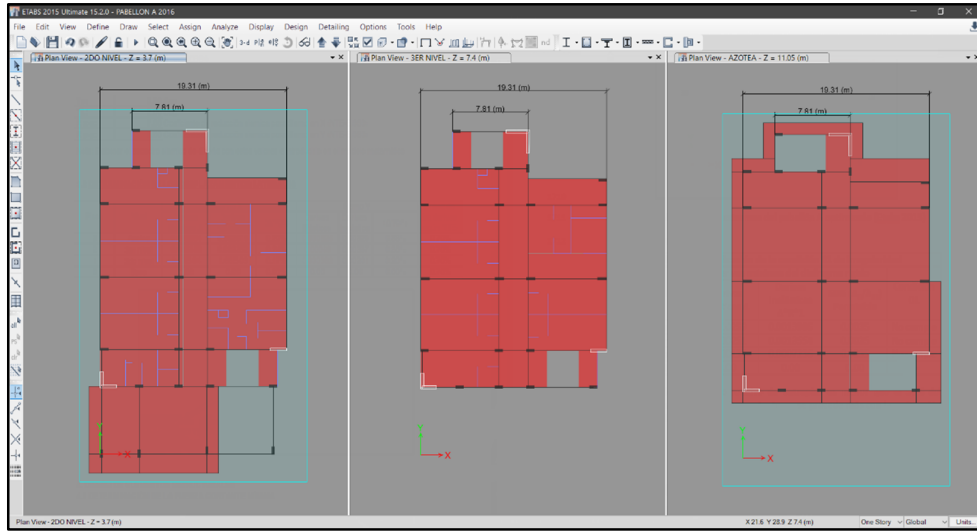
Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	26.50	17.80	67.17 %	No cumple
2do nivel	26.50	17.80	67.17 %	No cumple
1er nivel	33.50	17.80	53.13 %	No cumple
Base	---	---	---	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 93

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 153

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.

2.5. Verificación de la Irregularidad por Sistemas no Paralelos

Dirección de análisis X-X, Y-Y

El modelo matemático del pabellón A optimizado, 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

Del Paso 9 ítem 3.2.

La NTE E.030 2018, respecto a las restricciones a la irregularidad exige que el pabellón A, por pertenecer a la zona sísmica 2 y ser de categoría A, no contemple ningún tipo de irregularidades. Por lo tanto, se tuvo que levantar las irregularidades del pabellón A para cumplir con dicha exigencia y optimizar el modelo.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R

Se determina.

$$R = R_0 * R_a * R_p \quad (13)$$

Tabla A. 154

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. 155

Definición del factor I_a

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

Fuente: RNE E.030-2018

Tabla A. 156

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	1.00	Irregular	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. 157

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. 158

Definición del coeficiente de reducción sísmica R

Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
Ia	1.00	Ia	1.00
Ip	1.00	Ip	1.00
Ro	7.00	Ro	7.00
Rx-x	7.00	Ry-y	7.00

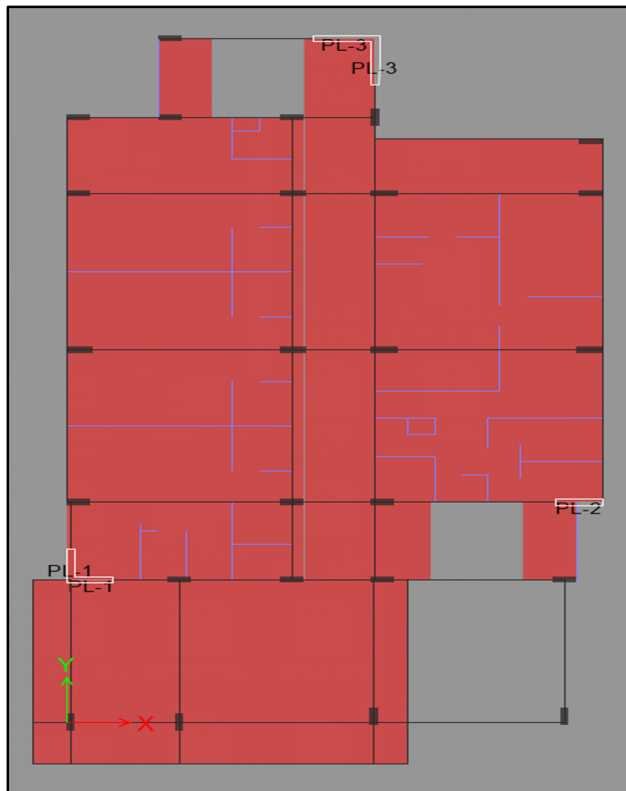
ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 11 Modelos para análisis de Edificios

Se realiza el modelo matemático de Pabellón A óptimo el cual presenta variaciones en sus elementos estructurales como se muestra en las figuras A.94 y figura A.95:

Figura A. 94

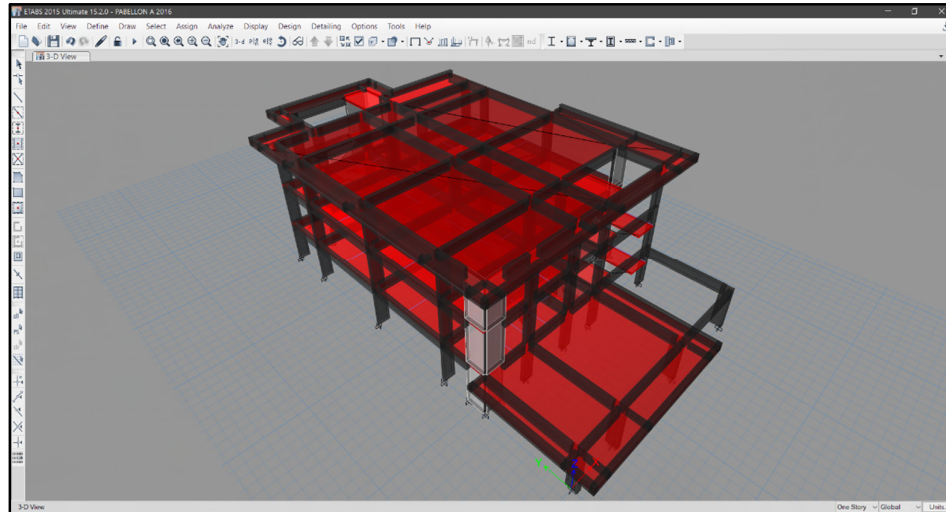
Estructuración General Modelo Optimizado, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 95

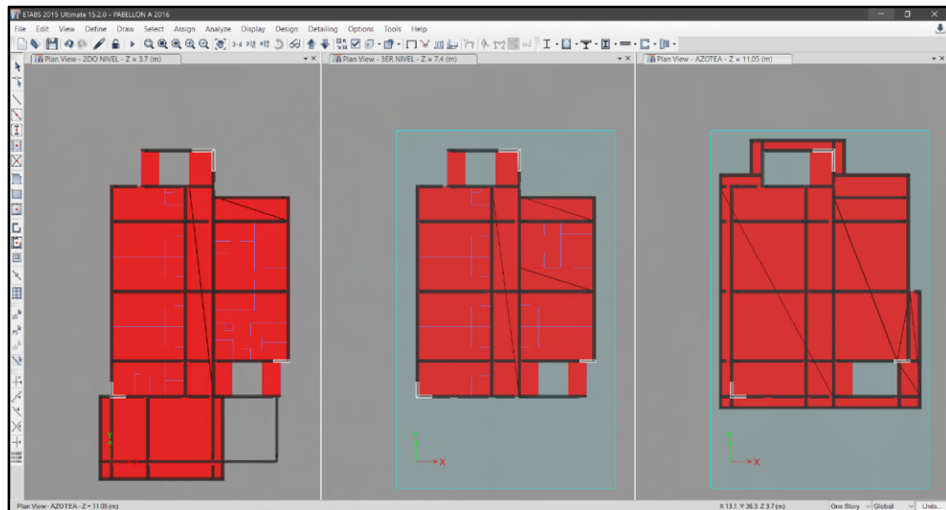
Estructuración General Modelo Optimizado, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 96

Modelo Matemático Optimizado Plantas, Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

Paso 12 Calculo del peso sísmico efectivo P

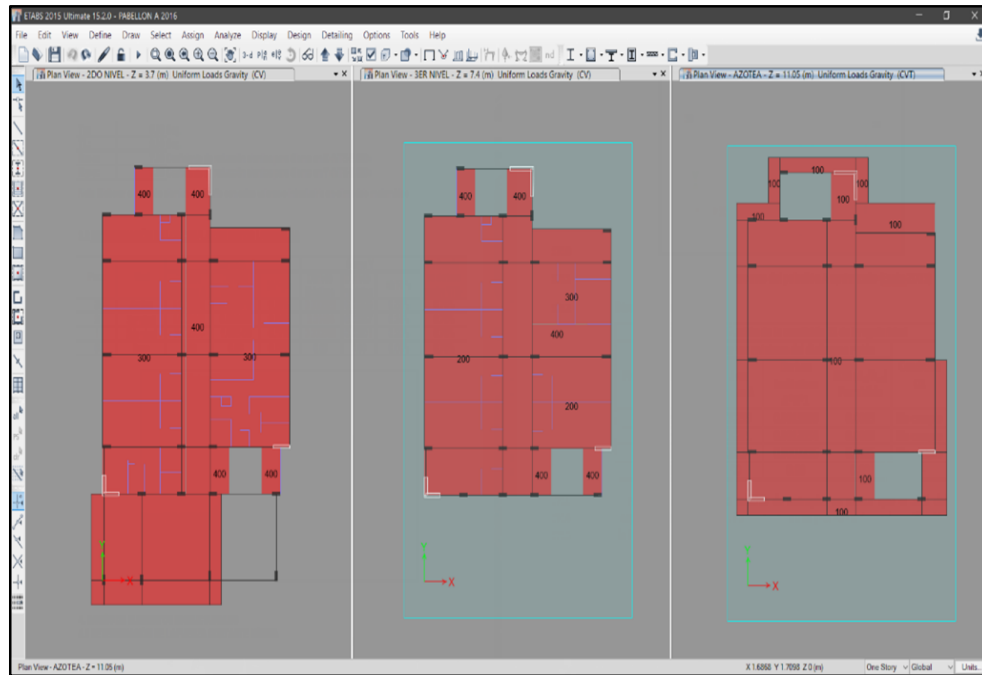
1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida

Según las disposiciones de la Norma E.020 (Ver Paso 12 del ítem 3.2.)

Figura A. 97

Cargas Vivas Distribuidas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

1.2. Carga Muerta Repartida

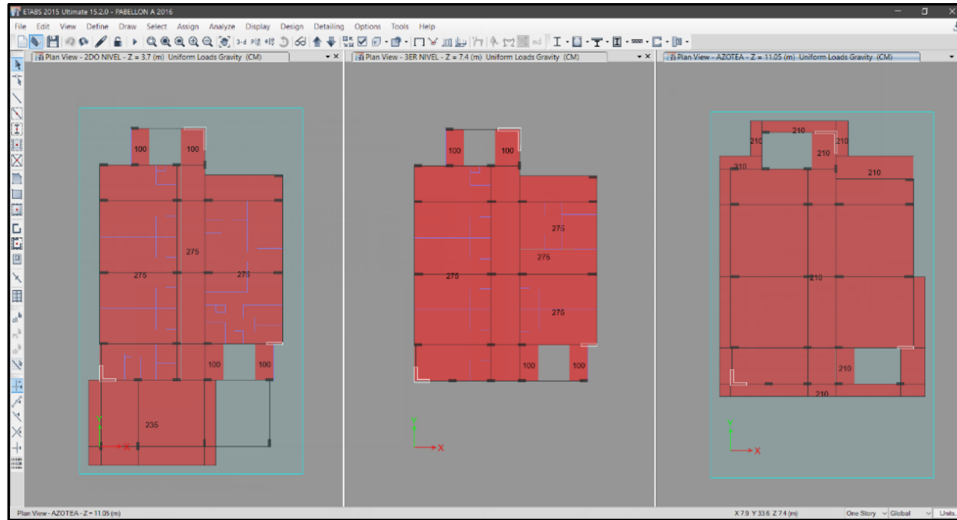
Tabla A. 159

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. 98

Cargas Muertas Distribuidas Pab. A



Nota. Fuente: Etabs

1.3. Cargas linealmente distribuidas (Tabiquería)

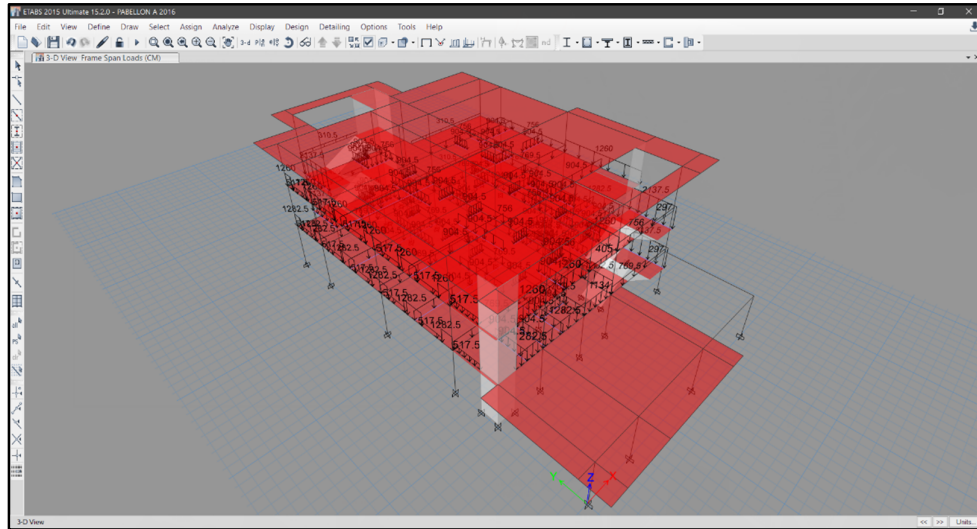
Tabla A. 160

Cargas muertas distribuidas linealmente

Descripción del tabique	Peso equivalente (kg/m ³)	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. 99

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. A

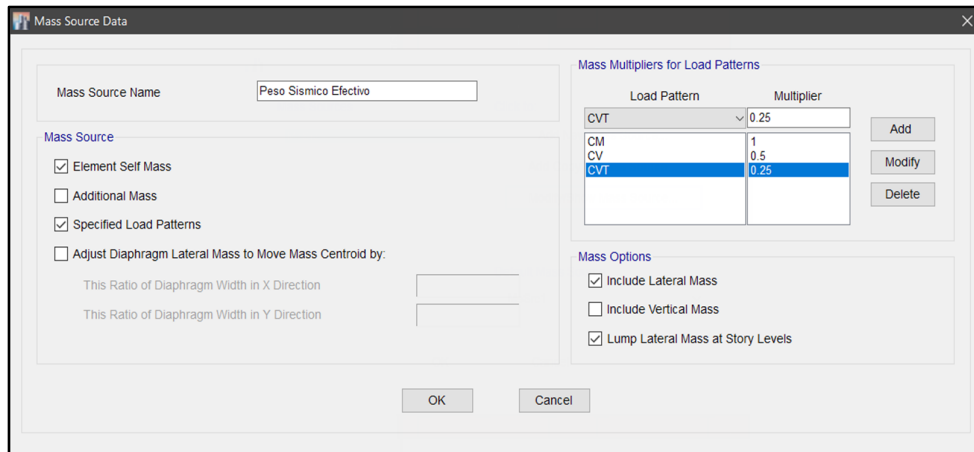


Nota. Fuente: Etabs

1.4. Cálculo del peso sísmico efectivo según la norma

Figura A. 100

Definición del Peso Sísmico Efectivo



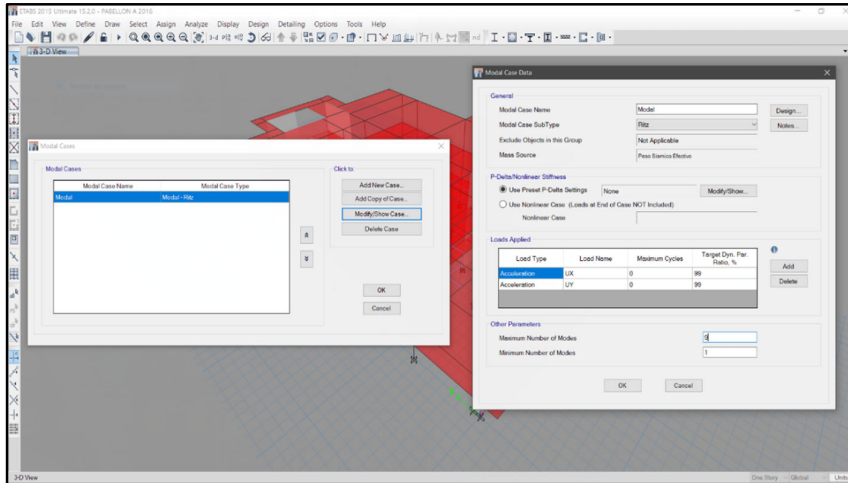
Nota. Fuente: Etabs

Paso 13 Análisis Dinámico

1. Determinación de los modos de Vibración

Figura A. 101

Definición de los Modos de Vibración

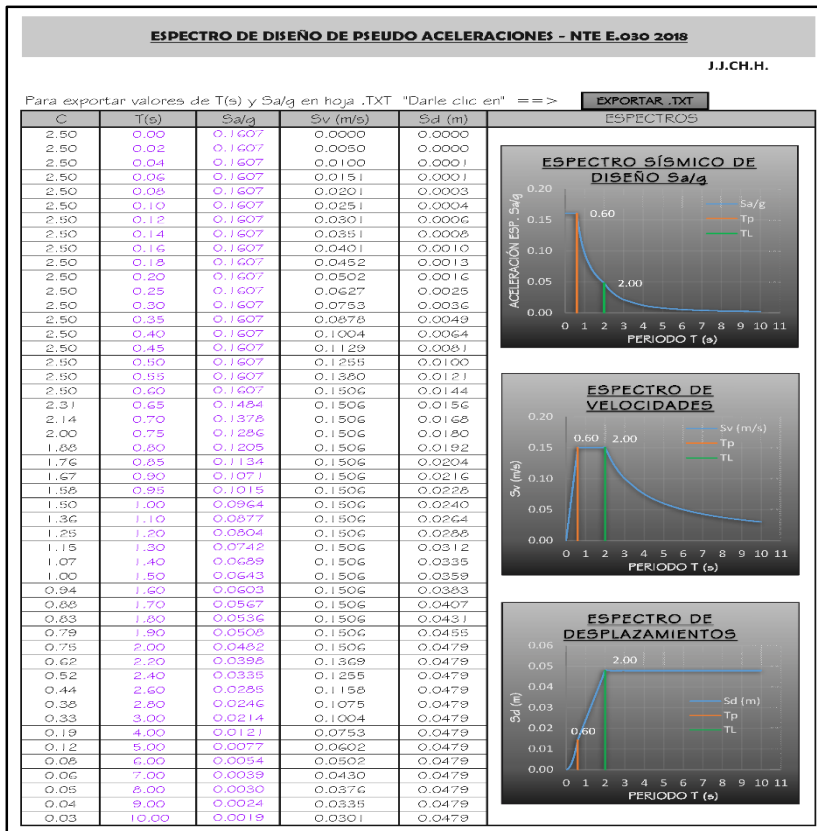


Nota. Fuente: Etabs

2. Calcular el Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Figura A. 102

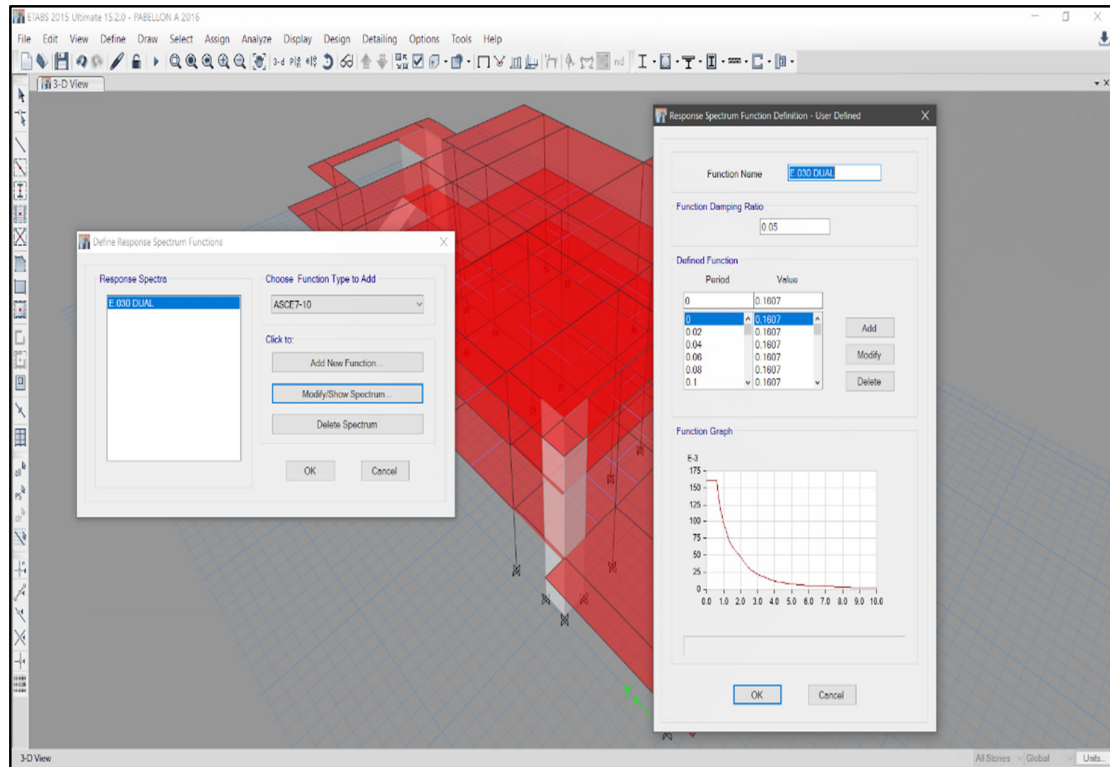
Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. X-X, Y-Y



Inserción del espectro en Etabs .

Figura A. 103

Asignación del Espectro Sísmico al Modelo



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. 104

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. X-X

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:** Load Case Name: SD-XX; Load Case Type: Response Spectrum; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: Previous (Peso Sísmico Efectivo).
- Loads Applied:** A table with 4 columns: Load Type, Load Name, Function, and Scale Factor.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 DUAL	9806.65
Acceleration	U3	E.030 DUAL	6537.77
- 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; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 105

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. Y-Y

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

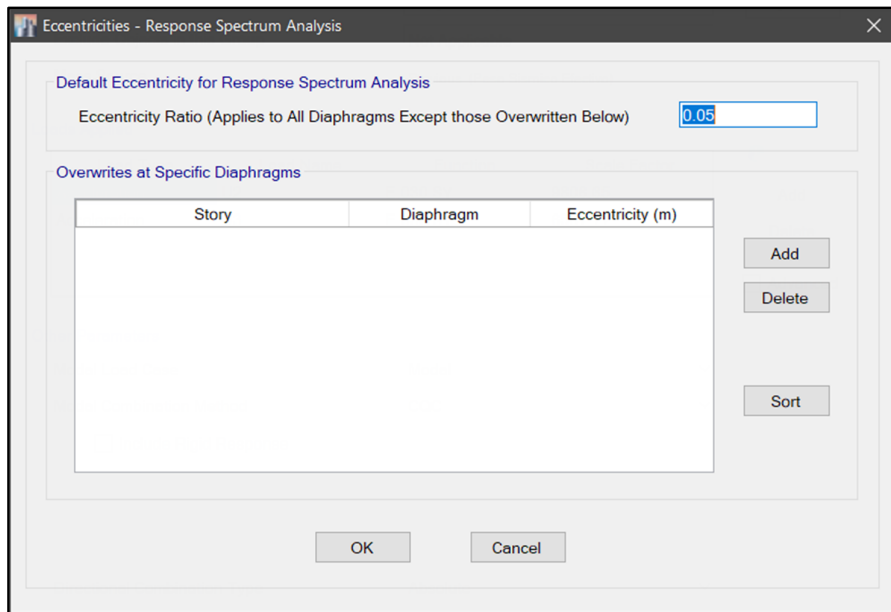
- General:** Load Case Name: SD-YY; Load Case Type: Response Spectrum; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: Previous (Peso Sísmico Efectivo).
- Loads Applied:** A table with 4 columns: Load Type, Load Name, Function, and Scale Factor.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030 DUAL	9806.65
Acceleration	U3	E.030 DUAL	6537.77
- 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; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 106

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. 161

Masa modal participativa total

Case	Item Type	Item	Dynamic %	> 90%
Modal	Acceleration	UX	99.71	OK
Modal	Acceleration	UY	99.96	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	OK

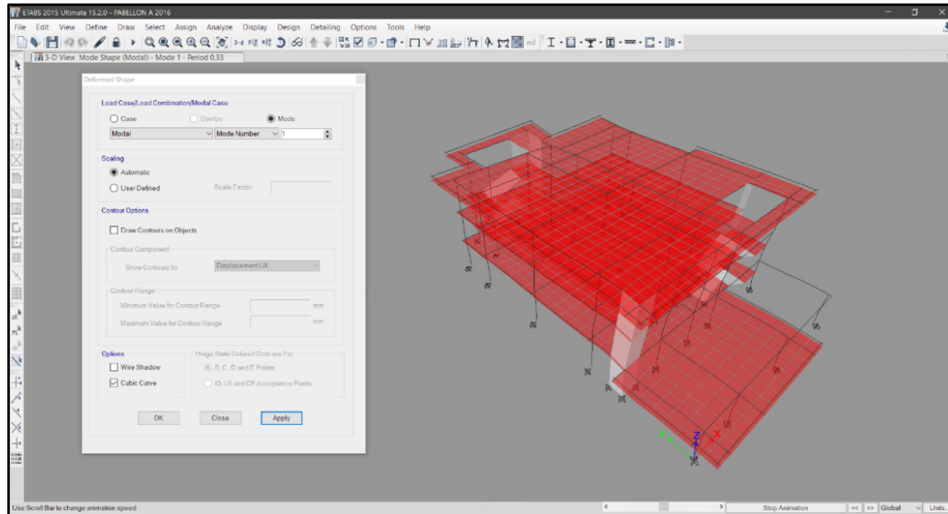
Tabla A. 162

Masa modal participativa disgregada

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.330	0.03	0.72	0	0.03	0.72	0.00	0.00
Modal	2	0.258	0.75	0.03	0	0.78	0.75	0.35	0.00
Modal	3	0.217	0.01	0.00	0	0.79	0.75	0.31	0.74
Modal	4	0.103	0.01	0.18	0	0.80	0.94	0.00	0.74
Modal	5	0.081	0.14	0.02	0	0.94	0.95	0.00	0.78
Modal	6	0.064	0.02	0.00	0	0.95	0.96	0.01	0.95
Modal	7	0.052	0.01	0.04	0	0.96	1.00	0.01	0.95
Modal	8	0.038	0.04	0.00	0	1.00	1.00	0.01	0.95
Modal	9	0.029	0.00	0.00	0	1.00	1.00	0.01	0.95

Figura A. 107

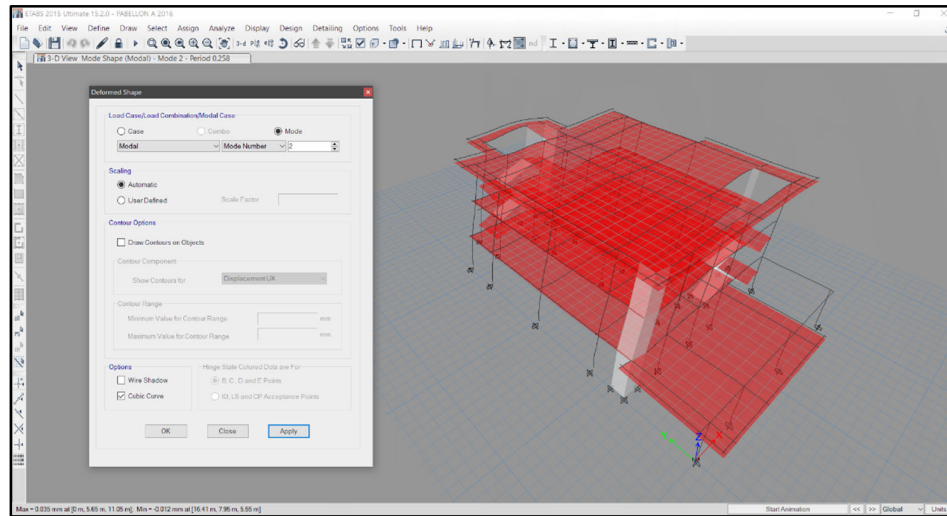
Deformada Para el Primer Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 108

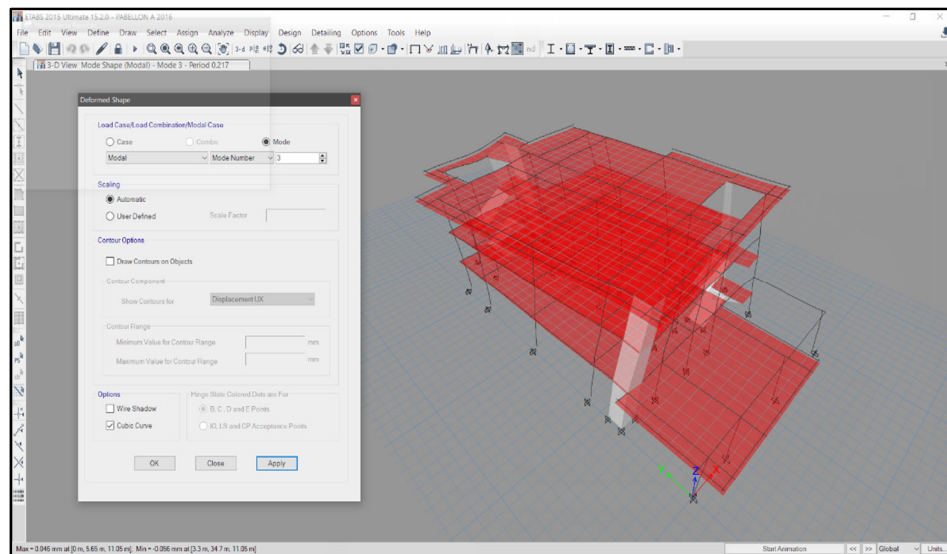
Deformada Para el Segundo Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 109

Deformada Para el Tercer Modo de Vibración



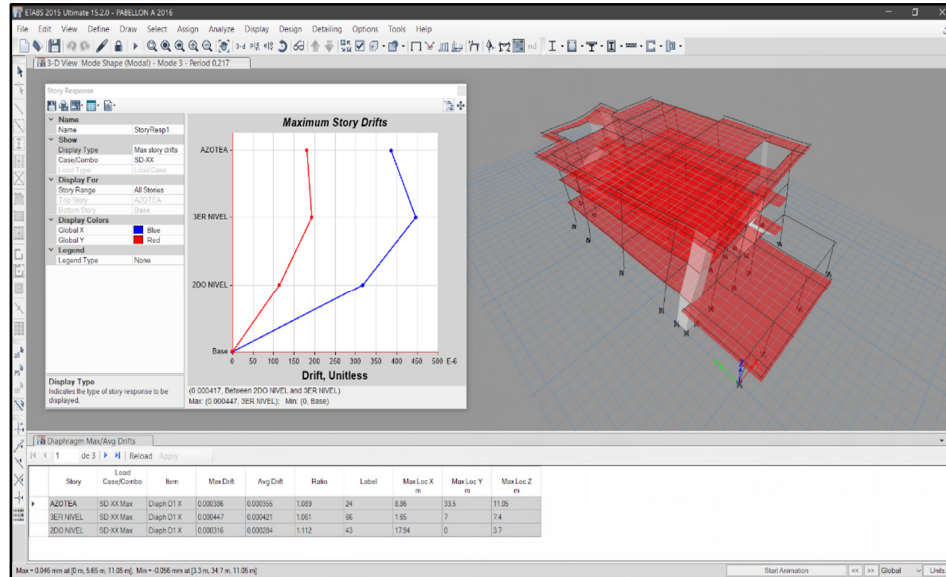
Nota. Fuente: Etabs

4.2. Desplazamientos máximos Etabs

Desplazamientos obtenidos de manera visual y en tablas.

Figura A. 110

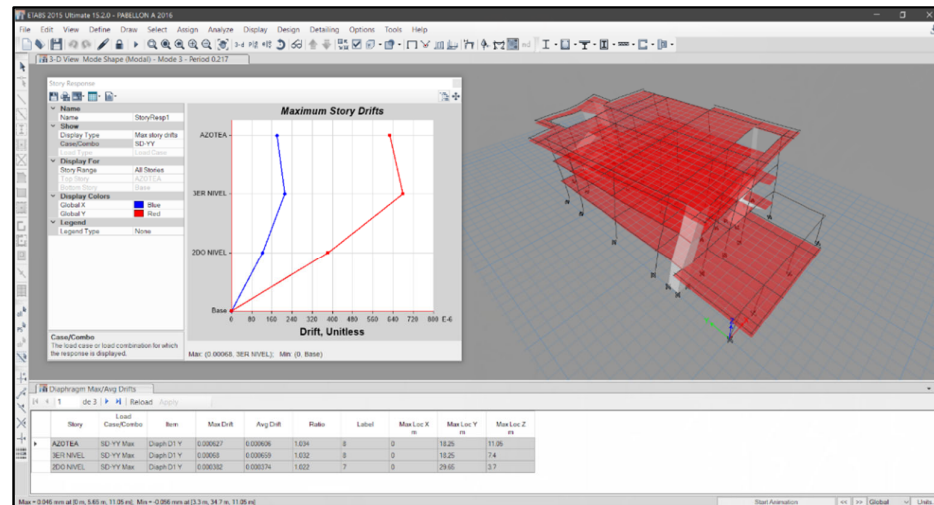
Desplazamientos Máximos en Dirección X-X de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 111

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. 163

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

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	3.86×10^{-4}	2.03×10^{-3}	0.20%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	4.47×10^{-4}	2.35×10^{-3}	0.23%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	3.16×10^{-4}	1.66×10^{-3}	0.17%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Dirección de análisis Y-Y

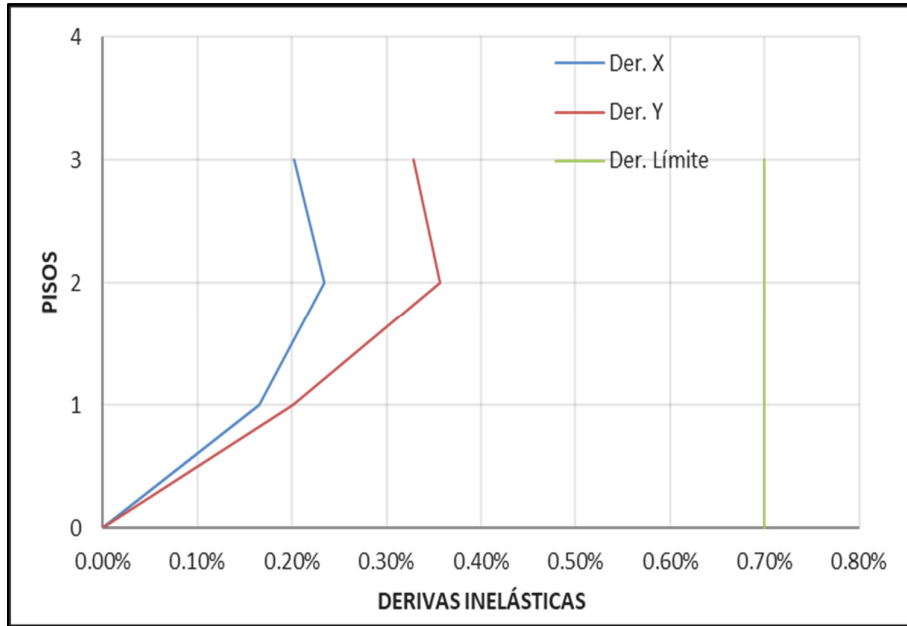
Tabla A. 164

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

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	6.27×10^{-4}	3.29×10^{-3}	0.33%	0.70%	Cumple
2	3er nivel	6.80×10^{-4}	3.57×10^{-3}	0.36%	0.70%	Cumple
1	2do nivel	3.82×10^{-4}	2.01×10^{-3}	0.20%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Figura A. 112

Gráfica de Derivas Inelásticas del Pab. "A"



3.2. MODELAMIENTO MATEMÁTICO ÓPTIMO DEL PABELLÓN "B"

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO

Paso 1 Factor de Zona Z

Del ítem 3.2.

Tabla A. 165

Definición del Factor de Zona Pab. B

ZONA	Z
2	0.25

Fuente: RNE. E.030-2018

Paso 2 Perfil de Suelo

Del ítem 3.2.

Tabla A. 166

Definición del Perfil de Suelo

PERFIL	TIPO
Suelos Intermedios	S ₂

Fuente: RNE. E.030-2018

Paso 3 Parámetros de Sitio S, Tp y TL

Del ítem 3.2.

Tabla A. 167

Definición del Factor de Suelo

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	S
S ₂	SUELOS INTERMEDIOS	1.20

Fuente: RNE. E.030-2018

Tabla A. 168

Definición de los Periodos "TP" Y "TL"

TIPO	DESCRIPCIÓN	T_P	T_L
S2	SUELOS INTERMEDIOS	0.6	2.0

Fuente: RNE. E.030-2018

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

Se realizó según el Paso 4 ítem 3.2.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

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

Del Paso 5 ítem 3.2.

Tabla A. 169*Definición de la Categoría de edificación.*

CATEGORÍA	U
"A1" Edificaciones Esenciales	1.50

Fuente: RNE. E.030-2018**Paso 6 Sistema Estructural****Tabla A. 170***Definición del Sistema Estructural*

MATERIAL PREDOMINANTE	TIPO
Concreto Armado	Dual
Concreto Armado	Muros Estructurales

Fuente: RNE. E.030-2018**Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0** **Tabla A. 171***Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis X-X*

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	X-X	206,023.07	68.34 %
Columnas	X-X	95,449.91	31.66 %
Total	X-X	301,472.98	100.00 %

Fuente: RNE. E.030-2018**Tabla A. 172***Fuerza cortante resistida en la dirección de análisis Y-Y*

Elemento Estructural	Dirección de Análisis	Fuerza Cortante (Kg)	Fuerza Cortante (%)
Placas	Y-Y	258,087.12	83.92 %
Columnas	Y-Y	49,463.86	16.08 %
Total	Y-Y	307,550.98	100.00 %

Fuente: RNE. E.030-2018

Tabla A. 173

Definición del Coeficiente Básico de Reducción Sísmico

DIRECCIÓN DE ANÁLISIS	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
X-X	Concreto Armado: Dual	7.00
Y-Y	Concreto Armado: De Muros Estructurales	6.00

Fuente: RNE. E.030-2018

Paso 8 Factor de Irregularidad I_a, I_p

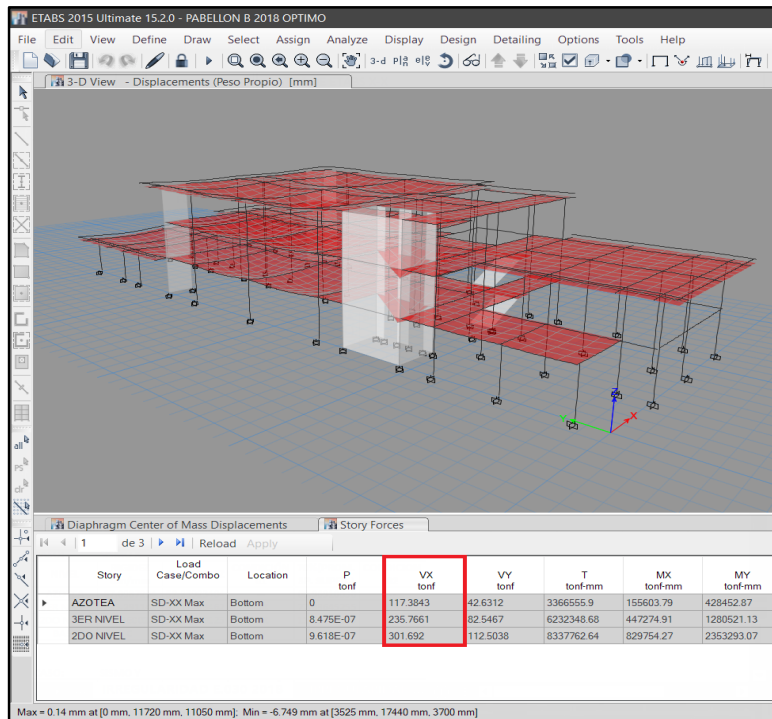
1. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN ALTURA

1.1. Verificación de la Irregularidad de rigidez – Piso Blando

Dirección de análisis X-X

Figura A. 113

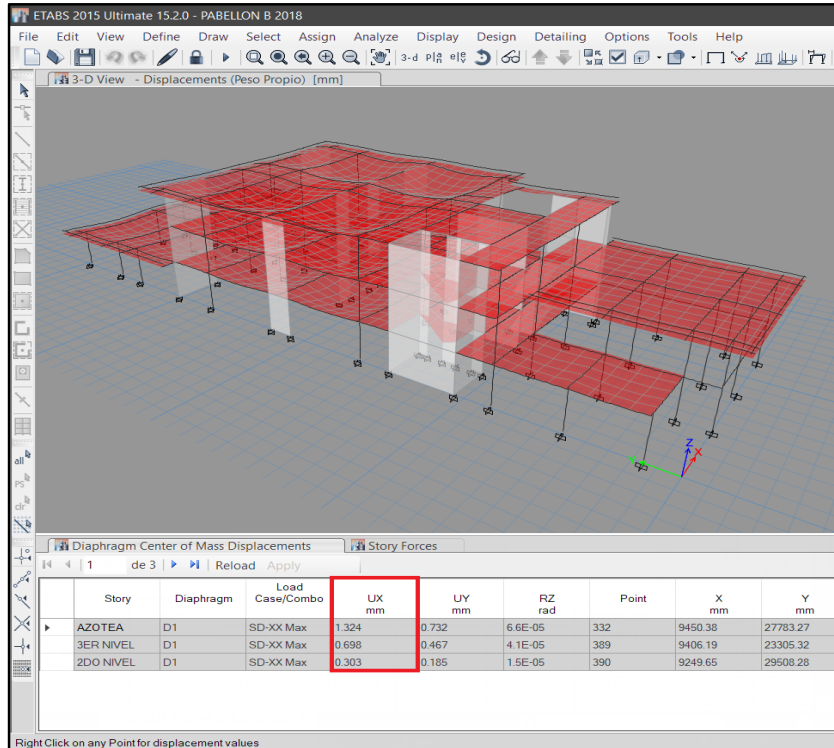
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 114

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 174

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	117.38	2.30	0.98	120.02	84.02	---
2do nivel	3,700.00	235.77	1.33	0.81	290.71	203.50	ok
1er nivel	3,700.00	301.69	0.52	0.52	585.81	410.07	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Fuente: RNE. E.030-2018

Tabla A. 175

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro Masas. (mm)	Desplazamiento relativo del C. lasas. (mm)	Rigidez C. (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	117.38	2.30	0.98	120.02	96.02	---
2do nivel	3,700.00	235.77	1.33	0.81	290.71	164.29	ok
1er nivel	3,700.00	301.69	0.52	0.52	585.81	265.75	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

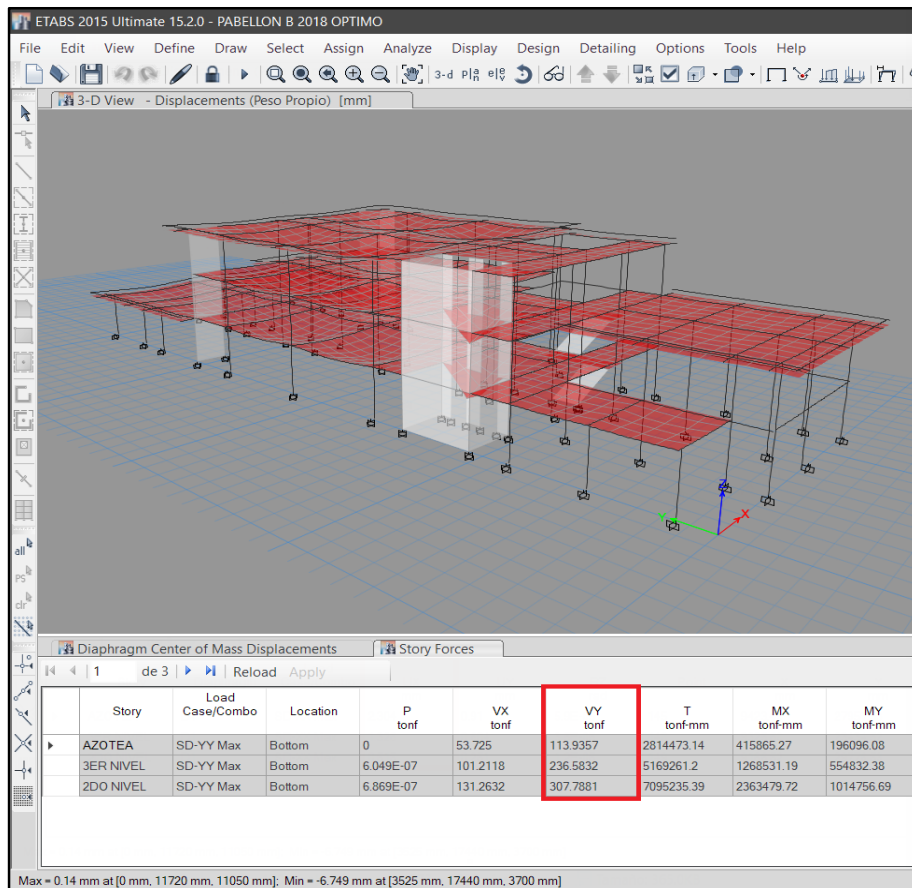
Fuente: RNE. E.030-2018

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 115

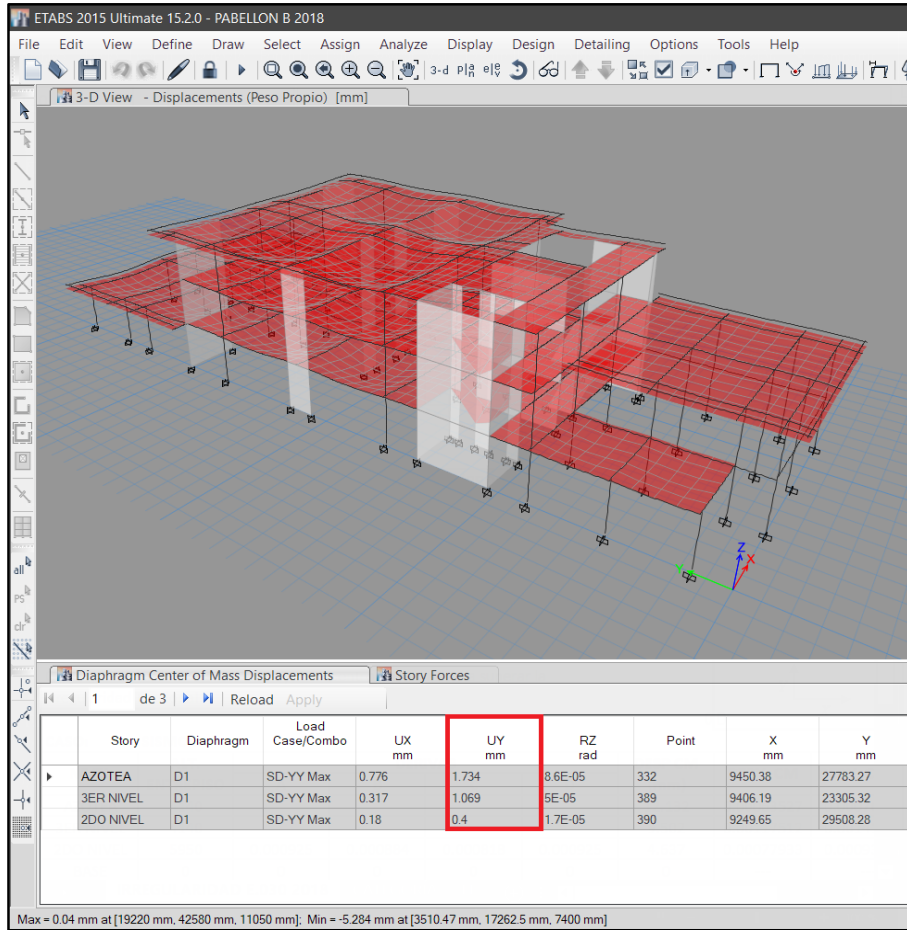
Fuerzas Cortantes de Entrepiso dir. Y-Y, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 116

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 176

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	113.94	2.88	1.03	110.19	77.13	---
2do nivel	3,700.00	236.58	1.85	1.13	210.11	147.08	ok
1er nivel	3,700.00	307.79	0.72	0.72	428.08	299.65	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Nota. Fuente: RNE. E.030-2018

Tabla A. 177

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas. (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	80% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	117.38	2.30	0.98	120.02	88.15	---
2do nivel	3,700.00	235.77	1.33	0.81	290.71	128.12	ok
1er nivel	3,700.00	301.69	0.52	0.52	585.81	199.57	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Nota. Fuente: RNE. E.030-2018

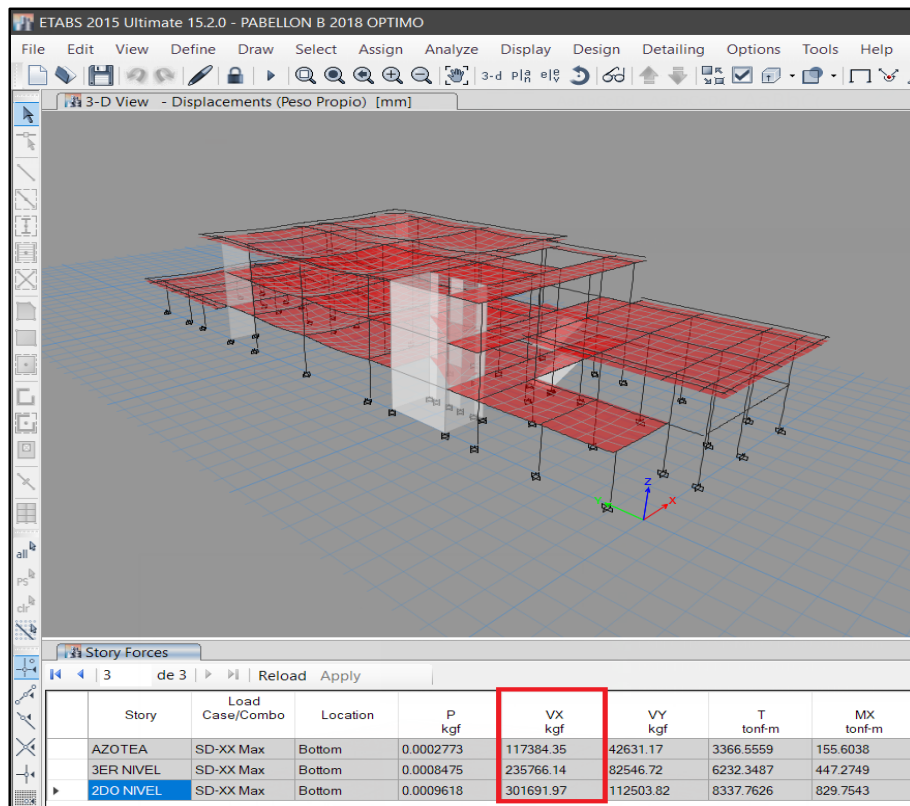
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

1.2. Verificación de la Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Dirección de análisis X-X

Figura A. 117

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 178

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

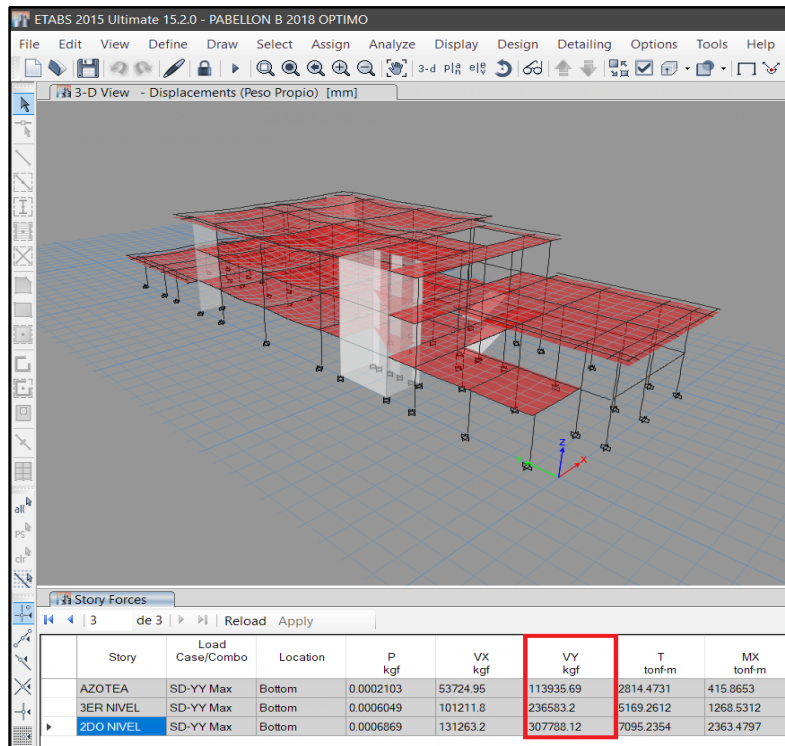
Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	117,384.35	93,907.48	No cumple
2do nivel	235,766.14	188,612.91	No cumple
1er nivel	301,691.97	241,353.58	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 118

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 179*Irregularidad de Resistencia – Piso débil dir. Y-Y, Pab. B*

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(80%)	Condición
Azotea	113,935.69	91,148.55	No cumple
2do nivel	236,583.20	189,266.56	No cumple
1er nivel	307,788.12	246,230.50	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

1.3. Verificación de la Irregularidad Extrema de rigidez

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 180*Condición 01: Irregularidad Extrema de Rigidez dir. X-X, Pab. B*

Nivel	Altura de entepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	117.38	2.30	0.98	120.02	72.01	---
2do nivel	3,700.00	235.77	1.33	0.81	290.71	147.43	ok
1er nivel	3,700.00	301.69	0.52	0.52	585.81	351.53	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 181*Condición 02: Irregularidad Extrema de rigidez dir. X-X, Pab. B*

Nivel	Altura de entepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas. (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	117.38	2.30	0.98	120.02	84.02	---
2do nivel	3,700.00	235.77	1.33	0.81	290.71	143.76	ok
1er nivel	3,700.00	301.69	0.52	0.52	585.81	232.53	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. 182

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	60% Rigidez (Ton/mm)	Condición 01
Azotea	3,650.00	113.94	2.88	1.03	110.19	66.11	---
2do nivel	3,700.00	236.58	1.85	1.13	210.11	126.07	ok
1er nivel	3,700.00	307.79	0.72	0.72	428.08	256.85	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

Tabla A. 183

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

Nivel	Altura de entrepiso (mm)	Fuerza Cortante (Ton)	Desplazamiento del Centro de Masas. (mm)	Desplazamiento Relativo del C. de Masas. (mm)	Rigidez (Ton/mm)	70% Rigidez promedio (Ton/mm)	Condición 02
Azotea	3,650.00	113.94	2.88	1.03	110.19	77.13	---
2do nivel	3,700.00	236.58	1.85	1.13	210.11	112.10	ok
1er nivel	3,700.00	307.79	0.72	0.72	428.08	174.62	ok
Base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	---

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

1.4. Verificación de la Irregularidad Extrema de Resistencia

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 184

Irregularidad Extrema de Resistencia dir. X-X, Pab. B

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	117,384.35	76,299.83	No cumple
2do nivel	235,766.14	153,247.99	No cumple
1er nivel	301,691.97	196,099.78	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 185

Irregularidad Extrema de Resistencia dir. Y-Y, Pab. B

Nivel	Fuerza Cortante (kg)	Fuerza Cortante*(65%)	Condición
Azotea	113,935.69	74,058.20	No cumple
2do nivel	236,583.20	153,779.08	No cumple
1er nivel	307,788.12	200,062.28	No cumple
Base	0.00	0.00	---

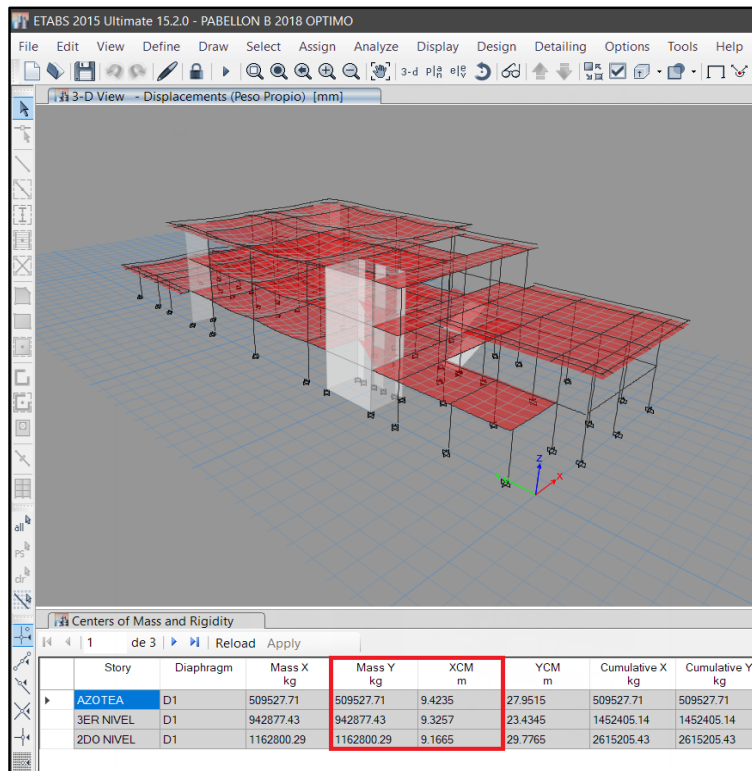
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

1.5. Verificación de la Irregularidad de Masa o Peso

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 119

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 186

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

Nivel	Masa (kg)	Masa*1.5 (kg)	Condición
Azotea	509,527.71	764,291.57	No cumple
2do nivel	943,125.88	1,414,688.82	No cumple
1er nivel	1,160,543.69	1,740,815.54	No cumple
Base	0.00	0.00	---

Fuente:

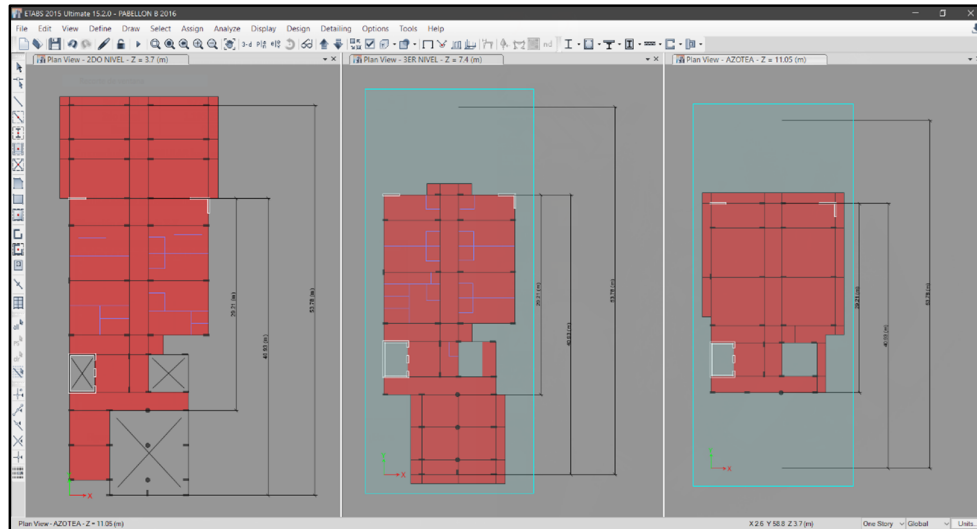
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

1.6. Verificación de la Irregularidad Geométrica Vertical

Dirección de análisis X-X

Figura A. 120

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 187

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

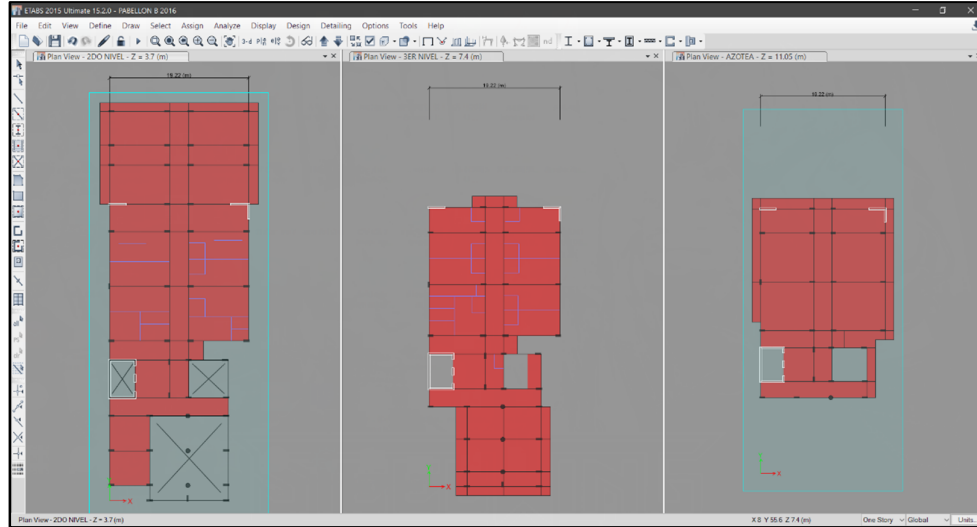
Nivel	Dimensión Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	29.21	37.97	No cumple
2do nivel	40.93	53.21	No cumple
1er nivel	53.78	69.91	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 121

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 188

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

Nivel	Dimensión		
	Resistente en planta (A)	(A)*1.3	Condición
Azotea	19.40	25.22	No cumple
2do nivel	19.40	25.22	No cumple
1er nivel	19.40	25.22	No cumple
Base	0.00	0.00	---

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

1.7. 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.

1.8. 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.

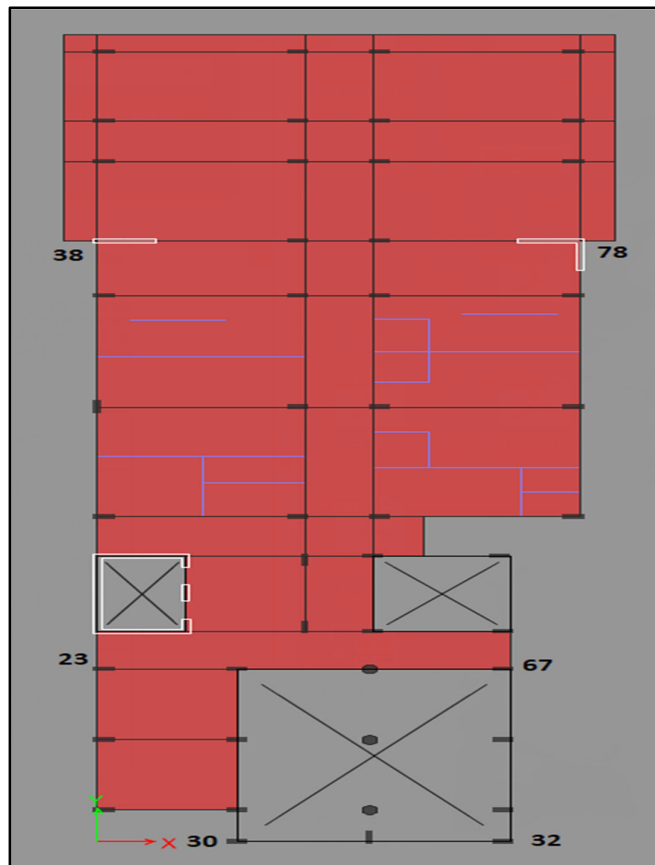
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES EN PLANTA

2.1. Verificación de la Irregularidad Torsional

Figura A. 122

Nudos Extremos Pab. B

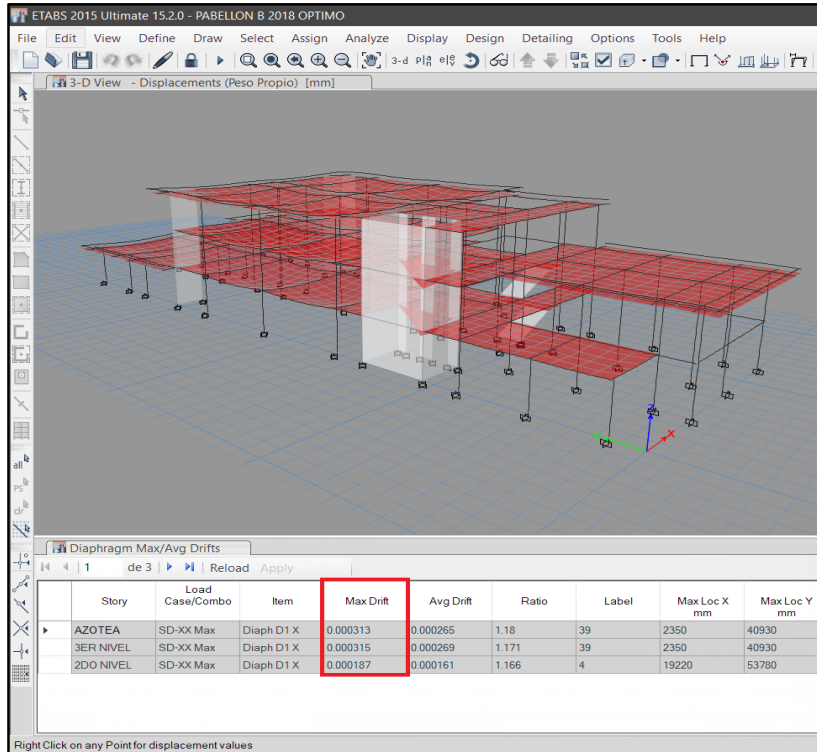


Nota. Fuente: Etabs

Dirección de análisis X-X

Figura A. 123

Derivas Máximas dir. X-X, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 189

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

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta \cdot R \cdot 0.75$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permissible	Condición 01
3	Azotea	3.13×10^{-4}	1.64×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	3.15×10^{-4}	1.65×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.87×10^{-4}	0.98×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00	---

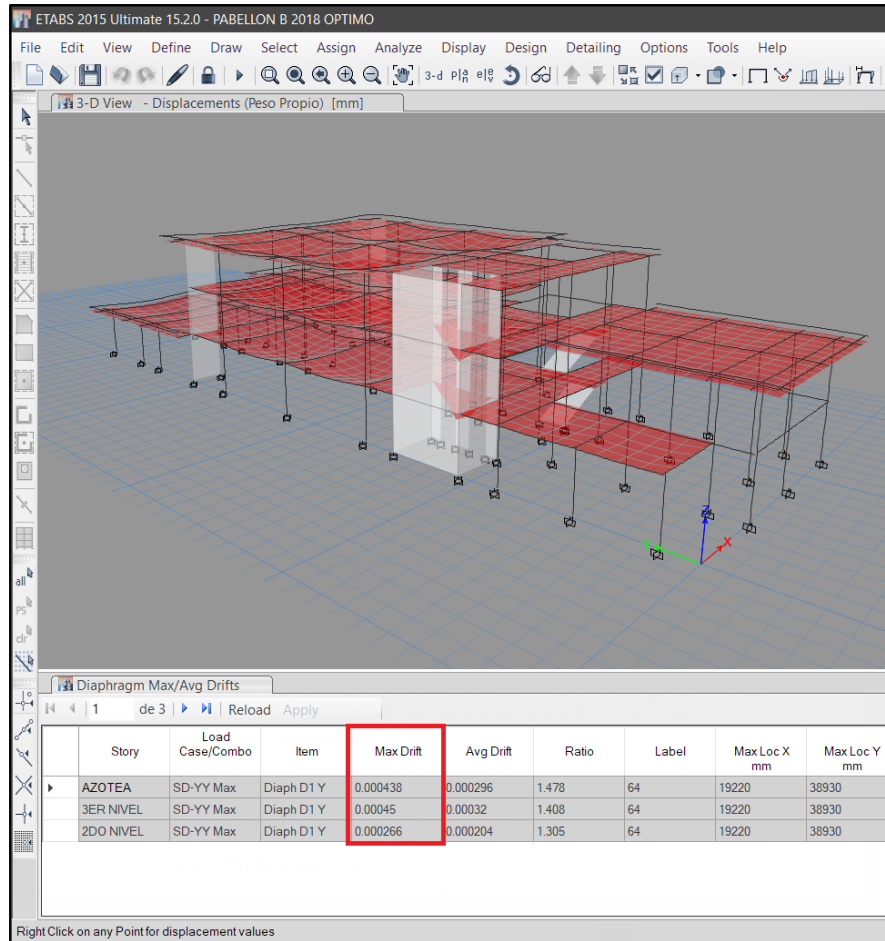
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible. Por no tanto no se procede más con la verificación de irregularidad Torsional.

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 124

Derivas Máximas dir. Y-Y, Pab. B



Fuente: Etabs

Tabla A. 190

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	4.38×10^{-4}	1.97×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	4.50×10^{-4}	2.03×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	2.66×10^{-4}	1.20×10^{-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.

2.2. Verificación de la Irregularidad Torsional Extrema

Dirección de análisis X-X

Tabla A. 191

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

Pisos	Nivel	Derivas elásticas Δ	Derivas inelásticas $\Delta \cdot R \cdot 0.75$	50% (Δ_i / h_{ei}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	3.13×10^{-4}	1.64×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	3.15×10^{-4}	1.65×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	1.87×10^{-4}	0.98×10^{-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. 192

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}) Permisible	Condición 01
3	Azotea	4.38×10^{-4}	1.97×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
2	2do nivel	4.50×10^{-4}	2.03×10^{-3}	3.5×10^{-3}	No cumple
1	1er nivel	2.66×10^{-4}	1.20×10^{-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.

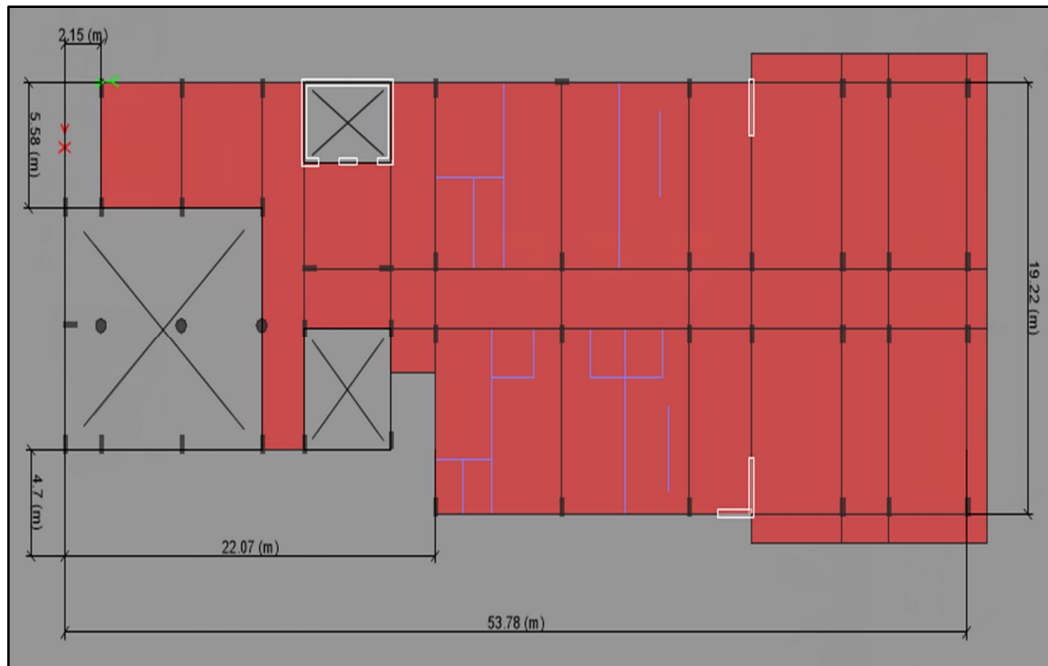
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2.3. Verificación de la Irregularidad por Esquinas Entrantes

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 125

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 193

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 %	53.78	100.00 %	---
5.58	29.03 %	2.15	4.00 %	No cumple
2.80	14.57 %	22.07	41.03 %	No cumple

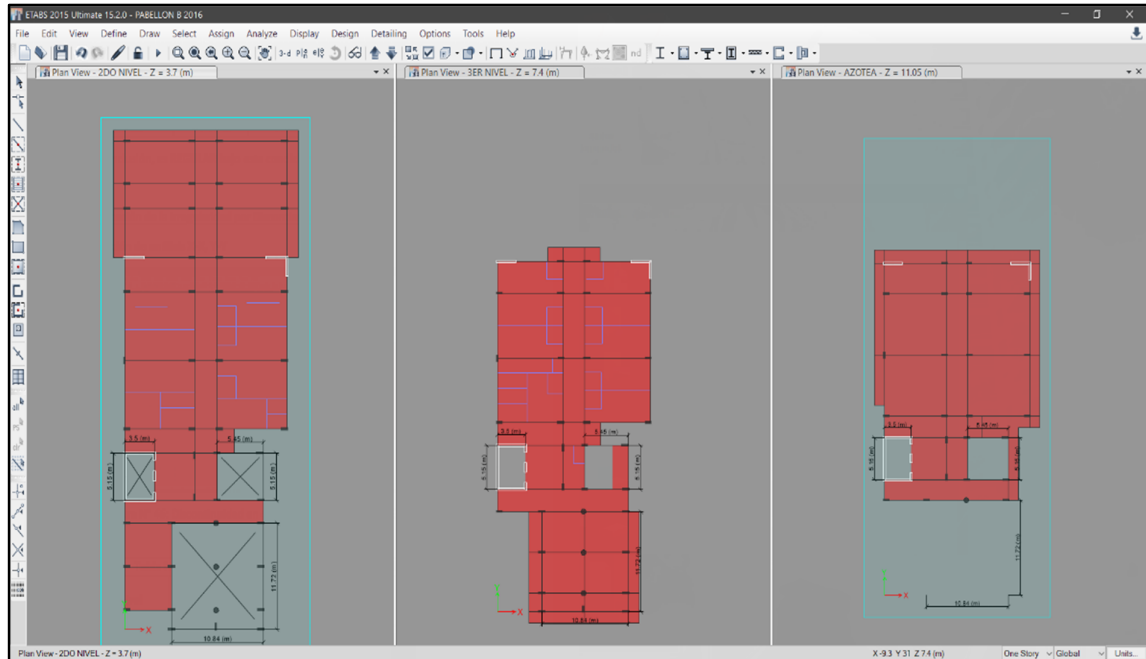
En conclusión, es **REGULAR** bajo esta condición.

2.4. Verificación de la Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Dirección de análisis X-X, Y-Y

Figura A. 126

Discontinuidad en Diafragmas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 194

Condición 01: Irregularidad por discontinuidad del Diafragma Pab. B

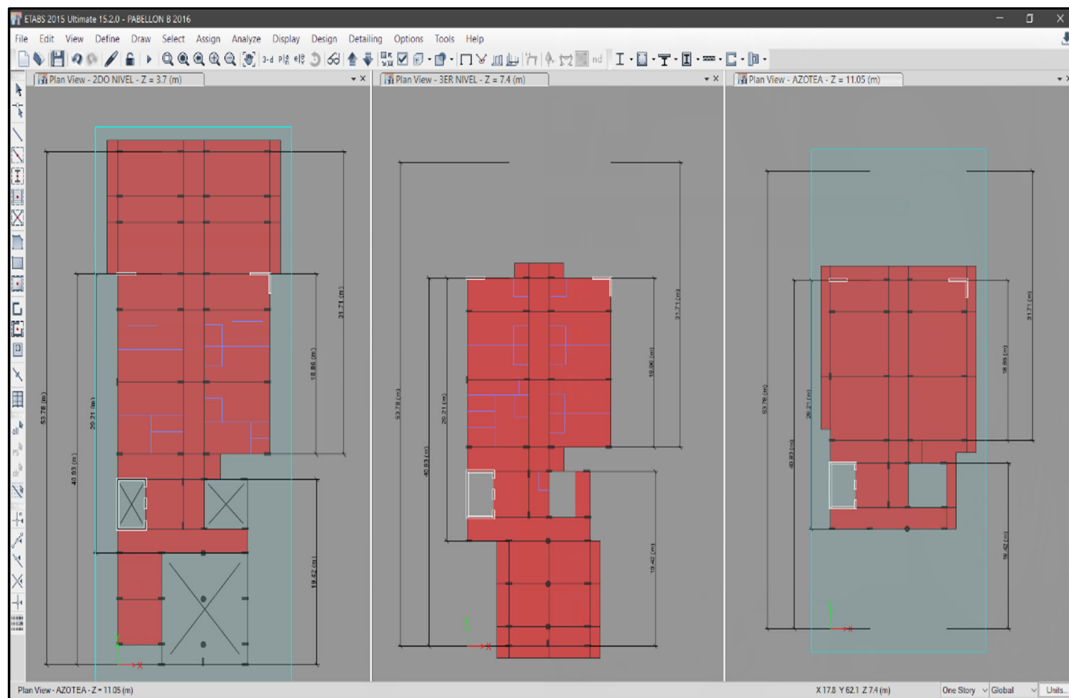
Nivel	Área Total del diafragma (m ²)	Aberturas (m ²)	Porcentaje de la abertura	Condición 01
Azotea	365.28	46.09	12.62 %	No cumple
2do nivel	714.50	46.09	6.45 %	No cumple
1er nivel	1,011.80	173.26	17.12 %	No cumple
Base	---	---	---	---

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

Dirección de análisis X-X

Figura A. 127

Área Neta Resistente Transversal dir. x-x, pab. b



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 195

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

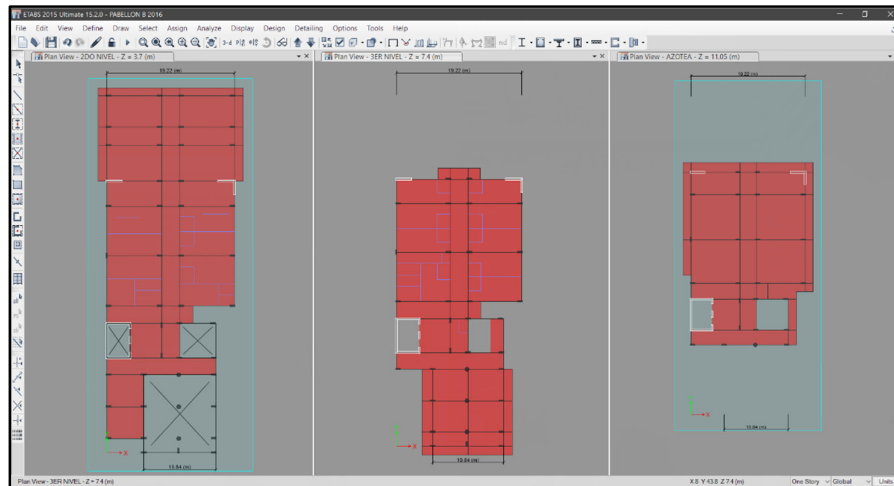
Nivel	Sección resistente total (m)	Sección resistente Neta (m)	Porcentaje de Sección neta	Condición 02
Azotea	29.21	18.86	64.57 %	No cumple
2do nivel	40.93	18.86	46.08 %	No cumple
1er nivel	53.78	31.71	58.96 %	No cumple
Base	---	---	---	---

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

Dirección de análisis Y-Y

Figura A. 128

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



Nota. Fuente: Etabs

Tabla A. 196

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.

2.5. Verificación de la Irregularidad por Sistemas no Paralelos

Dirección de análisis X-X, Y-Y

El modelo matemático del pabellón A optimizado, 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

Del Paso 9 ítem 3.2.

La NTE E.030 2018, respecto a las restricciones a la irregularidad exige que el pabellón A, por pertenecer a la zona sísmica 2 y ser de categoría A, no contemple ningún tipo de irregularidades. Por lo tanto, se tuvo que levantar las irregularidades del pabellón A para cumplir con dicha exigencia y optimizar el modelo.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R

Se determina según la ecuación (13)

$$R = R_0 * R_a * R_p$$

Tabla A. 197

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

Descripción de Irregularidad	Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
	Condición	Factor I_a	Condición	Factor I_a
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. 198

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. 199

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	1.00	Irregular	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. 200

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. 201

Definición del coeficiente de reducción sísmica R

Dirección de análisis X-X		Dirección de análisis Y-Y	
Ia	1.00	Ia	1.00
Ip	1.00	Ip	1.00
Ro	6.00	Ro	7.00
Rx-x	7.00	Ry-y	7.00

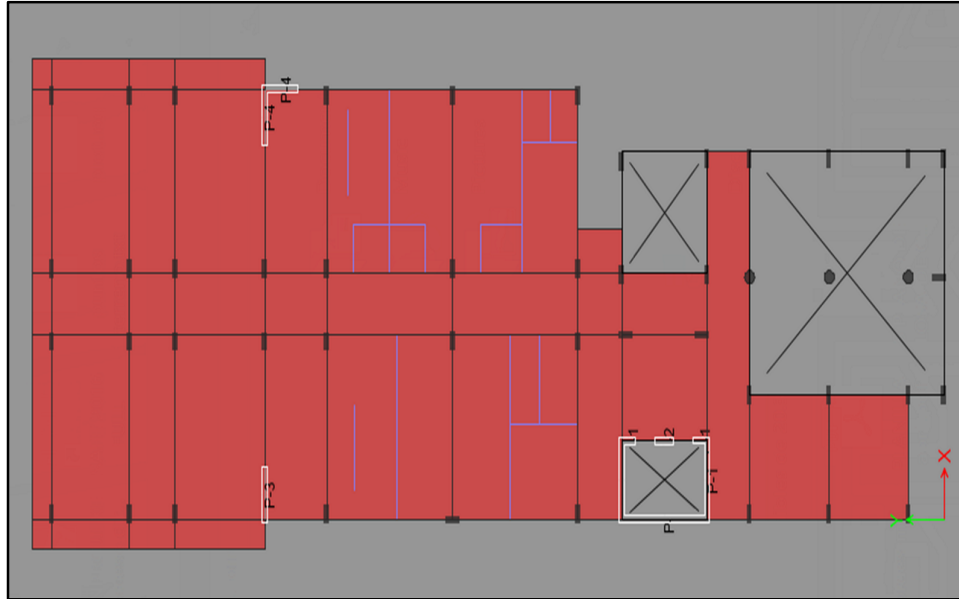
ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 11 Modelos para análisis de Edificios

Se realiza el modelo matemático de Pabellón B óptimo el cual presenta variaciones en sus elementos estructurales como se muestra en las figuras A.129 y figura A.130:

Figura A. 129

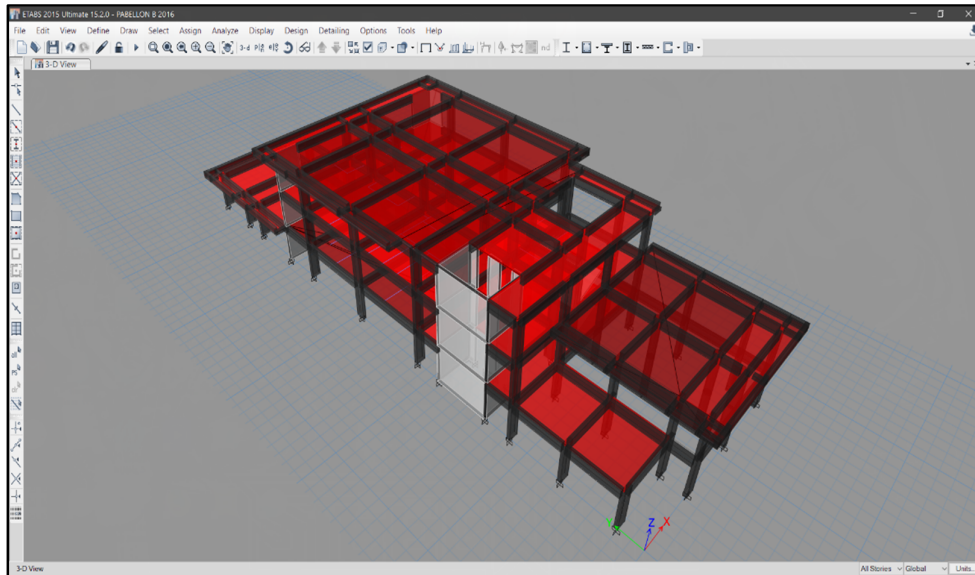
Estructuración General Modelo Optimizado, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 130

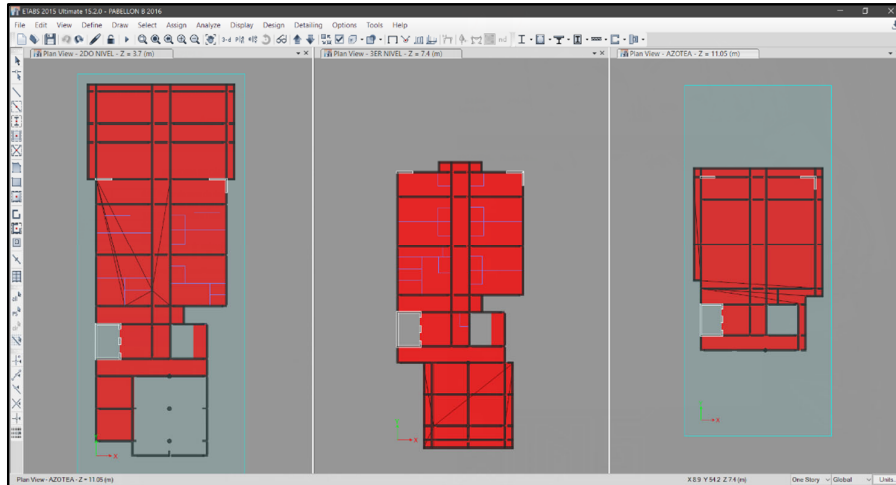
Modelo Matemático Optimizado 3D, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 131

Modelo Matemático Optimizado Plantas, Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

Paso 12 Calculo del peso sísmico efectivo P

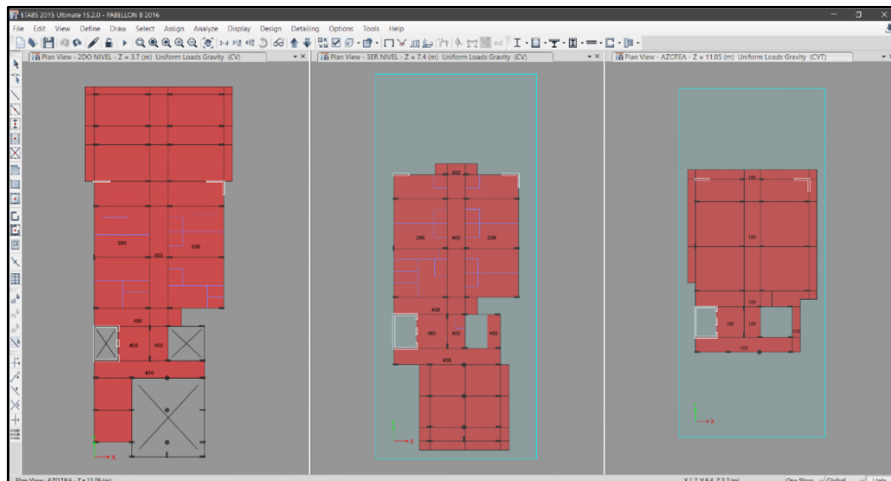
1. Definición Y Asignación De Patrones De Carga

1.1. Carga Viva Mínima Repartida

Según las disposiciones de la Norma E.020 (Ver Paso 12 del ítem 3.2.)

Figura A. 132

Cargas Vivas Distribuidas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

1.2. Carga Muerta Repartida

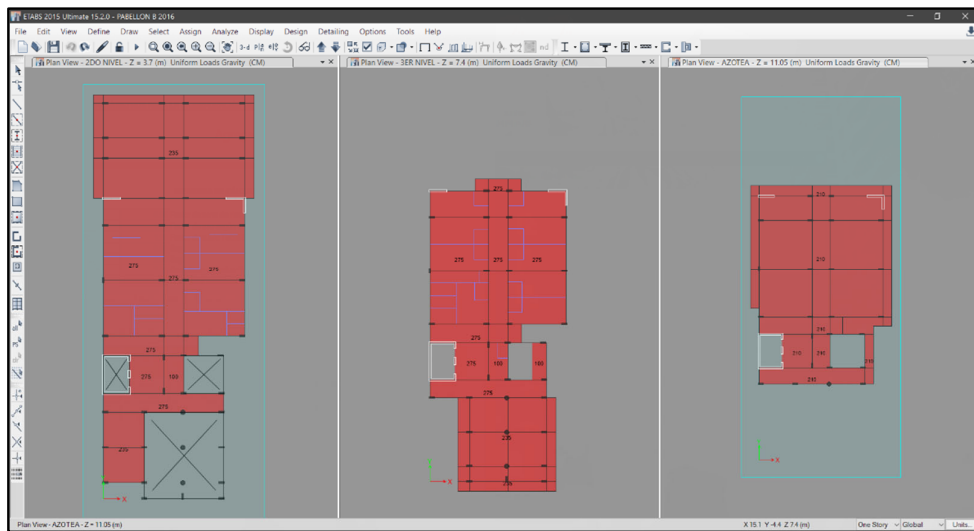
Tabla A. 202

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. 133

Cargas Vivas Distribuidas Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

1.3. Cargas linealmente distribuidas (Tabiquería)

Tabla A. 203

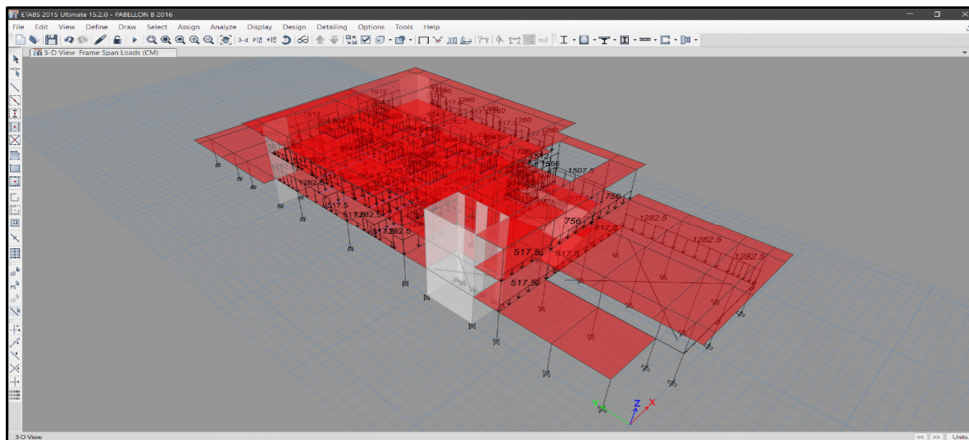
Cargas Muertas Distribuidas Linealmente

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. 134

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. B

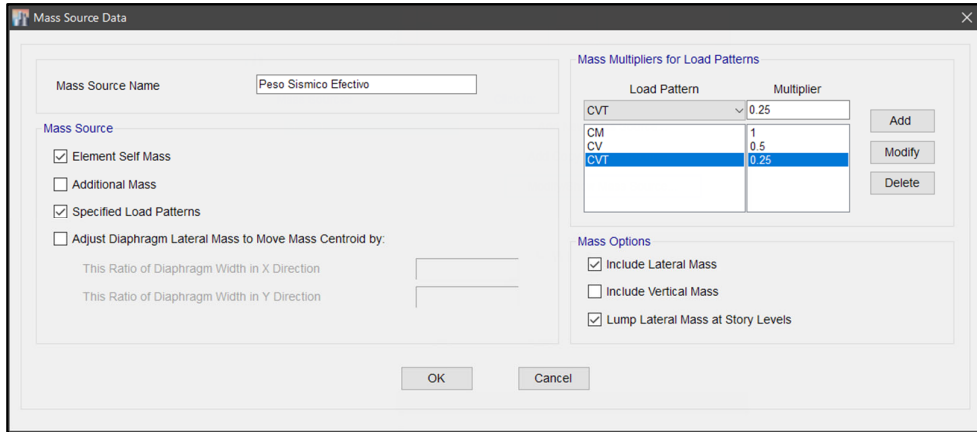


Nota. Fuente: Etabs

1.4. Cálculo del peso sísmico efectivo

Figura A. 135

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. B



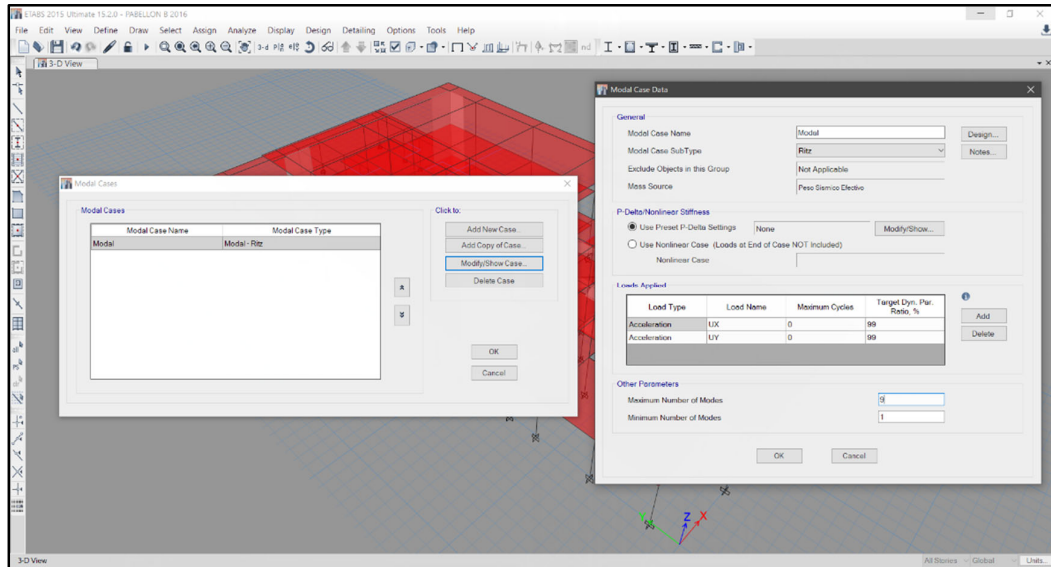
Nota. Fuente: Etabs

Paso 13 Análisis Dinámico

1. Determinación de los modos de Vibración

Figura A. 136

Cargas Asignadas por Tabiquería Pab. B



Nota. Fuente: Etabs

2. Calcular el Espectro Inelástico de Pseudo – Aceleraciones

Figura A. 137

Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. X-X

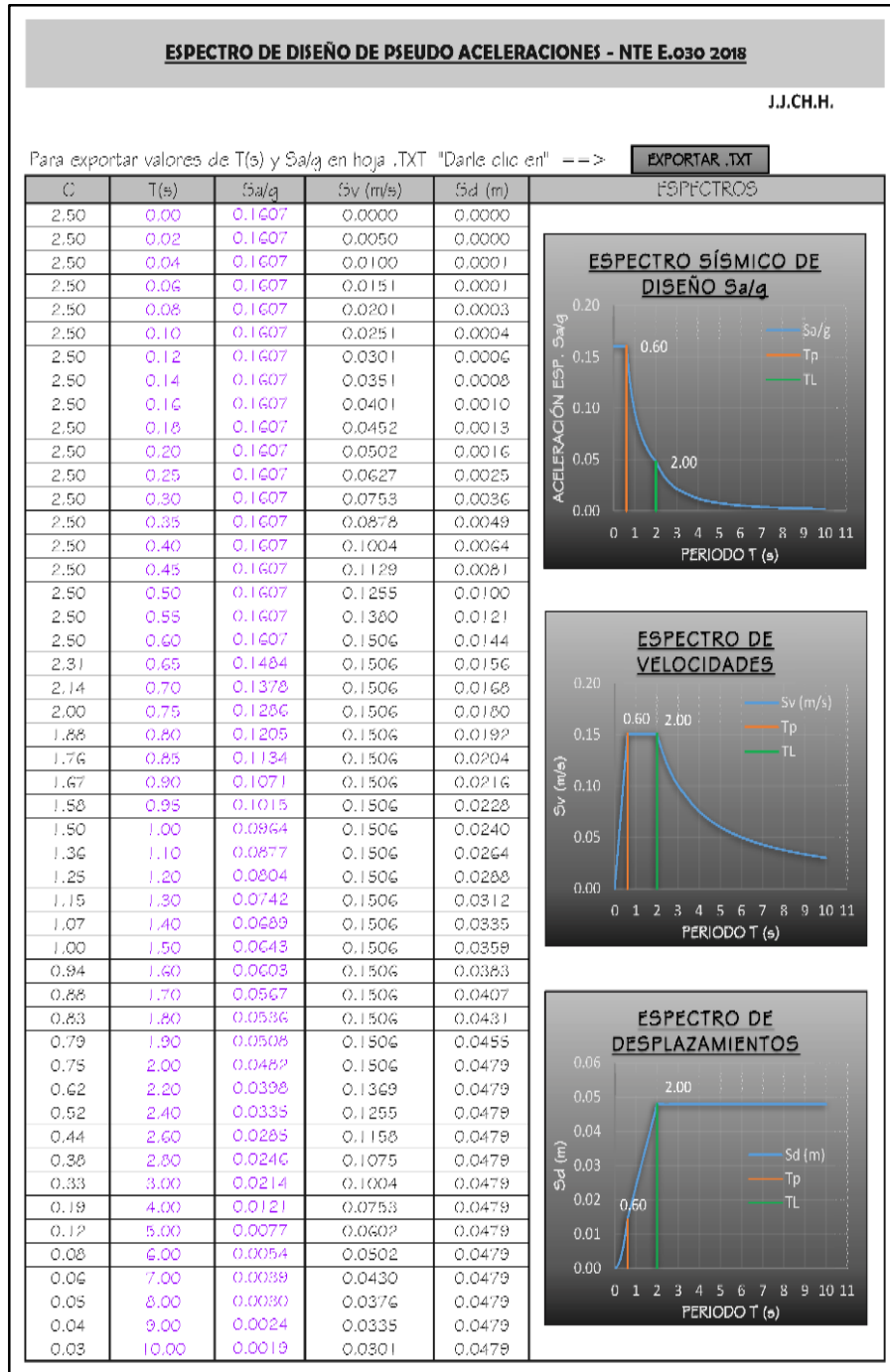
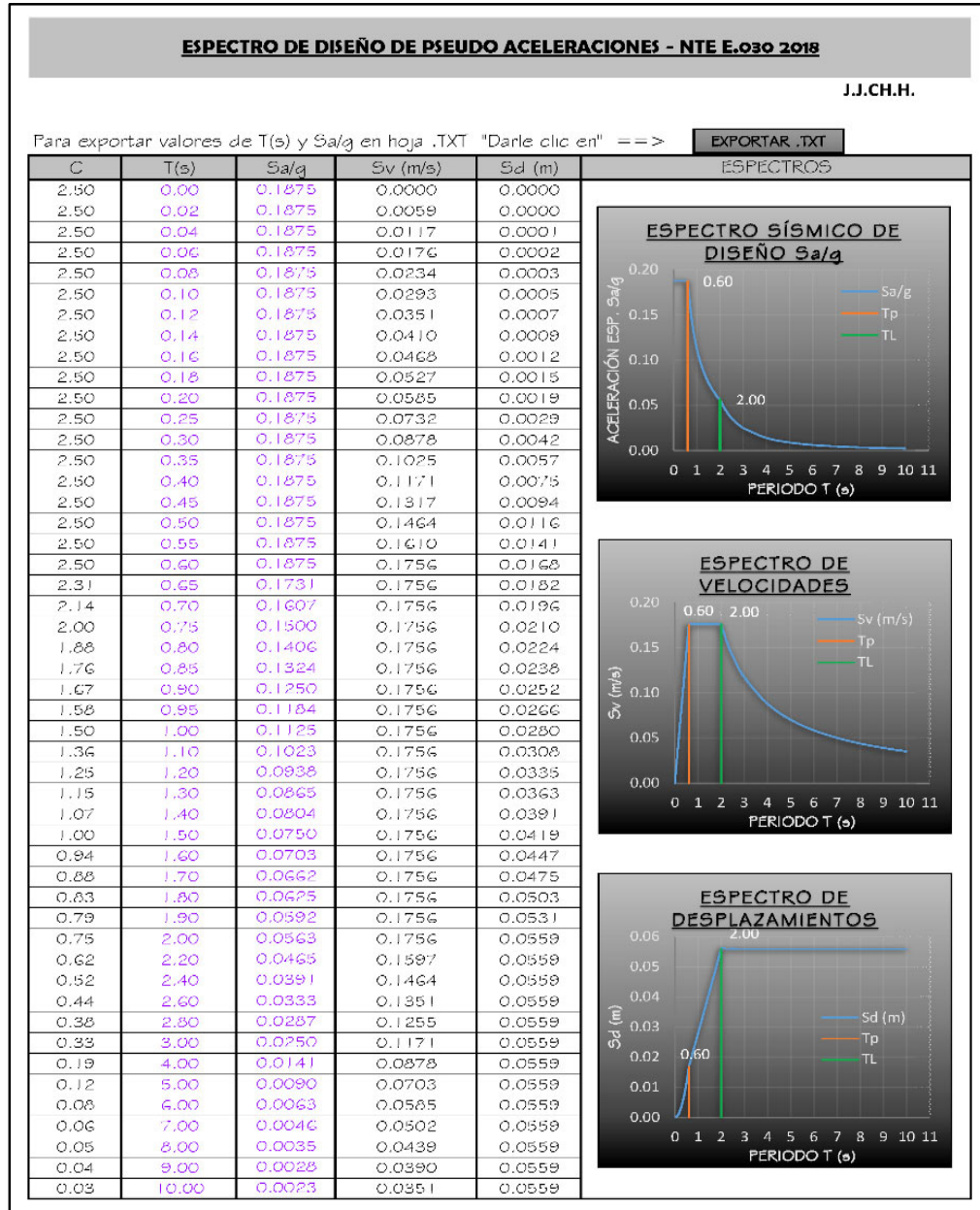


Figura A. 138

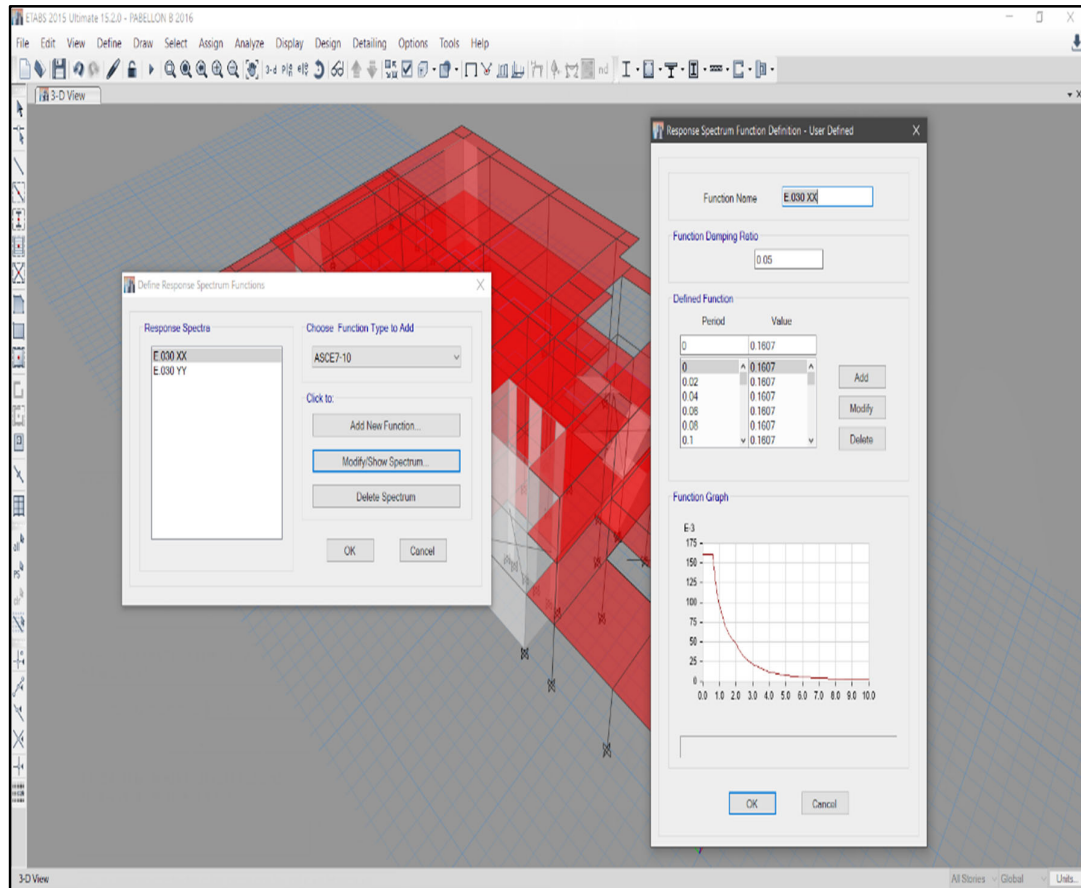
Espectro de Pseudo Aceleraciones dir. Y-Y



Inserción del espectro en Etabs .

Figura A. 139

Asignación del Espectro Sísmico al Modelo



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. 140

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. X-X

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following configuration:

- General:** Load Case Name: SD-XX; Load Case Type: Response Spectrum; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: Previous (Peso Sísmico Efectivo).
- Loads Applied:** A table with 4 columns: Load Type, Load Name, Function, and Scale Factor.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 XX DUAL	9806.65
Acceleration	U3	E.030 XX DUAL	6537.77
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Modal Combination Method: COC; Include Rigid Response: ; Earthquake Duration, td: [empty]; Directional Combination Type: Absolute; Absolute Directional Combination Scale Factor: 1; Modal Damping: Constant at 0.05; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 141

Casos de Carga Sísmico Dinámico dir. Y-Y

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following configuration:

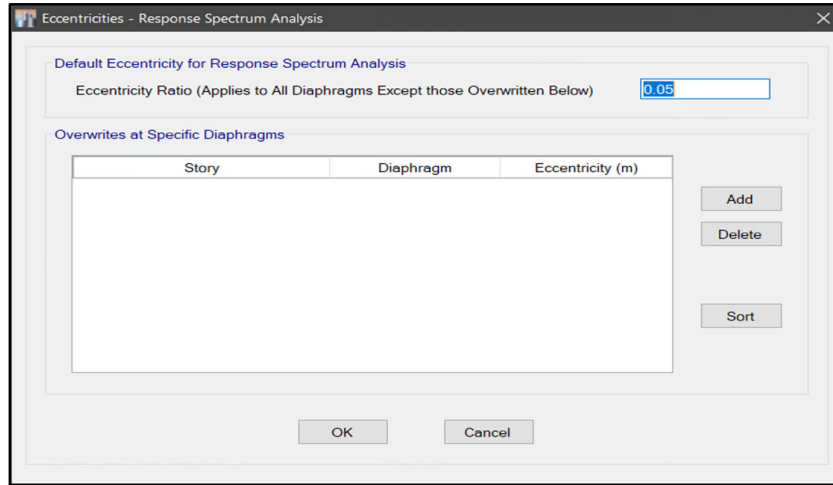
- General:** Load Case Name: SD-YY; Load Case Type: Response Spectrum; Exclude Objects in this Group: Not Applicable; Mass Source: Previous (Peso Sísmico Efectivo).
- Loads Applied:** A table with 4 columns: Load Type, Load Name, Function, and Scale Factor.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030 YY ME	9806.65
Acceleration	U3	E.030 YY ME	6537.77
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Modal Combination Method: COC; Include Rigid Response: ; Earthquake Duration, td: [empty]; Directional Combination Type: Absolute; Absolute Directional Combination Scale Factor: 1; Modal Damping: Constant at 0.05; Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms.

Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 142

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. 204

Masa Modal Participativa Total

Case	Item Type	Item	Dynamic %	> 90%
Modal	Acceleration	UX	99.98	OK
Modal	Acceleration	UY	100.00	OK
Modal	Acceleration	UZ	0	OK

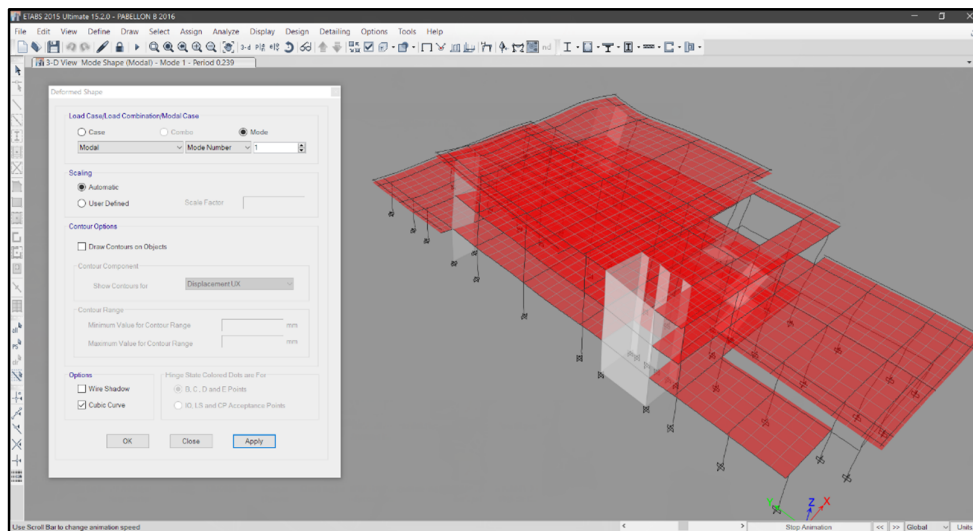
Tabla A. 205

Masa Modal Participativa Disgregada

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.24	0.04	0.54	0.04	0.54	0.00	0.16
Modal	2	0.20	0.67	0.08	0.71	0.62	0.00	0.16
Modal	3	0.14	0.04	0.17	0.75	0.80	0.58	0.74
Modal	4	0.08	0.02	0.12	0.77	0.92	0.08	0.82
Modal	5	0.06	0.16	0.03	0.93	0.95	0.04	0.86
Modal	6	0.05	0.00	0.02	0.97	0.97	0.11	0.97
Modal	7	0.04	0.03	0.02	0.97	1.00	0.01	0.98
Modal	8	0.03	0.03	0.00	1.00	1.00	0.00	0.98
Modal	9	0.03	0.00	0.00	1.00	1.00	0.01	0.99

Figura A. 143

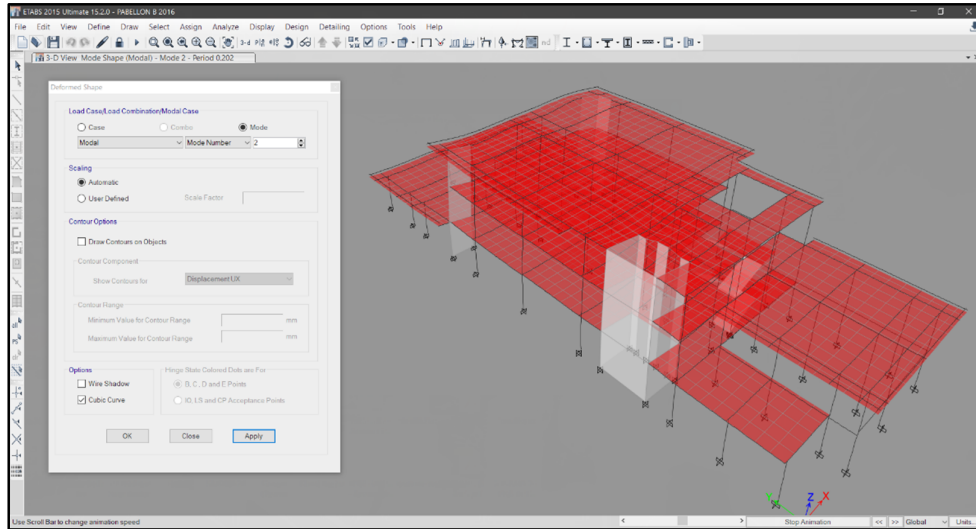
Deformada Para el Primer Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 144

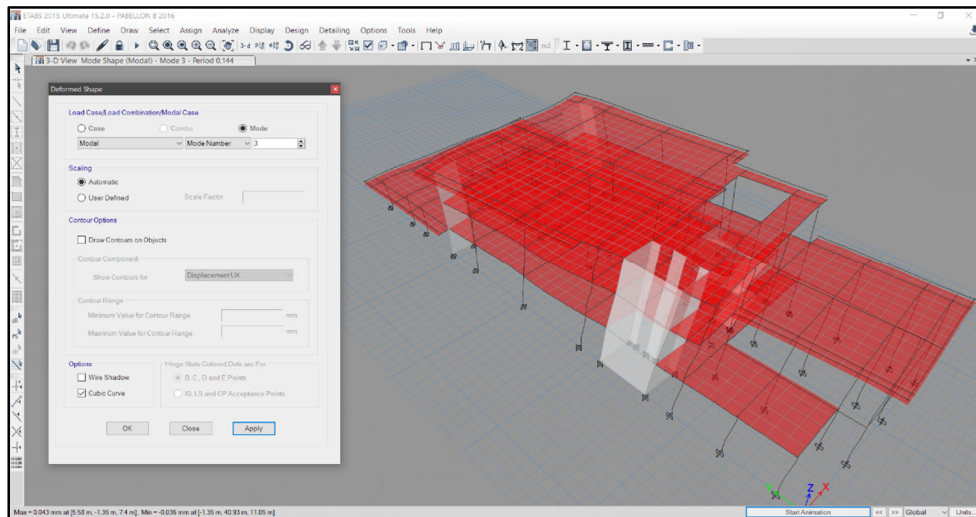
Deformada Para el Segundo Modo de Vibración



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 145

Deformada Para el Tercer Modo de Vibración



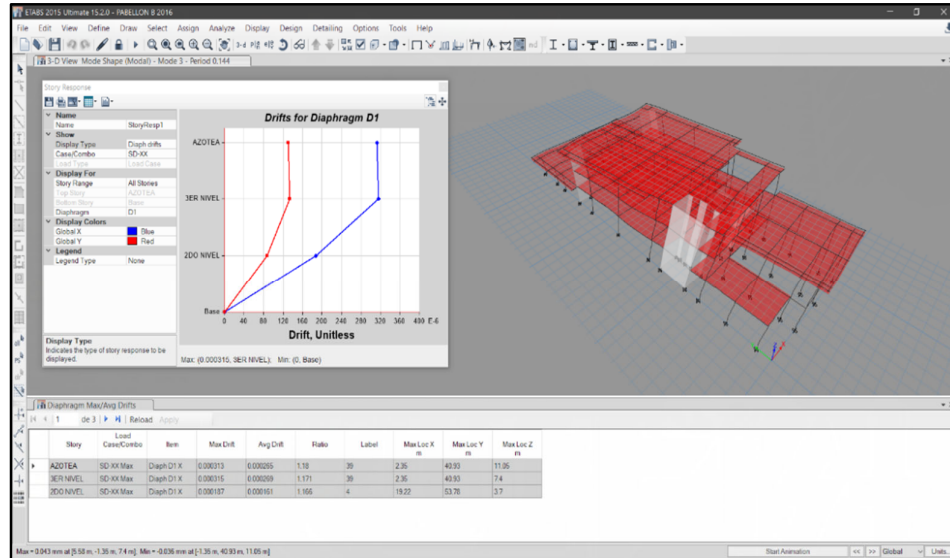
Nota. Fuente: Etabs

4.2. Desplazamientos máximos Etabs

Desplazamientos obtenidos de manera gráfica y en tablas.

Figura A. 146

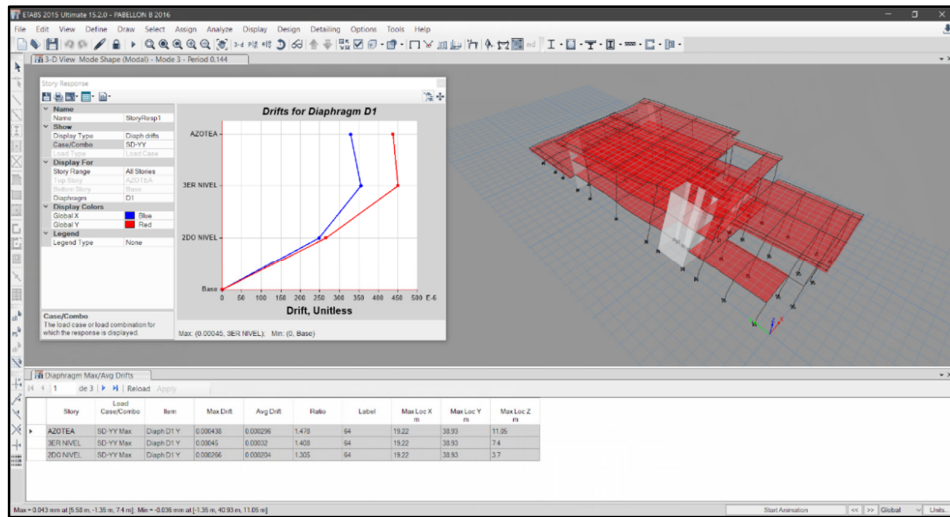
Desplazamientos Máximos en Dirección X-X de Análisis



Nota. Fuente: Etabs

Figura A. 147

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 sollicitaciones 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. 206

Máximas Derivas Inelásticas dir. X-X, Pab. B

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	3.13×10^{-4}	1.64×10^{-3}	0.16%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	3.15×10^{-4}	1.65×10^{-3}	0.17%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	1.87×10^{-4}	0.98×10^{-3}	0.10%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Dirección de análisis Y-Y

Tabla A. 207

Máximas Derivas Inelásticas dir. Y-Y, Pab. B

Pisos	Nivel	Máximas derivas elásticas Δ	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$)	Máximas derivas inelásticas ($\Delta * R * 0.75$) %	Límite de derivas según NTE-E.030 2018	Condición
3	Azotea	4.38×10^{-4}	1.97×10^{-3}	0.20%	0.70%	Cumple
2	2do nivel	4.50×10^{-4}	2.03×10^{-3}	0.20%	0.70%	Cumple
1	1er nivel	2.66×10^{-4}	1.20×10^{-3}	0.12%	0.70%	Cumple
0	Base	0.00	0.00	0.00%	0.70%	---

Figura A. 148

Gráfica de Derivas Inelásticas del Pab. B

