

CAPITULO 4

COMPORTAMIENTO DE EDIFICIOS ABIERTOS UTILIZANDO AISLADORES DE BASE ELASTOMÉRICOS.

RESUMEN

Este capítulo describe cual es el comportamiento y las características de los aisladores de base elastoméricos los cuales son una parte fundamental de este proyecto de tesis. Para considerar la presencia de los aisladores elastoméricos en estructuras se utiliza el estudio del modelo de cuatro grados de libertad en forma paramétrica, este método utiliza dos grados de libertad en la superestructura y dos grados de libertad en el sistema de aislación. Para obtener los desplazamientos de la superestructura y sus correspondientes factores de amplificación torsional se utiliza el programa **modelo_4gdl_elastomérico**, el mismo que se fundamenta en el estudio del modelo de cuatro grados de libertad en forma paramétrica. Las estructuras y los sismos que se utilizan en este capítulo son los mismos que se utilizaron en el capítulo anterior.

Finalmente se realiza la comparación que existe entre los resultados que se obtuvieron en estructuras sin mampostería, edificios abiertos sin sistema de aislamiento y edificios abiertos con sistema de aislamiento, los mismos que se determinaron en este capítulo. Esto nos sirve para verificar que el sistema de aislamiento disminuyó los desplazamientos y ayudó a que las estructuras tengan un mejor comportamiento cuando sean sometidas a acciones dinámicas.

4.1 AISLADORES ELASTOMÉRICOS.

4.1.1 INTRODUCCIÓN.

En los últimos años la ingeniería sísmica en todo el mundo ha enfocado muchos de sus esfuerzos a investigar e implementar métodos para mitigar la amenaza sísmica en comunidades más vulnerables. Entre estos, los sistemas de aislamiento sísmico de estructuras han tomado gran auge ya que en la actualidad existen varias estructuras alrededor del mundo en países más propensos a la amenaza sísmica.

El aislamiento sísmico es una técnica de diseño sismorresistente que consiste en introducir un elemento de apoyo de alta flexibilidad o baja resistencia que independiza a la estructura del movimiento que se propaga por el suelo donde está cimentada. Los aisladores reducen notablemente la rigidez del sistema estructural, haciendo que el periodo fundamental de la estructura aislada sea mucho mayor que el de la misma estructura con base fija.

Numerosos estudios teóricos, análisis numéricos y ensayos de laboratorios demuestran el excelente comportamiento que puede lograr este sistema de la protección de estructuras sometidas a eventos sísmicos moderados y severos.

Actualmente existen aplicaciones de sistemas de aislamiento de base en países como Japón, Estados Unidos, Nueva Zelanda e Italia. Estas aplicaciones corresponden principalmente a la construcción de nuevos edificios y el mejoramiento sísmico de estructuras existentes. Uno de los edificios en los que se demostró la factibilidad de los sistemas de aislamiento sísmico es el Fire Command and Control Facility en la ciudad de Los Ángeles, este edificio es una central de emergencias que debe permanecer en operación incluso después de un sismo extremo. Para su construcción se realizó una comparación entre los esquemas de diseño convencional y de aislamiento sísmico para proveer el mismo grado de protección. En éstos términos se estimó que el costo del edificio con aislamiento sísmico era un 6% menor que el correspondiente al edificio con un diseño convencional.

A diferencia de las técnicas convencionales de reforzamiento de edificios existentes, con el aislamiento sísmico se busca reducir la demanda a niveles en

las que la capacidad existente en la estructura sea suficiente para resistir las cargas.

4.1.2 APOYOS ELASTOMÉRICOS.

Este tipo de dispositivos es el más comúnmente usado en sistemas de aislación sísmica. Está formado por un conjunto de láminas planas de goma intercaladas por placas planas de acero en las cuales se conecta con la superestructura en su parte superior y la cimentación en su parte inferior. Entre las placas planas de acero, la lámina de goma puede deformarse en un plano horizontal y de este manera permitir el desplazamiento horizontal de la estructura relativo al suelo.

La notable flexibilidad lateral en el elastómero permiten el desplazamiento lateral de los extremos del aislador, mientras que las láminas de refuerzo evitan el abultamiento del elastómero y le proporcionan una gran rigidez vertical.

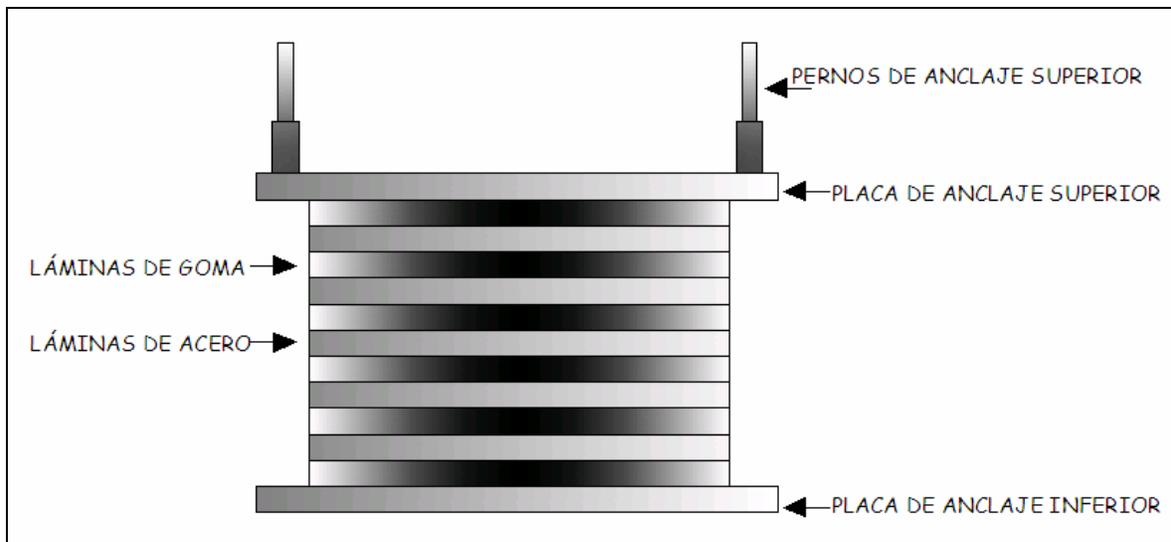


Figura 4.1 Vista de detalles de un Aislador Elastomérico

Los apoyos elastoméricos se basan en el concepto de la reducción de la demanda sísmica. Estos sistemas tienen como finalidad aislar la cimentación de la superestructura; al colocarlos se alarga considerablemente el periodo fundamental de vibración de la estructura por lo cual las aceleraciones espectrales se reducen y consecuentemente, las fuerzas que producen resultan menores. Como la frecuencia disminuye, las aceleraciones disminuyen al igual que los efectos dañinos del movimiento del suelo en la estructura.

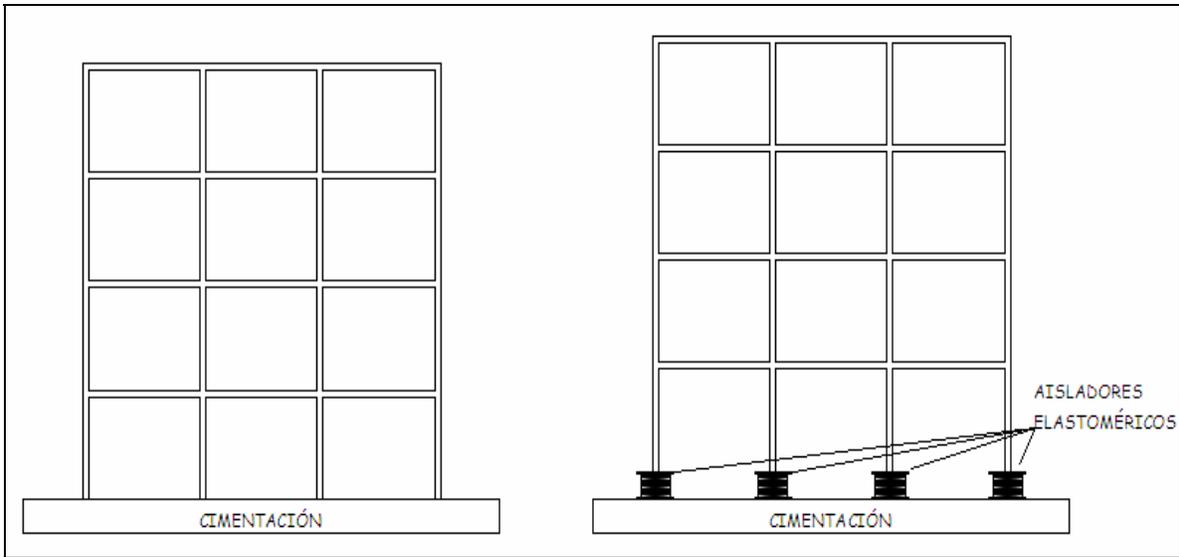


Figura 4.2 Edificación sin y con sistema de aislamiento elástico

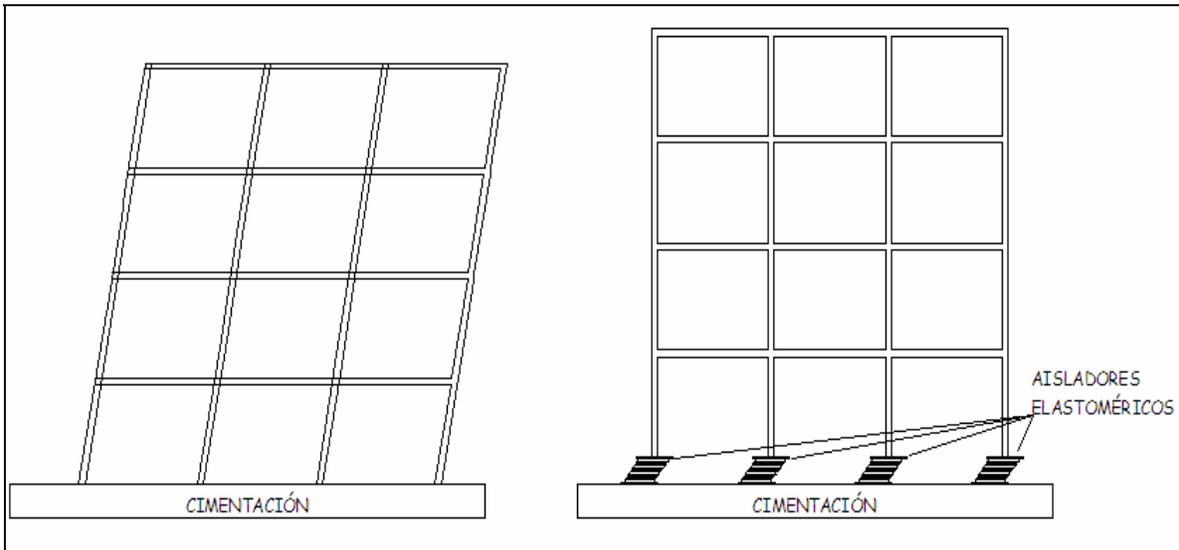


Figura 4.3 Edificación sin y con sistema de aislamiento elástico durante la acción de un sismo.

En la figura 4.3 los desplazamientos a la derecha del edificio sin aislador muestran cambio de forma de un rectángulo a un paralelogramo, lo cual indica que el edificio se está deformando. El edificio aislado en la base mantiene su forma original, forma rectangular, siendo los aisladores los que se deforman. Experimentos y observaciones de edificios con aislamiento en la base en terremotos muestran una reducción en la aceleración del edificio a una cuarta parte de la aceleración de edificios empotrados en la base. La aceleración disminuye porque el sistema de

aislamiento en la base alarga el periodo de vibración del edificio, por tal motivo el tiempo que toma al edificio desplazarse de un lado a otro también disminuye.

4.2 MODELO DE 4 GRADOS DE LIBERTAD EN FORMA PARAMÉTRICA.

Para el análisis de estructuras con aisladores de base elastoméricos se consideran 2 grados de libertad en la superestructura $u_1^{(y)}$ y $u_1^{(\theta)}$, la variable $u_1^{(y)}$ representa el desplazamiento en sentido Y y $u_1^{(\theta)}$ representa la rotación con respecto a un eje perpendicular en planta. Para el sistema de aislación se consideran 2 grados de libertad $q_1^{(y)}$ y $q_1^{(\theta)}$; donde $q_1^{(y)}$ representa el desplazamiento en sentido Y del sistema de aislamiento y $q_1^{(\theta)}$ representa a la rotación con respecto a un eje perpendicular en planta del sistema de aislamiento.

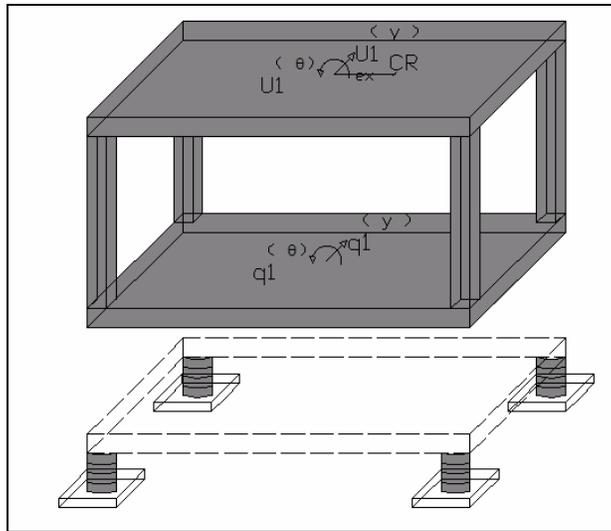


Figura 4.4 Modelo de 4 grados de libertad para estructuras con aisladores de base elastoméricos

La estructura es monosimétrica por poseer excentricidad en un solo sentido, que para el modelo se muestra en sentido X (figura 4.4). El sistema de ecuaciones diferenciales que rigen el modelo de 4 grados de libertad en estructuras con aisladores de base elastomérico es el siguiente:

$$\begin{bmatrix} M^{(s)} & M^{(s)}r^{(s)} \\ r^{(s)t} & M^{(t)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{u} \\ \ddot{q} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C^{(s)} & 0 \\ 0 & C^{(b)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{q} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K^{(s)} & 0 \\ 0 & K^{(b)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ q \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} M^{(s)}r^{(s)} \\ M^{(t)} \end{bmatrix} r^{(b)} \ddot{u}_g \quad (4.1)$$

Donde; $M^{(s)}$ es la matriz de Masa considerando base empotrada; $M^{(t)}$ es la matriz de Masa total obtenida de la siguiente forma.

$$M^{(t)} = r^{(s)t} M^{(s)} r^{(s)} + M^{(b)} \quad (4.2)$$

$M^{(b)}$ es la matriz de Masa del sistema de aislación; $C^{(s)}$ es la matriz de Amortiguamiento de la superestructura; $C^{(b)}$ es la matriz de Amortiguamiento del sistema de aislación; $K^{(s)}$ es la matriz de Rigidez de la superestructura; $K^{(b)}$ es la Matriz de Rigidez del sistema de aislación; $r^{(s)}$ es la matriz que se obtiene de acuerdo a los grados de libertad en la superestructura correspondientes a las deformadas elementales del sistema de aislación, para este caso $r^{(s)} = I$; y $r^{(b)}$ es el vector que se obtiene midiendo los grados de libertad del sistema de aislación si el suelo se desplaza la unidad, $r^{(b)} = [1 \ 0]^t$. Aguiar *et al* (2008).

4.2.1 Matriz de rigidez

Para obtener la matriz de rigidez para el sistema de aislación como para la superestructura es la misma y se indica en la ecuación (4.3) Aguiar *et al* (2008).

$$K = \begin{bmatrix} K_{YY} & K_{Y\theta} \\ & K_{\theta\theta} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Donde; $K_{YY} = \sum K_L$ sumatoria de la matriz de rigidez lateral de los pórticos en sentido Y; $K_{Y\theta} = \sum K_L r$ donde r es la distancia desde el Centro de Masa CM al pórtico; $K_{\theta\theta}$: es la matriz de rigidez torsional con respecto al Centro de Masa CM. Para determinar $K^{(s)}$ y $K^{(b)}$, a la sumatoria de las matrices de rigidez lateral se denomina $k^{(s)}$ y $k^{(b)}$, respectivamente. En función de estas rigideces se tiene:

Para la superestructura (4.4):

$$K_{Y\theta} = e^{(s)} k^{(s)} \quad (4.4)$$

Para el sistema de aislación (4.5):

$$K_{Y\theta} = e^{(b)} k^{(b)} \quad (4.5)$$

$e^{(s)}, e^{(b)}$ son las excentricidades estáticas de la superestructura y el sistema de aislamiento.

La matriz de rigidez torsional con respecto al centro de masa CM es:

$$K_{\theta\theta} = e^2 K_{YY} + K_{\theta\theta}^{CR} \quad (4.6)$$

Donde $K_{\theta\theta}^{CR}$ es la matriz de rigidez torsional con respecto al centro de rigidez CR es:

$$K_{\theta\theta}^{CR} = r^2 K_{YY} \quad (4.7)$$

Donde; r es la distancia del centro de rigidez CR a los pórticos en sentido Y de la superestructura $r^{(s)}$ y del sistema de aislación $r^{(b)}$.

Para obtener el valor de la matriz de rigidez torsional con respecto al centro de masas CM se debe partir de la ecuación (4.6), pero antes debemos determinar el valor de la relación de la frecuencia torsional con respecto al Centro de Rigidez CR, $W_{\theta\theta}$, y respecto a la frecuencia traslacional con respecto al Centro de Rigidez Cr, W_{YY} .

$$\Omega_{\theta} = \frac{W_{\theta\theta}}{W_{YY}} \quad (4.8)$$

$$\Omega_{\theta} = \frac{\sqrt{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{m\rho}}}{\sqrt{\frac{K_{YY}}{m}}} = \sqrt{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{\rho^2 K_{YY}}} = \sqrt{\frac{k^2}{\rho^2}} = \frac{k}{\rho} \quad (4.9)$$

Cuando reemplazamos las ecuaciones (4.7), (4.9) en la ecuación (4.6) tenemos:

$$K_{\theta\theta} = e^2 K_{YY} + \rho^2 \Omega_{\theta}^2 K_{YY} = K_{YY} (e^2 + \rho^2 \Omega_{\theta}^2) \quad (4.10)$$

La excentricidad estática normalizada para la superestructura es la siguiente:

$$\hat{e}^{(s)} = \frac{e^{(s)}}{\rho} \quad (4.11)$$

La excentricidad estática normalizada para el sistema de aislación es la siguiente:

$$\hat{e}^{(b)} = \frac{e^{(b)}}{\rho} \quad (4.12)$$

Tomando en cuenta lo obtenido en las ecuaciones (4.11), (4.12) y (4.10) la matriz de rigidez de la superestructura $K^{(s)}$ y la matriz de rigidez del sistema de aislación $K^{(b)}$ quedan de la siguiente forma:

$$K^{(s)} = k^{(s)} \begin{bmatrix} 1 & \hat{e}^{(s)} \\ \hat{e}^{(s)} & \hat{e}^{(s)2} + \Omega_{\theta}^{(s)2} \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

$$K^{(b)} = k^{(b)} \begin{bmatrix} 1 & \hat{e}^{(b)} \\ \hat{e}^{(b)} & \hat{e}^{(b)2} + \Omega_{\theta}^{(b)2} \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

4.2.2 Matriz de amortiguamiento

La matriz de amortiguamiento de la superestructura se determina mediante al ecuación (4.15):

$$C^{(s)} = M^{(s)} \phi^{(s)} \tilde{C}^{(s)} \phi^{(s)t} M^{(s)} \quad (4.15)$$

La matriz de amortiguamiento del sistema de aislación se determina mediante al ecuación (4.16):

$$C^{(b)} = M^{(b)} \phi^{(b)} \tilde{C}^{(b)} \phi^{(b)t} M^{(b)} \quad (4.16)$$

Donde:

$$\tilde{C}^{(s)} = \text{diag} \left[2\xi^{(s)} \omega_1^{(s)} \quad 2\xi^{(s)} \omega_2^{(s)} \right] \quad (4.17)$$

$$\tilde{C}^{(b)} = \text{diag} \left[2\xi^{(b)} \omega_1^{(b)} \quad 2\xi^{(b)} \omega_2^{(b)} \right] \quad (4.18)$$

De las ecuaciones (4.17) y (4.18) las variables que intervienen son las siguientes:

$\omega_1^{(s)}$ y $\omega_2^{(s)}$: Frecuencias de vibración de la estructura con base fija que se obtienen con la matriz de rigidez $K^{(s)}$ y con la matriz de masa $M^{(s)}$.

$\omega_1^{(b)}$ y $\omega_2^{(b)}$: Frecuencias de vibración del sistema de aislación considerando que la superestructura es completamente rígida, se determinan con $K^{(b)}$ y $M^{(t)}$.

$\xi^{(s)}$ y $\xi^{(b)}$: Factor de amortiguamiento de la superestructura y del sistema de aislación.

$\phi^{(s)}$ y $\phi^{(b)}$: Modos de vibración de la superestructura y del sistema de aislación.

4.3 PROGRAMA MODELO_4GDL_ELASTOMÉRICO

El programa modelo_4gdl_elastomérico se basa en el fundamento teórico del estudio de 4 grados de libertad en forma paramétrica descrito anteriormente, el cual considera 2 grados de libertad en la superestructura y 2 grados de libertad en el sistema de aislamiento.

4.3.1 Datos que se ingresan en el programa

modelo_4gdl_elastomeric(Tb,sedab,mb,omegab,eb,Ts,ms,omegas,es,a,c,si smo,dT).

- **Tb**: Periodo de vibración del sistema de aislamiento.
- **sedab**: Factor de amortiguamiento del sistema de aislamiento.
- **mb**: Masa del sistema de aislamiento,
- **omegab**: Frecuencia torsional del sistema de aislamiento.
- **eb**: Excentricidad estática del sistema de aislamiento.
- **Ts**: Periodo de vibración de la superestructura.
- **ms**: Masa total de la superestructura.
- **omegas**: Frecuencia Torsional de la superestructura.
- **es**: Excentricidad estática de la superestructura.
- **a, c**: Dimensiones de la estructura que se definen como 2a(Largo) y 2c(Ancho).
- **sismo**: Archivo de datos que contiene el acelerograma de análisis.
- **dT**: Incremento de tiempo del acelerograma de análisis.

Todos los datos para ingresar en el programa deben estar en T (toneladas) y m (metros).

4.3.2 Resultados que brinda el programa

- Desplazamiento en pórtico débil en superestructura.
- Desplazamiento en pórtico fuerte en superestructura.
- Desplazamiento en centro de masa en superestructura.
- Factor de Amplificación torsional en pórtico débil en superestructura.
- Factor de Amplificación torsional en pórtico fuerte en superestructura.
- Desplazamiento en pórtico débil en sistema de aislamiento.
- Desplazamiento en pórtico fuerte en sistema de aislamiento.
- Desplazamiento en centro de masa en sistema de aislamiento.
- Historia de desplazamientos en el Centro de Masa CM en superestructura
- Histograma de la excentricidad dinámica.
- Historia de desplazamientos en pórticos exteriores (Débil y Fuerte) en superestructura.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EDIFICIOS ABIERTOS.

Las estructuras abiertas que se consideran para realizar el estudio considerando cuatro grados de libertad, son las mismas que se describieron en el capítulo III de este proyecto, aumentando únicamente el sistema de aislamiento para todas las estructuras.

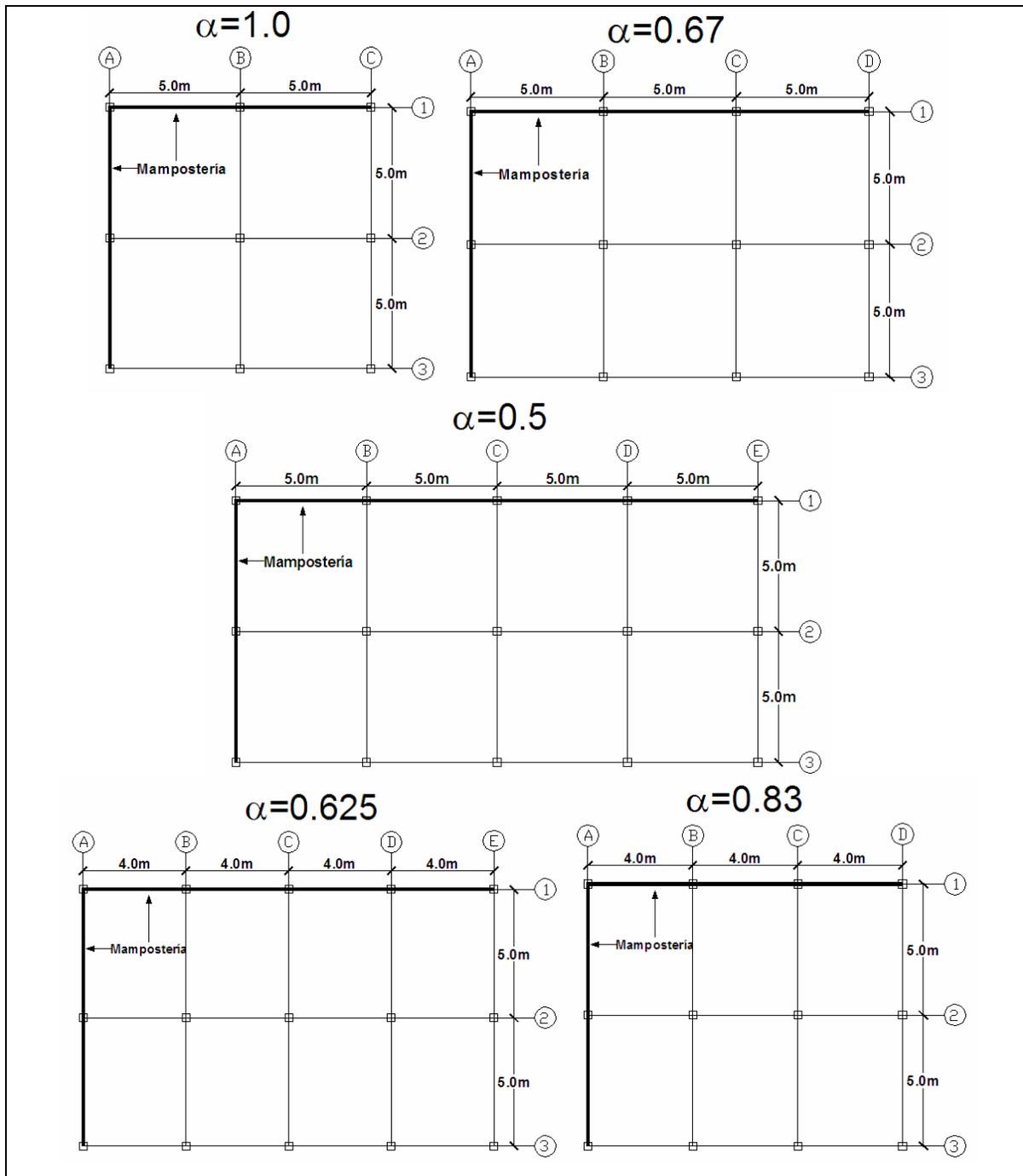


Figura 4.5 Vista en planta de edificios abiertos para realizar el análisis incluyendo aisladores de base elastoméricos.

4.5 FRECUENCIA TORSIONAL EN EL SISTEMA DE AISLAMIENTO.

4.5.1 Procedimiento de cálculo

Para obtener la frecuencia torsional en el sistema de aislamiento utilizamos el siguiente procedimiento:

- Se determina el peso total de la superestructura.

$$P_D = CM * Area \quad (4.19)$$

$$P_L = CL * Area \quad (4.20)$$

$$P_S = (P_D + 0.25P_L) * \# \text{ pisos} \quad (4.21)$$

Donde; CM es la carga muerta (T/m^2); CV es la carga viva (T/m^2); P_D es el peso de carga muerta (T); P_L es el peso de carga viva (T); y P_S es el peso total de la Superestructura.

- El peso total del sistema de aislamiento es el 10% del peso total de la superestructura.

$$P_b = 0.10 * P_S \quad (4.22)$$

- Se obtiene el peso total del sistema.

$$P_T = P_S + P_b \quad (4.23)$$

- Se determina la rigidez total del sistema de aislamiento basandosenos en la siguiente ecuación.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \quad (4.24)$$

Donde; m es la masa total del sistema; K es la rigidez total del sistema de aislamiento; y T es el periodo objetivo.

El objetivo principal de los aisladores es aumentar el periodo fundamental de la estructura hacia los 2 segundos reduciendo la aceleración sísmica a la que estaría sometida la estructura sin los aisladores.

Luego de despejar la rigidez **K** la ecuación queda de la siguiente manera.

$$K^{(b)} = m_T * \pi^2 \tag{4.25}$$

- Se determina la rigidez de cada aislador.

$$K = \frac{K^{(b)}}{\# \text{aisladores}} \tag{4.26}$$

- Se obtiene K_{XX} y K_{YY} .

$$K_{XX} = \sum K \text{ en sentido X} \tag{4.27}$$

$$K_{YY} = \sum K \text{ en sentido Y} \tag{4.28}$$

- Se determina $K_{\theta\theta}$.

$$K_{\theta\theta} = \sum K * r^2 \tag{4.29}$$

Donde; r es la distancia que existe entre el aislador y el Centro de Masas **CM**.

- Se obtiene $K_{\theta\theta}^{CR}$ ($K_{\theta\theta}$ con respecto al Centro de Rigidez **CR**) mediante la siguiente ecuación.

$$K_{\theta\theta} = e_x^2 * K_{YY} + e_y^2 * K_{XX} + K_{\theta\theta}^{CR} \tag{4.30}$$

Se considera que los valores de la excentricidad (e_x, e_y) son cero ya que en el sistema de aislamiento los desplazamientos son muy pequeños y tienden a ser cero. Por tal motivo la ecuación queda de la siguiente forma.

$$K_{\theta\theta} = K_{\theta\theta}^{CR} \tag{4.31}$$

- Se determina el valor de ρ .

$$\rho = 2\sqrt{\frac{a^2 + c^2}{12}} \quad (4.32)$$

- Se obtiene la frecuencia con respecto al Centro de Rigidez **CR**.

$$W_{\theta\theta}^{CR} = \sqrt{\frac{K_{\theta\theta}^{CR}}{m_T * \rho}} \quad (4.33)$$

- Se determina la frecuencia en sentido X y Y.

$$W_X = \sqrt{\frac{K_{XX}}{m_T}} \quad (4.34)$$

$$W_Y = \sqrt{\frac{K_{YY}}{m_T}} \quad (4.35)$$

- Se determina la frecuencia torsional en sentido X y Y.

$$\Omega_{\theta X} = \frac{W_{\theta\theta}^{CR}}{W_X} \quad (4.36)$$

$$\Omega_{\theta Y} = \frac{W_{\theta\theta}^{CR}}{W_Y} \quad (4.37)$$

4.5.2 Frecuencia torsional

Para obtener la frecuencia torsional se debe seguir cada uno de los pasos descritos en el procedimiento de cálculo, para las estructuras de análisis (Edificaciones Abiertas) los resultados se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Frecuencia Torsional de los casos de análisis

CASO	Pisos	# de Aisladores	ρ	Peso total (T)	Rigidez de Aisladores	Rigidez de 1 Aislador	Kxx	Kyy	K $\theta\theta$	$\Omega \theta x$	$\Omega \theta y$
1	3	9	4.08	198.00	199.41	22.16	199.41	199.41	6646.88	1.41	1.41
	4	9	4.08	308.00	310.19	34.47	310.19	310.19	10339.59	1.41	1.41
	5	9	4.08	440.00	443.13	49.24	443.13	443.13	14770.84	1.41	1.41
	6	9	4.08	594.00	598.22	66.47	598.22	598.22	19940.63	1.41	1.41
0.833	3	12	4.51	237.60	239.29	19.94	239.29	239.29	8773.88	1.34	1.34
	4	12	4.51	369.60	372.23	31.02	372.23	372.23	13648.25	1.34	1.34
	5	12	4.51	528.00	531.75	44.31	531.75	531.75	19497.50	1.34	1.34
	6	12	4.51	712.80	717.86	59.82	717.86	717.86	26321.63	1.34	1.34
0.67	3	12	5.20	297.00	299.11	24.93	299.11	299.11	14332.33	1.33	1.33
	4	12	5.20	462.00	465.28	38.77	465.28	465.28	22294.73	1.33	1.33
	5	12	5.20	660.00	664.69	55.39	664.69	664.69	31849.62	1.33	1.33
	6	12	5.20	891.00	897.33	74.78	897.33	897.33	42996.98	1.33	1.33
0.625	3	15	5.45	316.80	319.05	21.27	319.05	319.05	15527.10	1.28	1.28
	4	15	5.45	492.80	496.30	33.09	496.30	496.30	24153.27	1.28	1.28
	5	15	5.45	704.00	709.00	47.27	709.00	709.00	34504.67	1.28	1.28
	6	15	5.45	950.40	957.15	63.81	957.15	957.15	46581.31	1.28	1.28
0.5	3	15	6.45	396.00	398.81	26.59	398.81	398.81	26587.51	1.26	1.26
	4	15	6.45	616.00	620.38	41.36	620.38	620.38	41358.34	1.26	1.26
	5	15	6.45	880.00	886.25	59.08	886.25	886.25	59083.35	1.26	1.26
	6	15	6.45	1188.00	1196.44	79.76	1196.44	1196.44	79762.52	1.26	1.26

4.6 SISMOS ARTIFICIALES

Para realizar el análisis con cuatro grados de libertad en forma paramétrica; se considerarán los 28 sismos artificiales de 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 segundos aplicados en los 4 tipos de perfil de suelo S1, S2, S3 y S4; utilizados en el capítulo III de este proyecto para el análisis paramétrico de dos grados de libertad en estructuras monosimétricas.

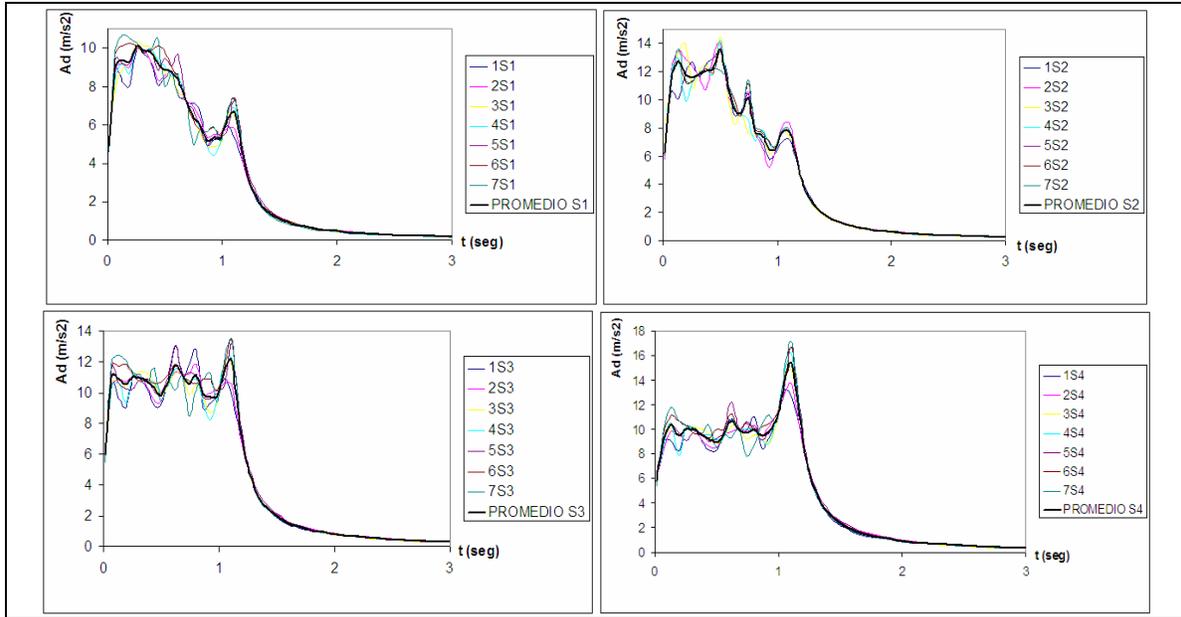


Figura 4.6 Sismos Artificiales considerados para el diseño

4.7 FACTORES DE AMPLIFICACIÓN TORSIONAL Y DESPLAZAMIENTOS

Para obtener los valores de los desplazamientos y los factores de amplificación torsional en la superestructura y el sistema de aislamiento utilizamos el fundamento del estudio de 4 grados de libertad en forma paramétrica a través del programa modelo_4gdl_elastomérico con cada una de las estructuras sometidas a los 28 sismos anteriormente descritos.

Para las estructuras con aisladores de base, los factores de amplificación de la superestructura se encuentran con las siguientes expresiones.

$$\Gamma_{-a}^{(b)} = \frac{U_{-a}^{(b)} - U_{CM}^{(b)}}{U_{CM}^{(b)}} * \frac{U_{-a}^{(b)}}{U_{-a}^{(b)}} \quad (4.38)$$

$$\Gamma_a^{(b)} = \frac{U_a^{(b)} - U_{CM}^{(b)}}{U_{CM}^{(b)}} * \frac{U_a^{(b)}}{U_a^{(b)}}$$

Siendo $\Gamma_{-a}^{(b)}, \Gamma_a^{(b)}$ los factores de amplificación por torsión en la superestructura con aisladores de base; $U_{-a}^{(b)}, U_a^{(b)}, U_{CM}^{(b)}$ los desplazamientos en la superestructura con aisladores de base en el pórtico fuerte, débil y CM; U_{-a}, U_a los desplazamientos en los pórticos fuerte y débil de la estructura con base empotrada, sin aisladores. De esta manera se incorpora en el cálculo del factor de amplificación por torsión la reducción en desplazamientos de la estructura con aisladores de base en relación a los desplazamientos con base empotrada.

Para cada caso se ingresan: el periodo de vibración del sistema de aislamiento que para todos los casos será de 2 segundos, el factor de amortiguamiento del sistema de aislamiento considerado con el valor de 0.1, la masa del sistema de aislamiento que será el diez por ciento de la masa total de la superestructura, la frecuencia torsional / frecuencia de desplazamiento del sistema de aislamiento siendo esta calculada para cada caso por medio de él método desarrollado en el apartado 4.5 de este capítulo, la excentricidad estática para el sistema de aislamiento que se la considera para todos los casos con el valor de cero ya que el sistema de aislamiento no posee excentricidad estática, el periodo de vibración de la superestructura, la frecuencia torsional en sentido Y, la masa total de la estructura, las dimensiones a y c; el sismo al que será sometida la estructura; y, el incremento de tiempo del acelerograma del sismo correspondiente. él análisis sísmico que se realiza es en sentido Y.

Los resultados se presentan a continuación:

4.7.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

Para el Caso 1 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (B) y como Pórtico Débil (C). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

4.7.1.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 4.2 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.0527	0.0379	0.0230	0.1493	-0.6185
2s1	0.0512	0.0368	0.0223	0.1471	-0.5965
3s1	0.0440	0.0316	0.0192	0.1297	-0.5581
4s1	0.0458	0.0329	0.0199	0.1352	-0.6028
5s1	0.0470	0.0338	0.0205	0.1401	-0.5919
6s1	0.0462	0.0332	0.0201	0.1311	-0.5815
7s1	0.0406	0.0292	0.0177	0.1156	-0.4698
Promedio	0.0468	0.0336	0.0204	0.1355	-0.5742

Tabla 4.3 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.0613	0.0454	0.0295	0.1271	-0.4571
2s1	0.0596	0.0441	0.0287	0.1363	-0.4163
3s1	0.0512	0.0379	0.0246	0.1072	-0.3700
4s1	0.0532	0.0394	0.0256	0.1107	-0.4550
5s1	0.0547	0.0405	0.0263	0.1090	-0.5234
6s1	0.0537	0.0398	0.0259	0.1221	-0.4638
7s1	0.0472	0.0350	0.0227	0.1140	-0.4371
Promedio	0.0544	0.0403	0.0262	0.1181	-0.4461

Tabla 4.4 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1s1	0.0642	0.0498	0.0355	0.1042	-0.3540
2s1	0.0624	0.0484	0.0344	0.1013	-0.3427
3s1	0.0536	0.0416	0.0296	0.0909	-0.2790
4s1	0.0557	0.0432	0.0308	0.0974	-0.2783
5s1	0.0572	0.0444	0.0316	0.1006	-0.2833
6s1	0.0562	0.0436	0.0311	0.0980	-0.2755
7s1	0.0494	0.0384	0.0273	0.0864	-0.2599
Promedio	0.0570	0.0442	0.0315	0.0970	-0.2961

Tabla 4.5 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0680	0.0557	0.0434	0.0787	-0.2367
2s1	0.0661	0.0541	0.0422	0.0779	-0.2315
3s1	0.0568	0.0465	0.0362	0.0772	-0.2161
4s1	0.0590	0.0483	0.0377	0.0796	-0.2341
5s1	0.0606	0.0497	0.0387	0.0754	-0.2332
6s1	0.0596	0.0488	0.0380	0.0804	-0.2262
7s1	0.0524	0.0429	0.0334	0.0776	-0.2077
Promedio	0.0603	0.0494	0.0385	0.0781	-0.2265

4.7.1.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 4.6 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0715	0.0514	0.0312	0.1774	-0.7000
2S2	0.0663	0.0476	0.0289	0.1521	-0.5701
3S2	0.0712	0.0511	0.0310	0.1403	-0.6489
4S2	0.0688	0.0494	0.0300	0.1526	-0.5450
5S2	0.0593	0.0426	0.0259	0.1410	-0.5318
6S2	0.0630	0.0452	0.0274	0.1457	-0.6497
7S2	0.0665	0.0478	0.0290	0.1620	-0.6293
Promedio	0.0666	0.0478	0.0290	0.1530	-0.6107

Tabla 4.7 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0832	0.0616	0.0400	0.1495	-0.6370
2S2	0.0770	0.0571	0.0371	0.1415	-0.5149
3S2	0.0828	0.0613	0.0399	0.1493	-0.5285
4S2	0.0799	0.0592	0.0385	0.1353	-0.6011
5S2	0.0689	0.0511	0.0332	0.1270	-0.5233
6S2	0.0732	0.0542	0.0353	0.1271	-0.5435
7S2	0.0773	0.0573	0.0372	0.1285	-0.5739
Promedio	0.0775	0.0574	0.0373	0.1369	-0.5603

Tabla 4.8 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1S2	0.0871	0.0676	0.0481	0.0970	-0.3476
2S2	0.0807	0.0626	0.0446	0.0935	-0.3157
3S2	0.0867	0.0673	0.0479	0.1220	-0.4076
4S2	0.0837	0.0650	0.0462	0.1166	-0.3643
5S2	0.0722	0.0560	0.0399	0.0973	-0.3194
6S2	0.0767	0.0595	0.0423	0.1008	-0.3338
7S2	0.0810	0.0629	0.0447	0.1092	-0.3564
Promedio	0.0812	0.0630	0.0448	0.1052	-0.3493

Tabla 4.9 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1S2	0.0923	0.0756	0.0589	0.0696	-0.2701
2S2	0.0854	0.0700	0.0546	0.0661	-0.3110
3S2	0.0919	0.0753	0.0584	0.0966	-0.3147
4S2	0.0887	0.0726	0.0566	0.0988	-0.2852
5S2	0.0765	0.0627	0.0488	0.0725	-0.2237
6S2	0.0812	0.0665	0.0519	0.0604	-0.2230
7S2	0.0858	0.0641	0.0548	0.0960	-0.1585
Promedio	0.0860	0.0695	0.0549	0.0800	-0.2552

4.7.1.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 4.10 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)
1S3	0.0774	0.0556	0.0337	0.1713	-0.6662
2S3	0.0758	0.0544	0.0330	0.1720	-0.6865
3S3	0.0625	0.0448	0.0298	0.1466	-0.6580
4S3	0.0643	0.0461	0.0280	0.1502	-0.6669
5S3	0.0642	0.0461	0.0280	0.1479	-0.6704
6S3	0.0626	0.0450	0.0273	0.1436	-0.6162
7S3	0.0607	0.0436	0.0264	0.1362	-0.5739
Promedio	0.0668	0.0479	0.0295	0.1525	-0.6483

Tabla 4.11 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0900	0.0667	0.0433	0.1232	-0.5901
	2S3	0.0881	0.0653	0.0424	0.1363	-0.5417
	3S3	0.0726	0.0538	0.0350	0.1061	-0.4635
	4S3	0.0747	0.0553	0.0360	0.1086	-0.5380
	5S3	0.0746	0.0553	0.0359	0.1097	-0.5876
	6S3	0.0728	0.0539	0.0351	0.1155	-0.5452
	7S3	0.0705	0.0522	0.0340	0.1160	-0.5527
	Promedio	0.0776	0.0575	0.0374	0.1165	-0.5455

Tabla 4.12 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0943	0.0732	0.0521	0.0994	-0.4812
	2S3	0.0923	0.0716	0.0510	0.0993	-0.4550
	3S3	0.0761	0.0590	0.0420	0.0841	-0.3553
	4S3	0.0782	0.0607	0.0432	0.0896	-0.3698
	5S3	0.0782	0.0607	0.0432	0.0914	-0.3739
	6S3	0.0763	0.0592	0.0421	0.0867	-0.3636
	7S3	0.0739	0.0573	0.0408	0.0954	-0.3760
	Promedio	0.0813	0.0631	0.0449	0.0923	-0.3964

Tabla 4.13 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0999	0.0818	0.0638	0.0727	-0.2786
	2S3	0.0977	0.0801	0.0624	0.0737	-0.2770
	3S3	0.0806	0.0660	0.0514	0.0724	-0.2478
	4S3	0.0829	0.0679	0.0524	0.0699	-0.2797
	5S3	0.0828	0.0678	0.0529	0.0643	-0.2639
	6S3	0.0808	0.0662	0.0516	0.0657	-0.2512
	7S3	0.0782	0.0641	0.0500	0.0762	-0.2545
	Promedio	0.0861	0.0706	0.0549	0.0707	-0.2647

4.7.1.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 4.14 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0732	0.0525	0.0319	0.1835	-0.6846
	2S4	0.0724	0.0520	0.0315	0.1851	-0.6884
	3S4	0.0594	0.0426	0.0259	0.1570	-0.7013
	4S4	0.0611	0.0439	0.0266	0.1616	-0.7025
	5S4	0.0624	0.0448	0.0272	0.1628	-0.7325
	6S4	0.0606	0.0435	0.0264	0.1640	-0.6655
	7S4	0.0589	0.0423	0.0257	0.1501	-0.6192
	Promedio	0.0640	0.0459	0.0279	0.1663	-0.6849

Tabla 4.15 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0850	0.0630	0.0410	0.1388	-0.5308
	2S4	0.0841	0.0623	0.0405	0.1469	-0.5883
	3S4	0.0690	0.0511	0.0322	0.1114	-0.5247
	4S4	0.0711	0.0526	0.0342	0.1137	-0.5675
	5S4	0.0726	0.0538	0.0350	0.1133	-0.6577
	6S4	0.0705	0.0522	0.0339	0.1188	-0.6418
	7S4	0.0685	0.0508	0.0330	0.1238	-0.6076
	Promedio	0.0744	0.0551	0.0357	0.1238	-0.5883

Tabla 4.16 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0891	0.0691	0.0492	0.1061	-0.5104
	2S4	0.0881	0.0684	0.0487	0.1054	-0.5105
	3S4	0.0723	0.0561	0.0399	0.0910	-0.3801
	4S4	0.0744	0.0578	0.0411	0.0951	-0.3813
	5S4	0.0760	0.0590	0.0420	0.0990	-0.3984
	6S4	0.0738	0.0573	0.0408	0.0936	-0.3818
	7S4	0.0718	0.0557	0.0357	0.0911	-0.4333
	Promedio	0.0779	0.0605	0.0425	0.0973	-0.4280

Tabla 4.17 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 1- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (C) (m.)	CM (B) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0943	0.0773	0.0602	0.0841	-0.2947
2S4	0.0933	0.0765	0.0596	0.0828	-0.2935
3S4	0.0766	0.0627	0.0489	0.0734	-0.2637
4S4	0.0788	0.0646	0.0503	0.0712	-0.2907
5S4	0.0805	0.0660	0.0514	0.0672	-0.2873
6S4	0.0782	0.0641	0.0499	0.0658	-0.2699
7S4	0.0760	0.0623	0.0485	0.0857	-0.2739
Promedio	0.0825	0.0676	0.0527	0.0757	-0.2820

4.7.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

Para el Caso 1 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (entre los pórticos B y C) y como Pórtico Débil (D). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

4.7.2.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 4.18 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0402	0.0271	0.0141	0.1272	-0.1264
2s1	0.0391	0.0264	0.0136	0.1206	-0.1154
3s1	0.0336	0.0226	0.0117	0.0996	-0.0913
4s1	0.0349	0.0235	0.0122	0.1016	-0.0957
5s1	0.0359	0.0242	0.0125	0.1024	-0.0980
6s1	0.0352	0.0238	0.0123	0.1040	-0.1070
7s1	0.0310	0.0209	0.0108	0.1044	-0.0997
Promedio	0.0357	0.0241	0.0125	0.1086	-0.1048

Tabla 4.19 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0454	0.0326	0.0198	0.0977	-0.1221
2s1	0.0441	0.0317	0.0192	0.0965	-0.1171
3s1	0.0379	0.0272	0.0165	0.0852	-0.0988
4s1	0.0394	0.0283	0.0172	0.0874	-0.1069
5s1	0.0405	0.0291	0.0177	0.0784	-0.0931
6s1	0.0398	0.0286	0.0173	0.0801	-0.0949
7s1	0.0350	0.0251	0.0153	0.0701	-0.0848
Promedio	0.0403	0.0289	0.0176	0.0851	-0.1025

Tabla 4.20 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0494	0.0375	0.0257	0.0730	-0.1146
2s1	0.0480	0.0365	0.0249	0.0794	-0.1165
3s1	0.0412	0.0313	0.0214	0.0708	-0.1000
4s1	0.0429	0.0326	0.0223	0.0734	-0.1003
5s1	0.0440	0.0335	0.0229	0.0664	-0.0962
6s1	0.0432	0.0329	0.0225	0.0624	-0.0907
7s1	0.0380	0.0289	0.0198	0.0553	-0.0811
Promedio	0.0438	0.0333	0.0228	0.0687	-0.0999

Tabla 4.21 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0529	0.0421	0.0313	0.0572	-0.0935
2s1	0.0514	0.0409	0.0304	0.0614	-0.0992
3s1	0.0442	0.0351	0.0261	0.0485	-0.0811
4s1	0.0459	0.0365	0.0272	0.0503	-0.0853
5s1	0.0472	0.0375	0.0279	0.0530	-0.0895
6s1	0.0463	0.0369	0.0274	0.0544	-0.0861
7s1	0.0407	0.0324	0.0241	0.0486	-0.0744
Promedio	0.0469	0.0374	0.0278	0.0533	-0.0870

4.7.2.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 4.22 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0545	0.0368	0.0191	0.1112	-0.1043
2S2	0.0505	0.0341	0.0176	0.0958	-0.0917
3S2	0.0543	0.0366	0.0190	0.1107	-0.1033
4S2	0.0524	0.0354	0.0183	0.1069	-0.1081
5S2	0.0452	0.0305	0.0158	0.0868	-0.0882
6S2	0.0480	0.0324	0.0168	0.0978	-0.0991
7S2	0.0507	0.0342	0.0177	0.1153	-0.1161
Promedio	0.0508	0.0343	0.0177	0.1035	-0.1015

Tabla 4.23 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0616	0.0442	0.0269	0.0911	-0.1128
2S2	0.0571	0.0410	0.0249	0.0918	-0.1092
3S2	0.0614	0.0441	0.0268	0.1020	-0.1142
4S2	0.0592	0.0425	0.0258	0.0966	-0.1042
5S2	0.0511	0.0367	0.0223	0.0841	-0.0924
6S2	0.0542	0.0390	0.0237	0.0890	-0.1086
7S2	0.0573	0.0411	0.0250	0.0898	-0.1164
Promedio	0.0574	0.0412	0.0250	0.0921	-0.1083

Tabla 4.24 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0670	0.0509	0.0348	0.0902	-0.1214
2S2	0.0620	0.0472	0.0323	0.0708	-0.1030
3S2	0.0667	0.0507	0.0347	0.1037	-0.1244
4S2	0.0644	0.0489	0.0335	0.0697	-0.0913
5S2	0.0555	0.0422	0.0289	0.0601	-0.0865
6S2	0.0590	0.0448	0.0307	0.0618	-0.0919
7S2	0.0623	0.0473	0.0324	0.0687	-0.1011
Promedio	0.0624	0.0474	0.0325	0.0750	-0.1028

Tabla 4.25 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0718	0.0571	0.0424	0.0748	-0.1245
2S2	0.0665	0.0529	0.0393	0.0710	-0.1026
3S2	0.0715	0.0569	0.0423	0.0810	-0.1193
4S2	0.0690	0.0549	0.0408	0.0627	-0.1031
5S2	0.0595	0.0474	0.0352	0.0594	-0.0968
6S2	0.0632	0.0503	0.0374	0.0610	-0.0999
7S2	0.0667	0.0531	0.0395	0.0612	-0.1085
Promedio	0.0669	0.0532	0.0396	0.0673	-0.1078

4.7.2.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 4.26 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0590	0.0398	0.0206	0.1733	-0.1766
2S3	0.0578	0.0390	0.0202	0.1640	-0.1622
3S3	0.0476	0.0321	0.0166	0.1287	-0.1214
4S3	0.0490	0.0331	0.0171	0.1298	-0.1260
5S3	0.0490	0.0330	0.0171	0.1330	-0.1343
6S3	0.0477	0.0322	0.0167	0.1325	-0.1361
7S3	0.0463	0.0312	0.0162	0.1416	-0.1389
Promedio	0.0509	0.0343	0.0178	0.1433	-0.1422

Tabla 4.27 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0667	0.0479	0.0291	0.1192	-0.1565
2S3	0.0653	0.0469	0.0285	0.1184	-0.1565
3S3	0.0538	0.0386	0.0235	0.1007	-0.1288
4S3	0.0554	0.0397	0.0241	0.1018	-0.1344
5S3	0.0553	0.0397	0.0241	0.0904	-0.1156
6S3	0.0539	0.0387	0.0235	0.0895	-0.1100
7S3	0.0523	0.0375	0.0228	0.0850	-0.1030
Promedio	0.0575	0.0413	0.0251	0.1007	-0.1293

Tabla 4.28 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0725	0.0551	0.0377	0.0735	-0.1277
2S3	0.0710	0.0539	0.0364	0.0824	-0.1464
3S3	0.0585	0.0445	0.0304	0.0741	-0.1238
4S3	0.0602	0.0457	0.0313	0.0750	-0.1281
5S3	0.0601	0.0457	0.0313	0.0696	-0.1197
6S3	0.0586	0.0446	0.0305	0.0662	-0.1032
7S3	0.0568	0.0432	0.0295	0.0640	-0.0982
Promedio	0.0625	0.0475	0.0324	0.0721	-0.1210

Tabla 4.29 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0777	0.0618	0.0459	0.0575	-0.1116
2S3	0.0760	0.0605	0.0450	0.0627	-0.1210
3S3	0.0627	0.0499	0.0371	0.0498	-0.0941
4S3	0.0645	0.0513	0.0381	0.0513	-0.0984
5S3	0.0644	0.0513	0.0381	0.0520	-0.1043
6S3	0.0628	0.0500	0.0372	0.0547	-0.0951
7S3	0.0609	0.0484	0.0360	0.0514	-0.0893
Promedio	0.0670	0.0533	0.0396	0.0542	-0.1020

4.7.2.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 4.30 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0558	0.0376	0.0195	0.1817	-0.1850
2S4	0.0552	0.0372	0.0193	0.1741	-0.1725
3S4	0.0453	0.0305	0.0158	0.1358	-0.1288
4S4	0.0466	0.0314	0.0163	0.1367	-0.1333
5S4	0.0476	0.0321	0.0166	0.1439	-0.1448
6S4	0.0462	0.0312	0.0161	0.1422	-0.1477
7S4	0.0449	0.0303	0.0157	0.1563	-0.1526
Promedio	0.0488	0.0329	0.0170	0.1530	-0.1521

Tabla 4.31 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0630	0.0453	0.0275	0.1263	-0.1775
2S4	0.0623	0.0448	0.0272	0.1271	-0.1773
3S4	0.0511	0.0367	0.0223	0.1082	-0.1477
4S4	0.0527	0.0378	0.0230	0.1096	-0.1464
5S4	0.0538	0.0386	0.0235	0.0999	-0.1290
6S4	0.0522	0.0375	0.0228	0.0975	-0.1299
7S4	0.0508	0.0365	0.0221	0.0934	-0.1171
Promedio	0.0551	0.0396	0.0240	0.1088	-0.1464

Tabla 4.32 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0685	0.0521	0.0356	0.0836	-0.1556
2S4	0.0678	0.0515	0.0352	0.0923	-0.1696
3S4	0.0556	0.0423	0.0289	0.0779	-0.1361
4S4	0.0572	0.0435	0.0298	0.0791	-0.1366
5S4	0.0585	0.0444	0.0304	0.0729	-0.1305
6S4	0.0568	0.0431	0.0295	0.0757	-0.1192
7S4	0.0552	0.0419	0.0287	0.0722	-0.1102
Promedio	0.0599	0.0455	0.0312	0.0791	-0.1368

Tabla 4.33 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 2- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (C)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0734	0.0584	0.0434	0.0623	-0.1228
2S4	0.0726	0.0578	0.0429	0.0679	-0.1342
3S4	0.0596	0.0474	0.0352	0.0523	-0.1033
4S4	0.0613	0.0488	0.0363	0.0540	-0.1093
5S4	0.0627	0.0499	0.0371	0.0559	-0.1177
6S4	0.0608	0.0484	0.0360	0.0575	-0.1089
7S4	0.0591	0.0471	0.0350	0.0559	-0.1010
Promedio	0.0642	0.0511	0.0380	0.0580	-0.1139

4.7.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

Para el Caso 3 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (C) y como Pórtico Débil (E). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

4.7.3.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 4.34 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0475	0.0303	0.0132	0.1545	-0.0854
2s1	0.0461	0.0295	0.0128	0.1479	-0.0831
3s1	0.0396	0.0253	0.0110	0.1282	-0.0704
4s1	0.0412	0.0263	0.0114	0.1198	-0.0630
5s1	0.0423	0.0270	0.0117	0.0976	-0.0524
6s1	0.0416	0.0266	0.0115	0.0965	-0.0520
7s1	0.0366	0.0234	0.0101	0.0987	-0.0539
Promedio	0.0421	0.0269	0.0117	0.1205	-0.0657

Tabla 4.35 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0530	0.0362	0.0195	0.0859	-0.0629
2s1	0.0514	0.0352	0.0189	0.0865	-0.0645
3s1	0.0442	0.0302	0.0168	0.0776	-0.0598
4s1	0.0459	0.0314	0.0169	0.0807	-0.0601
5s1	0.0472	0.0311	0.0174	0.0940	-0.0535
6s1	0.0464	0.0317	0.0171	0.0755	-0.0548
7s1	0.0408	0.0279	0.0150	0.0671	-0.0510
Promedio	0.0470	0.0320	0.0174	0.0810	-0.0581

Tabla 4.36 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0568	0.0414	0.0261	0.0677	-0.0601
2s1	0.0551	0.0402	0.0253	0.0729	-0.0637
3s1	0.0474	0.0346	0.0217	0.0569	-0.0498
4s1	0.0492	0.0359	0.0226	0.0593	-0.0525
5s1	0.0506	0.0369	0.0232	0.0596	-0.0576
6s1	0.0497	0.0363	0.0228	0.0657	-0.0579
7s1	0.0436	0.0319	0.0201	0.0584	-0.0516
Promedio	0.0503	0.0367	0.0231	0.0629	-0.0562

Tabla 4.37 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1s1	0.0599	0.0462	0.0324	0.0576	-0.0604
2s1	0.0582	0.0448	0.0315	0.0534	-0.0562
3s1	0.0500	0.0385	0.0270	0.0441	-0.0454
4s1	0.0520	0.0400	0.0281	0.0463	-0.0478
5s1	0.0534	0.0411	0.0289	0.0477	-0.0496
6s1	0.0524	0.0404	0.0284	0.0517	-0.0474
7s1	0.0461	0.0355	0.0250	0.0440	-0.0414
Promedio	0.0531	0.0409	0.0288	0.0493	-0.0498

4.7.3.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 4.38 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0644	0.0411	0.0178	0.1101	-0.0590
2S2	0.0597	0.0381	0.0165	0.1106	-0.0591
3S2	0.0641	0.0410	0.0178	0.1073	-0.0578
4S2	0.0619	0.0395	0.0172	0.1100	-0.0591
5S2	0.0534	0.0341	0.0148	0.0924	-0.0502
6S2	0.0567	0.0362	0.0157	0.1011	-0.0550
7S2	0.0599	0.0382	0.0166	0.1149	-0.0620
Promedio	0.0600	0.0383	0.0166	0.1066	-0.0574

Tabla 4.39 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0718	0.0491	0.0264	0.1104	-0.0784
2S2	0.0665	0.0455	0.0245	0.0833	-0.0617
3S2	0.0715	0.0489	0.0263	0.1164	-0.0765
4S2	0.0690	0.0472	0.0254	0.0827	-0.0571
5S2	0.0596	0.0407	0.0219	0.0782	-0.0571
6S2	0.0632	0.0433	0.0233	0.0818	-0.0616
7S2	0.0668	0.0457	0.0246	0.0897	-0.0673
Promedio	0.0669	0.0458	0.0246	0.0918	-0.0657

Tabla 4.40 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0770	0.0562	0.0353	0.0865	-0.0820
2S2	0.0713	0.0520	0.0327	0.0841	-0.0752
3S2	0.0767	0.0559	0.0352	0.0919	-0.0773
4S2	0.0730	0.0540	0.0340	0.0744	-0.0656
5S2	0.0638	0.0466	0.0293	0.0746	-0.0642
6S2	0.0678	0.0494	0.0311	0.0749	-0.0637
7S2	0.0716	0.0522	0.0329	0.0732	-0.0664
Promedio	0.0716	0.0523	0.0329	0.0799	-0.0706

Tabla 4.41 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0812	0.0626	0.0440	0.0645	-0.0632
2S2	0.0752	0.0580	0.0407	0.0639	-0.0641
3S2	0.0809	0.0623	0.0438	0.0668	-0.0762
4S2	0.0781	0.0602	0.0423	0.0618	-0.0627
5S2	0.0673	0.0519	0.0365	0.0567	-0.0532
6S2	0.0715	0.0551	0.0387	0.0590	-0.0572
7S2	0.0755	0.0582	0.0409	0.0624	-0.0605
Promedio	0.0757	0.0583	0.0410	0.0622	-0.0625

4.7.3.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 4.42 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0697	0.0445	0.0193	0.1757	-0.0980
2S3	0.0682	0.0436	0.0189	0.1826	-0.1015
3S3	0.0526	0.0359	0.0156	0.1240	-0.0938
4S3	0.0579	0.0369	0.0160	0.1549	-0.0901
5S3	0.0578	0.0369	0.0160	0.1219	-0.0703
6S3	0.0542	0.0360	0.0156	0.1028	-0.0688
7S3	0.0546	0.0349	0.0151	0.1326	-0.0714
Promedio	0.0593	0.0384	0.0167	0.1421	-0.0849

Tabla 4.43 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0777	0.0532	0.0286	0.0979	-0.0740
2S3	0.0761	0.0521	0.0280	0.0999	-0.0763
3S3	0.0627	0.0429	0.0231	0.0866	-0.0682
4S3	0.0645	0.0441	0.0238	0.0887	-0.0693
5S3	0.0645	0.0441	0.0237	0.0878	-0.0658
6S3	0.0629	0.0430	0.0232	0.0806	-0.0628
7S3	0.0609	0.0417	0.0224	0.0779	-0.0603
Promedio	0.0671	0.0459	0.0247	0.0885	-0.0681

Tabla 4.44 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0833	0.0608	0.0383	0.0688	-0.0667
2S3	0.0815	0.0595	0.0374	0.0755	-0.0728
3S3	0.0672	0.0490	0.0309	0.0587	-0.0544
4S3	0.0691	0.0504	0.0318	0.0606	-0.0568
5S3	0.0691	0.0504	0.0317	0.0613	-0.0599
6S3	0.0674	0.0492	0.0309	0.0654	-0.0619
7S3	0.0653	0.0476	0.0300	0.0638	-0.0602
Promedio	0.0718	0.0524	0.0330	0.0649	-0.0618

Tabla 4.45 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0879	0.0677	0.0476	0.0589	-0.0675
2S3	0.0860	0.0663	0.0466	0.0559	-0.0645
3S3	0.0709	0.0547	0.0384	0.0462	-0.0521
4S3	0.0730	0.0562	0.0395	0.0479	-0.0544
5S3	0.0729	0.0562	0.0395	0.0475	-0.0540
6S3	0.0711	0.0548	0.0385	0.0483	-0.0518
7S3	0.0699	0.0531	0.0373	0.0491	-0.0494
Promedio	0.0760	0.0584	0.0410	0.0505	-0.0562

4.7.3.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 4.46 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0659	0.0421	0.0183	0.1866	-0.1063
2S4	0.0652	0.0416	0.0181	0.1984	-0.1132
3S4	0.0535	0.0341	0.0148	0.1660	-0.0978
4S4	0.0550	0.0352	0.0153	0.1603	-0.0950
5S4	0.0562	0.0359	0.0156	0.1342	-0.0787
6S4	0.0546	0.0349	0.0151	0.1327	-0.0776
7S4	0.0531	0.0339	0.0147	0.1488	-0.0819
Promedio	0.0576	0.0368	0.0160	0.1610	-0.0929

Tabla 4.47 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0735	0.0503	0.0271	0.1051	-0.0802
2S4	0.0727	0.0497	0.0268	0.1083	-0.0847
3S4	0.0596	0.0408	0.0220	0.0933	-0.0754
4S4	0.0614	0.0420	0.0226	0.0955	-0.0759
5S4	0.0627	0.0429	0.0231	0.0968	-0.0715
6S4	0.0609	0.0416	0.0221	0.0934	-0.0690
7S4	0.0592	0.0407	0.0218	0.0866	-0.0685
Promedio	0.0643	0.0440	0.0236	0.0970	-0.0750

Tabla 4.48 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0787	0.0574	0.0361	0.0751	-0.0735
2S4	0.0779	0.0568	0.0358	0.0821	-0.0799
3S4	0.0639	0.0466	0.0293	0.0620	-0.0587
4S4	0.0658	0.0480	0.0302	0.0643	-0.0619
5S4	0.0672	0.0490	0.0309	0.0637	-0.0665
6S4	0.0652	0.0476	0.0300	0.0664	-0.0694
7S4	0.0634	0.0463	0.0291	0.0690	-0.0669
Promedio	0.0689	0.0502	0.0316	0.0689	-0.0681

Tabla 4.49 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 3- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0831	0.0640	0.0450	0.0636	-0.0733
2S4	0.0822	0.0633	0.0445	0.0605	-0.0705
3S4	0.0674	0.0520	0.0365	0.0483	-0.0558
4S4	0.0694	0.0535	0.0376	0.0502	-0.0588
5S4	0.0709	0.0546	0.0384	0.0513	-0.0598
6S4	0.0688	0.0530	0.0373	0.0515	-0.0596
7S4	0.0669	0.0516	0.0362	0.0497	-0.0564
Promedio	0.0727	0.0560	0.0393	0.0536	-0.0620

4.7.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

Para el Caso 4 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (C) y como Pórtico Débil (E). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

4.7.4.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 4.50 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.0332	0.0224	0.0116	0.0905	-0.0739
2S1	0.0322	0.0218	0.0113	0.0870	-0.0690
3S1	0.0277	0.0187	0.0097	0.0730	-0.0552
4S1	0.0288	0.0194	0.0101	0.0763	-0.0585
5S1	0.0296	0.0200	0.0103	0.0799	-0.0643
6S1	0.0291	0.0196	0.0102	0.0814	-0.0637
7S1	0.0256	0.0172	0.0089	0.0703	-0.0535
PROMEDIO	0.0295	0.0199	0.0103	0.0798	-0.0626

Tabla 4.51 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.0379	0.0272	0.0165	0.0994	-0.0897
2S1	0.0368	0.0264	0.0160	0.0966	-0.0851
3S1	0.0317	0.0227	0.0137	0.0835	-0.0725
4S1	0.0329	0.0236	0.0143	0.0755	-0.0730
5S1	0.0338	0.0242	0.0147	0.0587	-0.0570
6S1	0.0332	0.0238	0.0144	0.0598	-0.0584
7S1	0.0292	0.0209	0.0127	0.0598	-0.0561
PROMEDIO	0.0336	0.0241	0.0146	0.0762	-0.0703

Tabla 4.52 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S1	0.0416	0.0316	0.0215	0.0655	-0.0764
2S1	0.0404	0.0307	0.0209	0.0634	-0.0776
3S1	0.0347	0.0263	0.0179	0.0560	-0.0690
4S1	0.0361	0.0274	0.0187	0.0586	-0.0582
5S1	0.0371	0.0281	0.0192	0.0533	-0.0538
6S1	0.0364	0.0276	0.0188	0.0522	-0.0520
7S1	0.0320	0.0243	0.0166	0.0456	-0.0540
PROMEDIO	0.0369	0.0280	0.0191	0.0564	-0.0630

Tabla 4.53 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.0449	0.0357	0.0264	0.0482	-0.0687
	2S1	0.0436	0.0347	0.0257	0.0520	-0.0720
	3S1	0.0375	0.0298	0.0221	0.0447	-0.0576
	4S1	0.0390	0.0310	0.0229	0.0480	-0.0653
	5S1	0.0400	0.0318	0.0236	0.0491	-0.0634
	6S1	0.0393	0.0312	0.0231	0.0431	-0.0603
	7S1	0.0346	0.0275	0.0204	0.0382	-0.0557
	PROMEDIO	0.0398	0.0317	0.0235	0.0462	-0.0633

4.7.4.2 Tipo de Suelo S2

Tabla 4.54 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.0450	0.0304	0.0157	0.0965	-0.0744
	2S2	0.0417	0.0281	0.0146	0.0916	-0.0689
	3S2	0.0448	0.0302	0.0157	0.1080	-0.0803
	4S2	0.0433	0.0292	0.0151	0.0976	-0.0789
	5S2	0.0373	0.0252	0.0130	0.0772	-0.0621
	6S2	0.0396	0.0267	0.0138	0.0872	-0.0700
	7S2	0.0419	0.0282	0.0156	0.0941	-0.0789
	PROMEDIO	0.0419	0.0283	0.0148	0.0932	-0.0734

Tabla 4.55 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.0514	0.0369	0.0223	0.0680	-0.0665
	2S2	0.0476	0.0342	0.0207	0.0719	-0.0695
	3S2	0.0512	0.0367	0.0222	0.0705	-0.0644
	4S2	0.0494	0.0354	0.0214	0.0677	-0.0636
	5S2	0.0427	0.0306	0.0185	0.0571	-0.0545
	6S2	0.0453	0.0325	0.0196	0.0625	-0.0599
	7S2	0.0478	0.0343	0.0207	0.0710	-0.0671
	PROMEDIO	0.0479	0.0344	0.0208	0.0670	-0.0637

Tabla 4.56 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0565	0.0428	0.0292	0.0614	-0.0683
2S2	0.0523	0.0396	0.0270	0.0574	-0.0618
3S2	0.0562	0.0426	0.0290	0.0759	-0.0742
4S2	0.0543	0.0411	0.0280	0.0622	-0.0677
5S2	0.0468	0.0355	0.0242	0.0533	-0.0588
6S2	0.0497	0.0377	0.0257	0.0570	-0.0628
7S2	0.0525	0.0398	0.0271	0.0621	-0.0694
PROMEDIO	0.0526	0.0399	0.0272	0.0613	-0.0662

Tabla 4.57 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0609	0.0484	0.0359	0.0651	-0.0708
2S2	0.0564	0.0448	0.0332	0.0547	-0.0616
3S2	0.0607	0.0482	0.0357	0.0629	-0.0825
4S2	0.0586	0.0465	0.0345	0.0476	-0.0604
5S2	0.0505	0.0401	0.0297	0.0448	-0.0538
6S2	0.0536	0.0426	0.0316	0.0459	-0.0581
7S2	0.0566	0.0450	0.0333	0.0514	-0.0642
PROMEDIO	0.0568	0.0451	0.0334	0.0532	-0.0645

4.7.4.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 4.58 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0487	0.0329	0.0170	0.1209	-0.1000
2S3	0.0477	0.0322	0.0167	0.1169	-0.0939
3S3	0.0393	0.0265	0.0137	0.0929	-0.0711
4S3	0.0404	0.0273	0.0141	0.0964	-0.0753
5S3	0.0404	0.0273	0.0141	0.0991	-0.0809
6S3	0.0394	0.0266	0.0138	0.0980	-0.0817
7S3	0.0382	0.0258	0.0133	0.0962	-0.0740
PROMEDIO	0.0420	0.0283	0.0147	0.1029	-0.0824

Tabla 4.59 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0557	0.0399	0.0241	0.1149	-0.1055
2S3	0.0545	0.0391	0.0236	0.1179	-0.1063
3S3	0.0449	0.0322	0.0195	0.1028	-0.0969
4S3	0.0462	0.0331	0.0200	0.0962	-0.0935
5S3	0.0462	0.0331	0.0200	0.0724	-0.0710
6S3	0.0450	0.0323	0.0195	0.0714	-0.0694
7S3	0.0436	0.0313	0.0189	0.0797	-0.0737
PROMEDIO	0.0480	0.0344	0.0208	0.0936	-0.0880

Tabla 4.60 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0611	0.0463	0.0316	0.0752	-0.0967
2S3	0.0598	0.0453	0.0309	0.0754	-0.1004
3S3	0.0493	0.0374	0.0255	0.0640	-0.0870
4S3	0.0507	0.0385	0.0262	0.0660	-0.0715
5S3	0.0507	0.0384	0.0262	0.0602	-0.0656
6S3	0.0494	0.0375	0.0255	0.0584	-0.0641
7S3	0.0479	0.0363	0.0247	0.0543	-0.0705
PROMEDIO	0.0527	0.0400	0.0272	0.0648	-0.0794

Tabla 4.61 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S3	0.0659	0.0524	0.0388	0.0515	-0.0816
2S3	0.0645	0.0513	0.0380	0.0565	-0.0885
3S3	0.0532	0.0423	0.0313	0.0501	-0.0701
4S3	0.0547	0.0435	0.0322	0.0528	-0.0780
5S3	0.0547	0.0434	0.0322	0.0516	-0.0805
6S3	0.0533	0.0424	0.0314	0.0459	-0.0703
7S3	0.0517	0.0410	0.0304	0.0443	-0.0671
PROMEDIO	0.0569	0.0452	0.0335	0.0504	-0.0766

4.7.4.4 Tipo de Suelo S4

Tabla 4.62 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0460	0.0311	0.0161	0.1288	-0.1067
2S4	0.0456	0.0307	0.0159	0.1259	-0.1015
3S4	0.0374	0.0252	0.0131	0.0992	-0.0761
4S4	0.0385	0.0260	0.0134	0.1029	-0.0806
5S4	0.0393	0.0264	0.0137	0.1100	-0.0888
6S4	0.0382	0.0257	0.0133	0.1075	-0.0899
7S4	0.0371	0.0250	0.0130	0.1057	-0.0820
PROMEDIO	0.0403	0.0272	0.0141	0.1114	-0.0894

Tabla 4.63 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0526	0.0377	0.0228	0.1220	-0.1191
2S4	0.0520	0.0373	0.0226	0.1277	-0.1262
3S4	0.0427	0.0306	0.0185	0.1065	-0.1096
4S4	0.0440	0.0315	0.0191	0.1021	-0.1042
5S4	0.0449	0.0322	0.0195	0.0802	-0.0811
6S4	0.0436	0.0313	0.0189	0.0794	-0.0799
7S4	0.0424	0.0304	0.0184	0.0876	-0.0845
PROMEDIO	0.0460	0.0330	0.0200	0.1008	-0.1007

Tabla 4.64 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)	Pórtico Fuerte (A)
1S4	0.0577	0.0438	0.0298	0.0807	-0.1045
2S4	0.0571	0.0433	0.0295	0.0816	-0.1132
3S4	0.0469	0.0355	0.0242	0.0692	-0.0971
4S4	0.0482	0.0366	0.0249	0.0720	-0.0770
5S4	0.0493	0.0374	0.0255	0.0656	-0.0723
6S4	0.0478	0.0363	0.0247	0.0645	-0.0721
7S4	0.0465	0.0353	0.0240	0.0604	-0.0701
PROMEDIO	0.0505	0.0383	0.0261	0.0706	-0.0866

Tabla 4.65 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 4- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (E) (m.)	CM (C) (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (E)
1S4	0.0623	0.0495	0.0367	0.0567	-0.0910
2S4	0.0616	0.0490	0.0363	0.0622	-0.0986
3S4	0.0506	0.0402	0.0298	0.0537	-0.0785
4S4	0.0521	0.0414	0.0306	0.0575	-0.0882
5S4	0.0532	0.0422	0.0313	0.0537	-0.0914
6S4	0.0516	0.0410	0.0304	0.0531	-0.0815
7S4	0.0502	0.0399	0.0295	0.0493	-0.0759
PROMEDIO	0.0545	0.0433	0.0321	0.0552	-0.0864

4.7.5 Caso 5 - $\alpha = 0.83$

Para el Caso 5 se consideran como Pórtico Fuerte al pórtico (A), Centro de Masa al pórtico (entre los pórticos B y C) y como Pórtico Débil (D). Se presentan los resultados según el tipo de perfil de suelo de acuerdo a los sismos de análisis.

4.7.5.1 Tipo de Suelo S1

Tabla 4.66 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S1- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)
1S1	0.0277	0.0198	0.0118	0.1367	-0.1815
2S1	0.0269	0.0192	0.0115	0.1270	-0.1902
3S1	0.0231	0.0165	0.0099	0.0938	-0.1531
4S1	0.0240	0.0171	0.0103	0.0966	-0.1576
5S1	0.0247	0.0176	0.0106	0.1094	-0.1934
6S1	0.0242	0.0173	0.0104	0.0883	-0.1608
7S1	0.0213	0.0152	0.0091	0.0726	-0.1244
PROMEDIO	0.0245	0.0175	0.0105	0.1035	-0.1659

Tabla 4.67 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S1- 3 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)
1S1	0.0321	0.0242	0.0163	0.0826	-0.1758
2S1	0.0312	0.0235	0.0158	0.0809	-0.1677
3S1	0.0268	0.0202	0.0136	0.0691	-0.1513
4S1	0.0278	0.0210	0.0141	0.0692	-0.1741
5S1	0.0286	0.0216	0.0145	0.0702	-0.1333
6S1	0.0281	0.0212	0.0143	0.0739	-0.1450
7S1	0.0247	0.0186	0.0126	0.0693	-0.1334
PROMEDIO	0.0285	0.0215	0.0145	0.0736	-0.1544

Tabla 4.68 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S1- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.0321	0.0242	0.0163	0.0826	-0.1758
	2S1	0.0312	0.0235	0.0158	0.0809	-0.1677
	3S1	0.0268	0.0202	0.0136	0.0691	-0.1513
	4S1	0.0278	0.0210	0.0141	0.0692	-0.1741
	5S1	0.0286	0.0216	0.0145	0.0702	-0.1333
	6S1	0.0281	0.0212	0.0143	0.0739	-0.1450
	7S1	0.0247	0.0186	0.0126	0.0693	-0.1334
	PROMEDIO	0.0285	0.0215	0.0145	0.0736	-0.1544

Tabla 4.69 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S1- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.0356	0.0282	0.0208	0.0773	-0.1664
	2S1	0.0346	0.0274	0.0202	0.0740	-0.1662
	3S1	0.0297	0.0236	0.0174	0.0635	-0.1383
	4S1	0.0309	0.0245	0.0181	0.0619	-0.1301
	5S1	0.0318	0.0252	0.0186	0.0522	-0.1162
	6S1	0.0312	0.0247	0.0182	0.0518	-0.1160
	7S1	0.0274	0.0217	0.0160	0.0533	-0.1197
	PROMEDIO	0.0316	0.0250	0.0185	0.0620	-0.1361

Tabla 4.70 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S1- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S1	0.0389	0.0321	0.0252	0.0633	-0.1786
	2S1	0.0378	0.0312	0.0245	0.0577	-0.1747
	3S1	0.0325	0.0268	0.0211	0.0498	-0.1475
	4S1	0.0338	0.0278	0.0219	0.0523	-0.1299
	5S1	0.0347	0.0286	0.0225	0.0494	-0.1273
	6S1	0.0341	0.0281	0.0221	0.0487	-0.1236
	7S1	0.0300	0.0247	0.0194	0.0431	-0.1228
	PROMEDIO	0.0345	0.0285	0.0224	0.0521	-0.1435

4.7.5.2.- Tipo de Suelo S2.

Tabla 4.71 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S2- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0375	0.0268	0.0161	0.0964	-0.1687
2S2	0.0348	0.0248	0.0149	0.0928	-0.1716
3S2	0.0374	0.0267	0.0160	0.1272	-0.1931
4S2	0.0361	0.0258	0.0154	0.1102	-0.1729
5S2	0.0311	0.0222	0.0133	0.1001	-0.1656
6S2	0.0330	0.0236	0.0141	0.1042	-0.1722
7S2	0.0349	0.0249	0.0149	0.1059	-0.1867
PROMEDIO	0.0350	0.0250	0.0150	0.1053	-0.1758

Tabla 4.72 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S2- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0435	0.0328	0.0221	0.0747	-0.1582
2S2	0.0403	0.0304	0.0205	0.0683	-0.1315
3S2	0.0433	0.0327	0.0220	0.0808	-0.1438
4S2	0.0418	0.0315	0.0213	0.0703	-0.1374
5S2	0.0361	0.0272	0.0183	0.0569	-0.1147
6S2	0.0383	0.0289	0.0195	0.0644	-0.1297
7S2	0.0405	0.0305	0.0206	0.0757	-0.1477
PROMEDIO	0.0405	0.0306	0.0206	0.0702	-0.1376

Tabla 4.73 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S2- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento	
SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
1S2	0.0483	0.0383	0.0282	0.0579	-0.1508
2S2	0.0448	0.0355	0.0262	0.0622	-0.1344
3S2	0.0481	0.0381	0.0281	0.0622	-0.1254
4S2	0.0465	0.0368	0.0271	0.0572	-0.1407
5S2	0.0401	0.0317	0.0234	0.0482	-0.1232
6S2	0.0426	0.0337	0.0249	0.0527	-0.1365
7S2	0.0449	0.0356	0.0263	0.0599	-0.1504
PROMEDIO	0.0450	0.0357	0.0263	0.0572	-0.1373

Tabla 4.74 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S2- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S2	0.0528	0.0435	0.0342	0.0522	-0.1658
	2S2	0.0489	0.0403	0.0317	0.0568	-0.1636
	3S2	0.0525	0.0433	0.0341	0.0698	-0.2010
	4S2	0.0507	0.0418	0.0329	0.0566	-0.1701
	5S2	0.0438	0.0361	0.0284	0.0482	-0.1501
	6S2	0.0465	0.0383	0.0301	0.0512	-0.1606
	7S2	0.0491	0.0404	0.0318	0.0564	-0.1732
	PROMEDIO	0.0492	0.0405	0.0319	0.0559	-0.1692

4.7.5.3 Tipo de Suelo S3

Tabla 4.75 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S3- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0406	0.0290	0.0174	0.1809	-0.2357
	2S3	0.0398	0.0284	0.0170	0.1653	-0.2543
	3S3	0.0328	0.0234	0.0140	0.1143	-0.1843
	4S3	0.0337	0.0241	0.0144	0.1173	-0.2014
	5S3	0.0336	0.0240	0.0144	0.1295	-0.2201
	6S3	0.0328	0.0235	0.0141	0.1140	-0.2081
	7S3	0.0318	0.0227	0.0136	0.0986	-0.1740
	PROMEDIO	0.0350	0.0250	0.0150	0.1314	-0.2111

Tabla 4.76 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S3- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0471	0.0355	0.0239	0.1112	-0.2297
	2S3	0.0461	0.0348	0.0234	0.1086	-0.2266
	3S3	0.0380	0.0287	0.0193	0.0881	-0.2237
	4S3	0.0391	0.0295	0.0199	0.0881	-0.2275
	5S3	0.0391	0.0295	0.0198	0.0891	-0.1834
	6S3	0.0381	0.0287	0.0194	0.0877	-0.1821
	7S3	0.0369	0.0278	0.0188	0.0866	-0.1789
	PROMEDIO	0.0406	0.0306	0.0206	0.0942	-0.2074

Tabla 4.77 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S3- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0523	0.0414	0.0306	0.0966	-0.2612
	2S3	0.0512	0.0406	0.0299	0.0978	-0.2151
	3S3	0.0422	0.0334	0.0247	0.0799	-0.1824
	4S3	0.0434	0.0344	0.0254	0.0767	-0.1742
	5S3	0.0434	0.0344	0.0253	0.0686	-0.1548
	6S3	0.0423	0.0335	0.0247	0.0673	-0.1505
	7S3	0.0410	0.0325	0.0240	0.0709	-0.1713
	PROMEDIO	0.0451	0.0357	0.0264	0.0797	-0.1871

Tabla 4.78 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S3- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S3	0.0571	0.0471	0.0371	0.0698	-0.2444
	2S3	0.0559	0.0461	0.0363	0.0686	-0.2337
	3S3	0.0461	0.0380	0.0299	0.0580	-0.1891
	4S3	0.0474	0.0391	0.0308	0.0600	-0.1683
	5S3	0.0474	0.0390	0.0307	0.0584	-0.1651
	6S3	0.0462	0.0381	0.0300	0.0570	-0.1577
	7S3	0.0448	0.0369	0.0290	0.0524	-0.1720
	PROMEDIO	0.0493	0.0406	0.0320	0.0606	-0.1901

4.7.5.4.- Tipo de Suelo S4.

Tabla 4.79 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S4- 3 pisos.

3 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0384	0.0274	0.0164	0.1880	-0.2472
	2S4	0.0380	0.0271	0.0162	0.1740	-0.2729
	3S4	0.0312	0.0222	0.0133	0.1198	-0.1975
	4S4	0.0321	0.0229	0.0137	0.1245	-0.2171
	5S4	0.0328	0.0234	0.0140	0.1422	-0.2352
	6S4	0.0318	0.0221	0.0136	0.1381	-0.2165
	7S4	0.0309	0.0221	0.0132	0.1079	-0.1935
	PROMEDIO	0.0336	0.0239	0.0144	0.1421	-0.2257

Tabla 4.80 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S4- 4 pisos.

4 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0445	0.0336	0.0226	0.1186	-0.2675
	2S4	0.0440	0.0332	0.0224	0.1176	-0.2748
	3S4	0.0361	0.0272	0.0184	0.0946	-0.2433
	4S4	0.0372	0.0280	0.0189	0.0949	-0.2544
	5S4	0.0380	0.0286	0.0193	0.0985	-0.2190
	6S4	0.0369	0.0278	0.0187	0.0963	-0.2168
	7S4	0.0359	0.0270	0.0182	0.0962	-0.2113
	PROMEDIO	0.0389	0.0294	0.0198	0.1024	-0.2410

Tabla 4.81 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S4- 5 pisos.

5 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0494	0.0392	0.0289	0.1028	-0.2379
	2S4	0.0489	0.0387	0.0286	0.1037	-0.2510
	3S4	0.0401	0.0318	0.0234	0.0838	-0.2144
	4S4	0.0413	0.0327	0.0241	0.0801	-0.1896
	5S4	0.0422	0.0334	0.0247	0.0751	-0.1709
	6S4	0.0410	0.0324	0.0239	0.0703	-0.1669
	7S4	0.0398	0.0315	0.0233	0.0756	-0.1893
	PROMEDIO	0.0432	0.0343	0.0253	0.0845	-0.2029

Tabla 4.82 Desplazamientos y factor de amplificación torsional con aislamiento para Caso 5- S4- 6 pisos.

6 PISOS	Desplazamientos Estructura con sistema de aislamiento			Factor de Amplificación Torsional con Aislamiento		
	SISMOS	Pórtico Débil (D) (m.)	CM (m.)	Pórtico Fuerte (A) (m.)	Pórtico Débil (D)	Pórtico Fuerte (A)
	1S4	0.0540	0.0445	0.0350	0.0747	-0.2572
	2S4	0.0534	0.0440	0.0346	0.0746	-0.2621
	3S4	0.0434	0.0361	0.0284	0.0585	-0.2106
	4S4	0.0451	0.0372	0.0293	0.0647	-0.1767
	5S4	0.0461	0.0380	0.0299	0.0640	-0.1772
	6S4	0.0447	0.0369	0.0290	0.0630	-0.1692
	7S4	0.0435	0.0358	0.0282	0.0574	-0.1784
	PROMEDIO	0.0472	0.0389	0.0306	0.0653	-0.2045

4.7.6 Análisis de resultados

4.7.6.1 Caso 1 - $\alpha = 1$

En la figura 4.7 se indican los factores de amplificación torsional que se obtuvieron de todas las estructuras y los 4 tipos de suelo del Caso 1 - $\alpha=1$, los valores que se encuentran en la parte superior corresponden a los pórticos débiles con su respectivo promedio y los valores que se encuentran en la parte inferior corresponden a los pórticos fuertes con su promedio. En comparación con el caso en el cual las estructuras no poseen sistema de aislamiento los valores de los factores de amplificación torsional han disminuido cuando se tiene incorporado a las estructuras el sistema de aislamiento. Para pórtico débil sin aislamiento los valores promedio son de 1; mientras que para pórtico débil con aislamiento los valores han disminuido a 0.1. Para pórtico fuerte sin aislamientos los valores promedio están entre -0.5 y -1.0 ; mientras que para pórtico fuerte con aislamientos los valores han disminuido entre -0.2 y -0.7 .

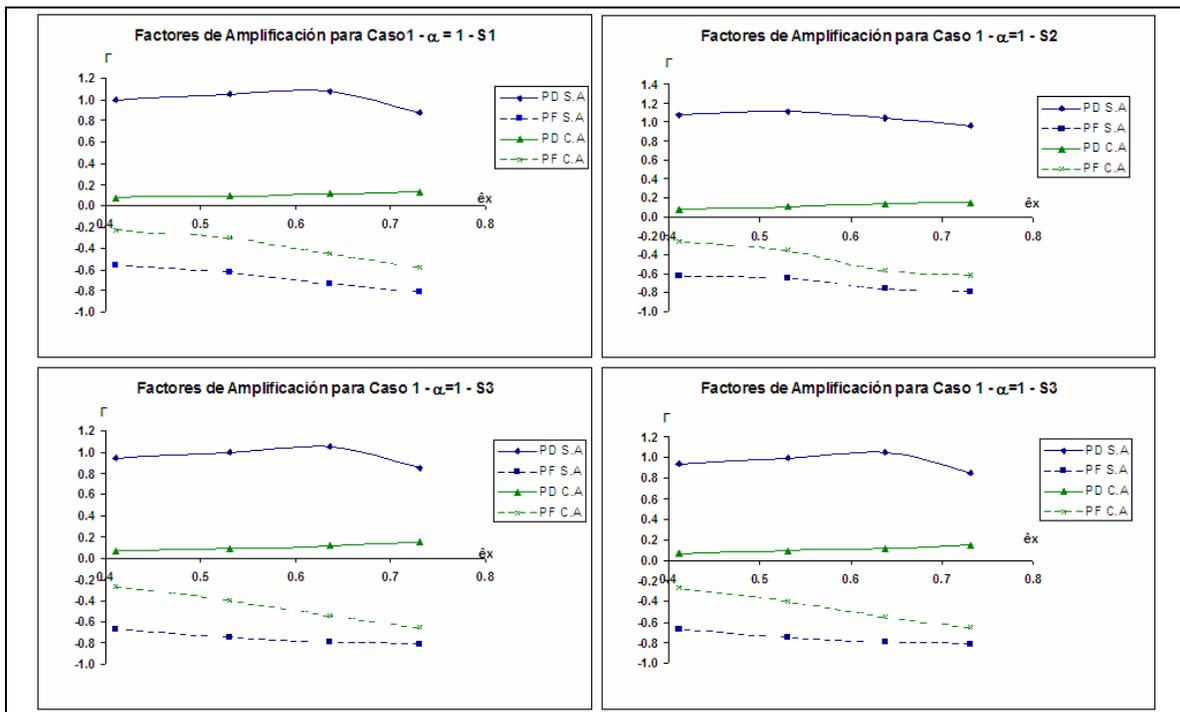


Figura 4.7 Factores de Amplificación Torsional para Caso 1 - $\alpha=1$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 4.8 se indican los valores promedio de los desplazamientos en pórtico débil, centro de masa y pórtico fuerte; el comportamiento de los desplazamientos es similar cuando la estructura no poseen aislamiento de base, es decir el pórtico

débil tiene desplazamientos mayores al centro de masa, mientras que el centro de masa tiene mayores desplazamiento que el pórtico fuerte. En cuanto a los valores promedio de los desplazamientos obtenidos incorporando el sistema de aislación a las estructuras han tenido una disminución muy significativa que a continuación se ilustra en las tablas 4.83 a 4.85.

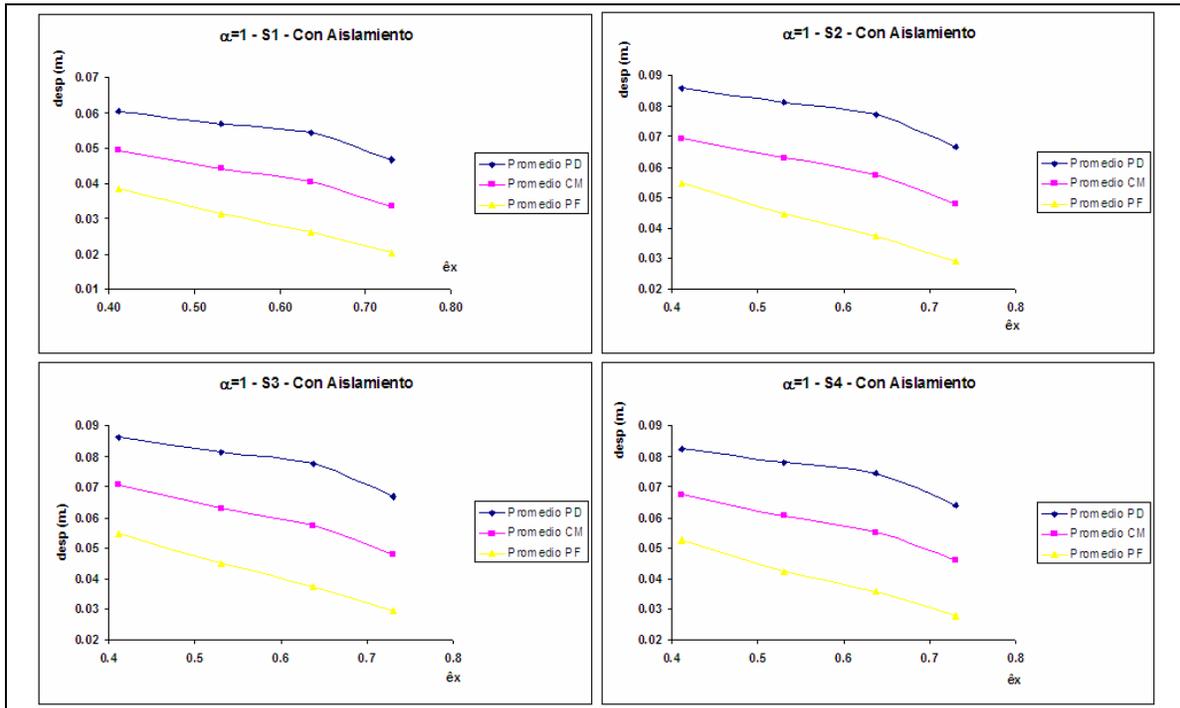


Figura 4.8 Desplazamientos laterales para Caso 1 – $\alpha=1$ en los cuatro tipos de suelo.

Tabla 4.83 Promedio de desplazamientos en edificios sin mampostería Caso 1 - $\alpha=1$.

Pisos	PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS SIN MAMPOSTERÍA											
	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0826	0.0826	0.0826	0.1027	0.1027	0.1027	0.1381	0.1381	0.1381	0.1233	0.1233	0.1233
4	0.0985	0.0985	0.0985	0.1225	0.1225	0.1225	0.1798	0.1798	0.1798	0.1674	0.1674	0.1674
5	0.1109	0.1109	0.1109	0.1379	0.1379	0.1379	0.2025	0.2025	0.2025	0.2053	0.2053	0.2053
6	0.1282	0.1282	0.1282	0.1595	0.1595	0.1595	0.2346	0.2346	0.2346	0.2581	0.2581	0.2581

Tabla 4.84 Promedio de desplazamientos en edificios sin aislamiento Caso 1 - $\alpha=1$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS SIN AISLAMIENTO												
	S1			S2			S3			S4		
Pisos	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.1357	0.0722	0.0140	0.1718	0.0878	0.0188	0.1719	0.0927	0.0175	0.1511	0.0809	0.0160
4	0.1615	0.0777	0.0207	0.1983	0.0971	0.0234	0.2333	0.1138	0.0240	0.2108	0.1040	0.0216
5	0.1693	0.0823	0.0308	0.2239	0.1056	0.0371	0.2541	0.1273	0.0328	0.2306	0.1135	0.0296
6	0.1705	0.0857	0.0375	0.2595	0.1255	0.0460	0.2691	0.1391	0.0459	0.2418	0.1290	0.0412

Tabla 4.85 Promedio de desplazamientos en edificios con aislamiento Caso 1 - $\alpha=1$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS CON AISLAMIENTO												
	S1			S2			S3			S4		
Pisos	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0468	0.0336	0.0204	0.0666	0.0478	0.0290	0.0668	0.0479	0.0295	0.0640	0.0459	0.0279
4	0.0544	0.0403	0.0262	0.0775	0.0574	0.0373	0.0776	0.0575	0.0374	0.0744	0.0551	0.0357
5	0.0570	0.0442	0.0315	0.0812	0.0630	0.0448	0.0813	0.0631	0.0449	0.0779	0.0605	0.0425
6	0.0603	0.0494	0.0385	0.0860	0.0695	0.0549	0.0861	0.0706	0.0549	0.0825	0.0676	0.0527

En las tablas anteriores nos damos cuales son las variaciones que sufren los desplazamientos cuando no tenemos mampostería, cuando tenemos edificios abiertos sin aislamiento y cuando tenemos edificios abiertos con aislamiento.

Al observar las 3 tablas podemos concluir que los mayores valores de desplazamientos se los encuentran en edificios abiertos sin aislamiento, luego tenemos los desplazamientos en los edificios que no se considera la presencia de la mampostería, finalmente los valores menores son los que se presentan en los edificios abiertos con sistema de aislamiento.

Debemos tomar en cuenta que los desplazamientos en las estructuras que no se considera la presencia de mampostería los desplazamientos son iguales en todos los pórticos, pero al realizar la comparación con los desplazamientos en los edificios abiertos con y sin aisladores de base, se debe tener presente que el comportamiento que tendrán todos los pórticos en las estructuras sin la presencia de mampostería será un comportamiento de pórtico débil.

4.7.6.2 Caso 2 - $\alpha = 0.67$

En la figura 4.9 se muestran los valores de los factores de amplificación torsional para Caso 2 - $\alpha=0.67$ en función de la excentricidad estática normalizada, al comparar estos valores con los obtenidos con las estructuras sin sistema de aislamiento. Ahora verificamos que existe una disminución cuando tenemos la presencia de aisladores de base en las estructuras. Para pórtico débil cuando se tienen los edificios abiertos sin aislamiento de base el valor promedio de Γ oscila entre 1.5 y 2, mientras que para pórtico débil con aislamiento el valor promedio está entre 0.05 y 0.14. Para pórtico fuerte sin aislación el valor promedio está entre -0.5 y 0.1 , mientras que para pórtico fuerte con aislamiento el valor promedio se encuentra entre -0.1 y -0.15 .

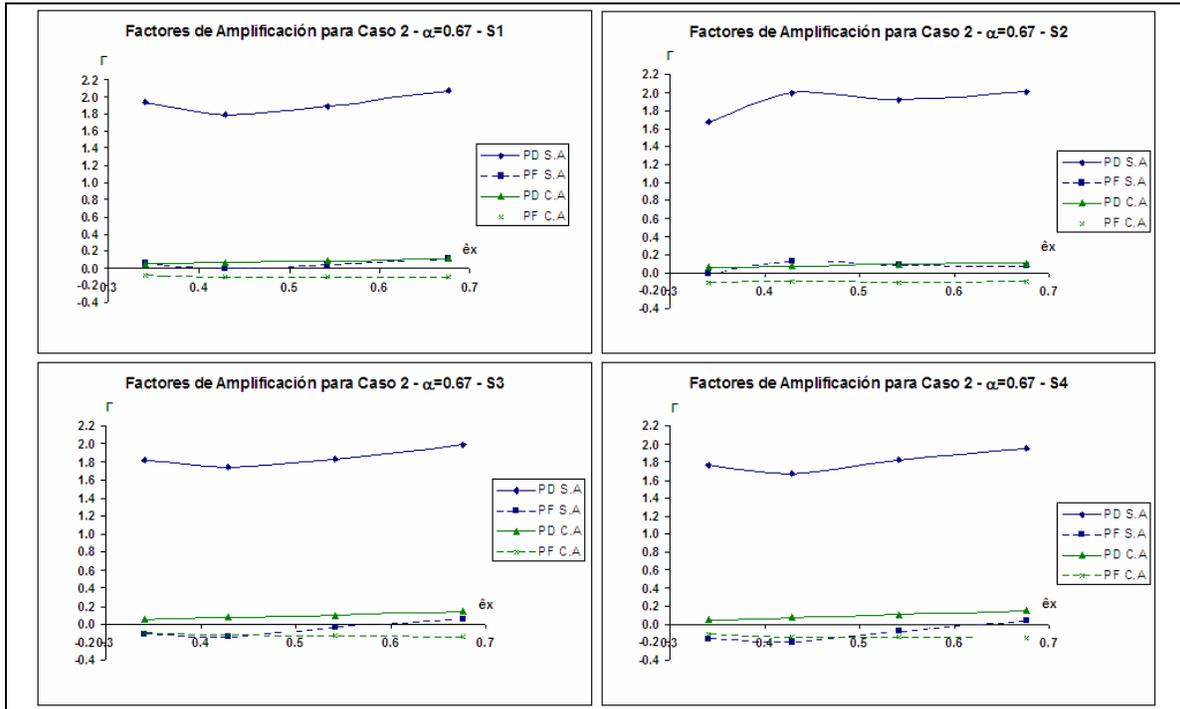


Figura 4.9 Factores de Amplificación Torsional para Caso 2 – $\alpha=0.67$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 4.10 se muestran los desplazamientos promedio para las estructuras del Caso 2 - $\alpha=0.67$ en función de la excentricidad estática normalizada. A diferencia de los resultados de las estructuras sin aislamiento el comportamiento es distinto ya que en las estructuras sin aislamiento los desplazamientos entre pórtico fuerte y centro de masa es muy similar y los promedios son muy cercanos. Para el caso de las estructuras con aislamiento sísmico estos promedios poseen

el comportamiento adecuado para evitar la falla por torsión. Para comparar los valores obtenidos en los análisis anteriores y el actual se presentan las tablas 4.86 a 4.88.

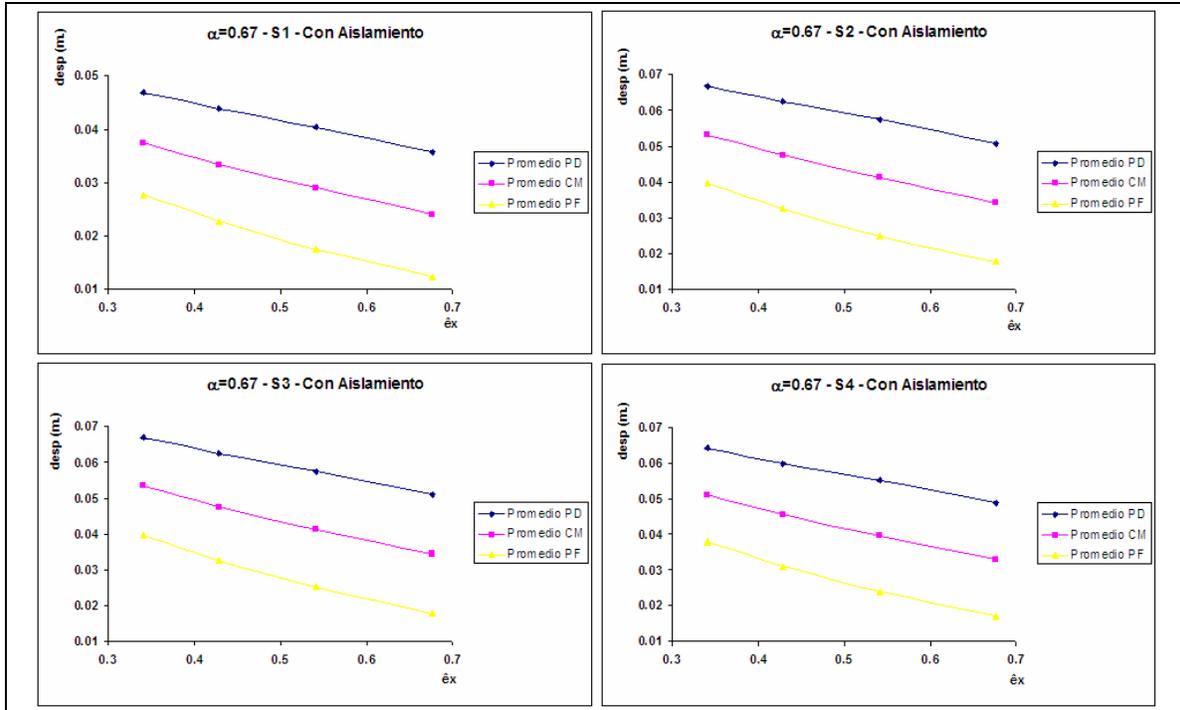


Figura 4.10 Desplazamientos laterales para Caso 2 – $\alpha=0.67$ en los cuatro tipos de suelo.

Tabla 4.86 Promedio de desplazamientos en edificios sin mampostería Caso 2 - $\alpha=0.67$.

Pisos	PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS SIN MAMPOSTERÍA											
	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0683	0.0683	0.0683	0.085	0.085	0.085	0.0953	0.0953	0.0953	0.0851	0.0851	0.0851
4	0.0824	0.0824	0.0824	0.1025	0.1025	0.1025	0.1331	0.1331	0.1331	0.1188	0.1188	0.1188
5	0.0944	0.0944	0.0944	0.1174	0.1174	0.1174	0.169	0.169	0.169	0.1509	0.1509	0.1509
6	0.1037	0.1037	0.1037	0.129	0.129	0.129	0.1896	0.1896	0.1896	0.1786	0.1786	0.1786

Tabla 4.87 Promedio de desplazamientos en edificios sin aislamiento Caso 2 - $\alpha=0.67$.

Pisos	PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS SIN AISLAMIENTO											
	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.1588	0.0517	0.0576	0.2378	0.0791	0.0847	0.1719	0.0575	0.0606	0.1545	0.0523	0.0544
4	0.1868	0.0646	0.0677	0.2449	0.0841	0.0910	0.2254	0.0797	0.0770	0.1997	0.0707	0.0652
5	0.2026	0.0727	0.0724	0.2694	0.0897	0.1008	0.2743	0.0998	0.0856	0.2395	0.0900	0.0725
6	0.2261	0.0772	0.0820	0.2570	0.0960	0.0944	0.3171	0.1126	0.0999	0.2845	0.1029	0.0857

Tabla 4.88 Promedio de desplazamientos en edificios con aislamiento Caso 2 - $\alpha=0.67$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS CON AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0357	0.0241	0.0125	0.0508	0.0343	0.0177	0.0509	0.0343	0.0178	0.0488	0.0329	0.0170
4	0.0403	0.0289	0.0176	0.0574	0.0412	0.0250	0.0575	0.0413	0.0251	0.0551	0.0396	0.0240
5	0.0438	0.0333	0.0228	0.0624	0.0474	0.0325	0.0625	0.0475	0.0324	0.0599	0.0455	0.0312
6	0.0469	0.0374	0.0278	0.0669	0.0532	0.0396	0.0670	0.0533	0.0396	0.0642	0.0511	0.0380

En las tablas anteriores nos damos cuales son las variaciones que sufren los desplazamientos cuando no tenemos mampostería, cuando tenemos edificios abiertos sin aislamiento y cuando tenemos edificios abiertos con aislamiento.

Al observar las 3 tablas podemos concluir que los mayores valores de desplazamientos se los encuentran en edificios abiertos sin aislamiento, luego tenemos los desplazamientos en los edificios que no se considera la presencia de la mampostería, finalmente los valores menores son los que se presentan en los edificios abiertos con sistema de aislamiento.

Debemos tomar en cuenta que los desplazamientos en las estructuras que no se considera la presencia de mampostería los desplazamientos son iguales en todos los pórticos, pero al realizar la comparación con los desplazamientos en los edificios abiertos con y sin aisladores de base, se debe tener presente que el comportamiento que tendrán todos los pórticos en las estructuras sin la presencia de mampostería será un comportamiento de pórtico débil.

4.7.6.3 Caso 3 - $\alpha = 0.5$

En la figura 4.11 se indican los factores de amplificación torsional del Caso 3 - $\alpha=0.5$ en función de la excentricidad estática normalizada, este es el caso más crítico de todos cuando no se tiene sistema de aislación ya que los valores de Γ en pórtico débil están entre 2.5 y 3, pero cuando las estructuras poseen sistema de aislamiento los valores de Γ están entre 0.05 y 0.15. Para pórtico fuerte sin sistema de aislación los valores promedio de Γ están entre 0.5 y 1.5, cuando las

estructuras están sobre el sistema de aislamiento los valores de Γ están entre -0.05 y -0.10 .

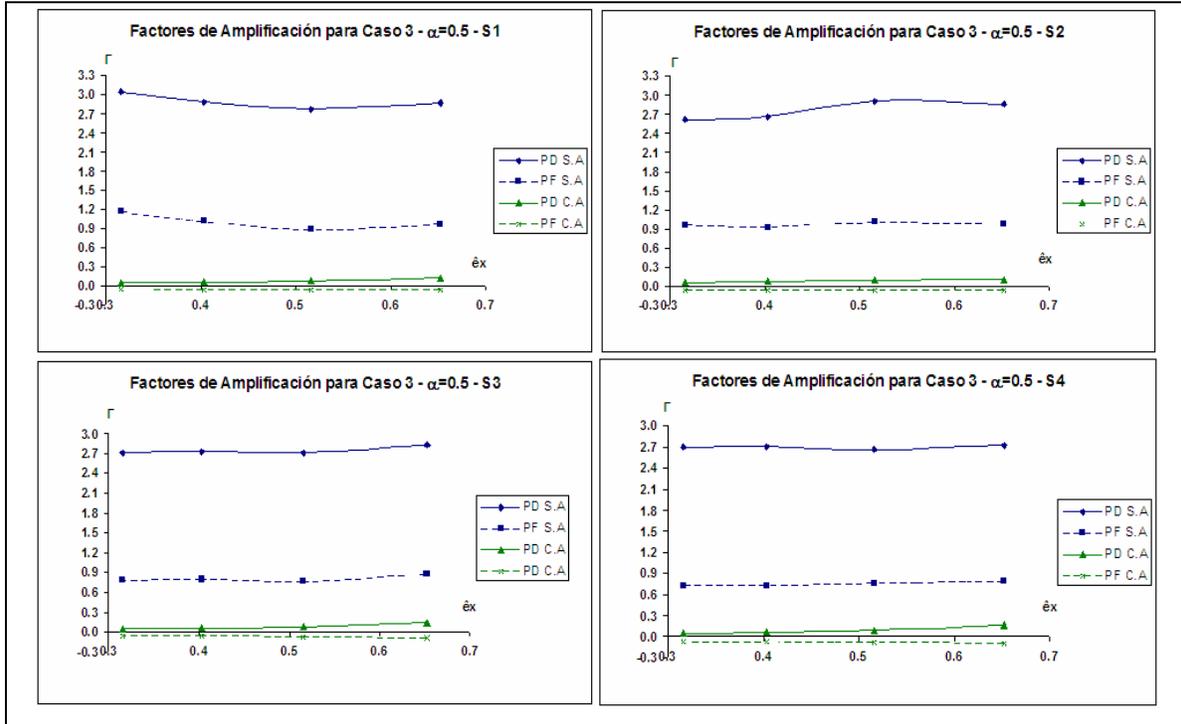


Figura 4.11 Factores de Amplificación Torsional para Caso 3 – $\alpha=0.5$ en los cuatro tipos de suelo.

La figura 4.12 nos presenta los valores promedio de desplazamientos para el Caso 3 – $\alpha=0.5$ en función de la excentricidad estática, los valores que se presentaron cuando las estructuras no poseen sistema de aislamiento son los más altos de todos los casos además el desplazamiento en el centro de masa es mayor que el desplazamiento en el pórtico fuerte, pero ahora cuando se incorporó el sistema de aislamiento de base a las mismas estructuras los desplazamientos mejoraron su comportamiento y el centro de masa tiene mayores desplazamientos que el pórtico fuerte. Para comparar los valores obtenidos en los análisis anteriores y el actual se presentan las tablas 4.89 y 4.91.

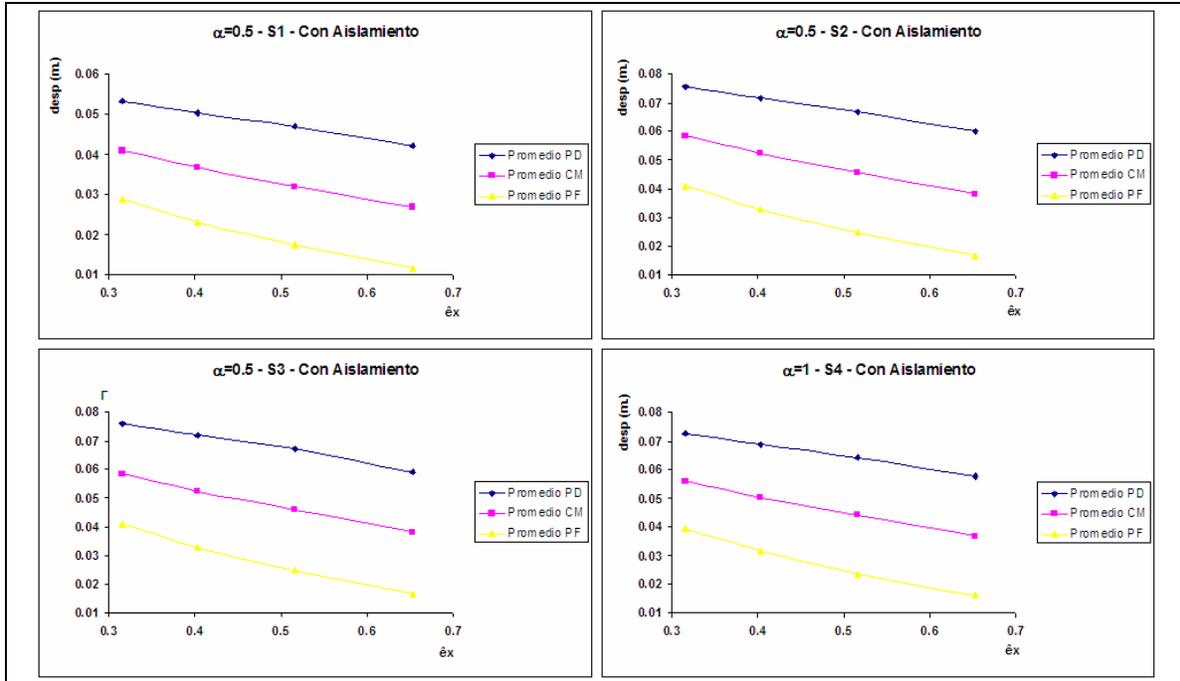


Figura 4.12 Desplazamientos laterales para Caso 3 – $\alpha=0.5$ en los cuatro tipos de suelo.

Tabla 4.89 Promedio de desplazamientos en edificios sin mampostería Caso 3 - $\alpha=0.5$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS SIN MAMPOSTERÍA												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0713	0.0713	0.0713	0.0886	0.0886	0.0886	0.1016	0.1016	0.1016	0.0907	0.0907	0.0907
4	0.0854	0.0854	0.0854	0.1059	0.1059	0.1059	0.1419	0.1419	0.1419	0.1267	0.1267	0.1267
5	0.0976	0.0976	0.0976	0.1212	0.1212	0.1212	0.1781	0.1781	0.1781	0.1609	0.1609	0.1609
6	0.1074	0.1074	0.1074	0.1332	0.1332	0.1332	0.1958	0.1958	0.1958	0.1905	0.1905	0.1905

Tabla 4.90 Promedio de desplazamientos en edificios sin aislamiento Caso 3 - $\alpha=0.5$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS SIN AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.2028	0.0524	0.1034	0.3190	0.0828	0.1641	0.2305	0.0602	0.1127	0.2049	0.0553	0.0983
4	0.2727	0.0721	0.1367	0.3416	0.0871	0.1749	0.3500	0.0944	0.1673	0.3050	0.0831	0.1458
5	0.2965	0.0764	0.1528	0.3305	0.0903	0.1736	0.4107	0.1102	0.1981	0.3710	0.1004	0.1725
6	0.3216	0.0795	0.1728	0.3622	0.1001	0.1962	0.4512	0.1216	0.2176	0.4043	0.1095	0.1891

Tabla 4.91 Promedio de desplazamientos en edificios con aislamiento Caso 3 - $\alpha=0.5$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS CON AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0421	0.0269	0.0117	0.0600	0.0383	0.0166	0.0593	0.0384	0.0167	0.0576	0.0368	0.0160
4	0.0470	0.0320	0.0174	0.0669	0.0458	0.0246	0.0671	0.0459	0.0247	0.0643	0.0440	0.0236
5	0.0503	0.0367	0.0231	0.0716	0.0523	0.0329	0.0718	0.0524	0.0330	0.0689	0.0502	0.0316
6	0.0531	0.0409	0.0288	0.0757	0.0583	0.0410	0.0760	0.0584	0.0410	0.0727	0.0560	0.0393

En la figura 4.12 y las tablas 4.89 a 4.91 se demuestra que los desplazamientos para las estructuras con sistema de aislación disminuyeron en comparación con los desplazamientos en estructuras sin aislación y estructuras sin mampostería. Además el comportamiento mejoró notablemente ya que el desplazamiento del centro de masas es mayor que el desplazamiento del pórtico fuerte, todo lo contrario del comportamiento que tienen estas estructuras sin aislamiento de base. Debemos tomar en cuenta que los desplazamientos en las estructuras que no se considera la presencia de mampostería los desplazamientos son iguales en todos los pórticos, pero al realizar la comparación con los desplazamientos en los edificios abiertos con y sin aisladores de base, se debe tener presente que el comportamiento que tendrán todos los pórticos en las estructuras sin la presencia de mampostería será un comportamiento de pórtico débil. Para este caso los desplazamientos en el pórtico fuerte en edificios abiertos sin sistema de aislación son mayores que los desplazamientos para pórtico fuerte en estructura que no se considera la mampostería.

4.7.6.4 Caso 4 - $\alpha = 0.625$

La figura 4.13 indica los valores promedio de los factores de amplificación torsional de las estructuras del Caso 4 - $\alpha=0.625$; para este caso la tendencia de los valores es muy similar a la del Caso 3 - $\alpha=0.5$, ya que la estructura en análisis tiende a ser rectangular por tal motivo los valores de los factores de amplificación torsional son cercanos a los valores del Caso 3. Los valores de Γ para el Caso 4 sin aislamiento en pórtico débil están entre 2 y 2.5, en comparación con los

valores con sistema de aislación los valores de pórtico débil están entre 0.05 y 0.1. Para pórtico fuerte los valores de Γ sin aislamiento están entre 0 y 0.5, pero cuando tenemos la presencia de aislamiento de base los valores están entre -0.05 y -0.1 .

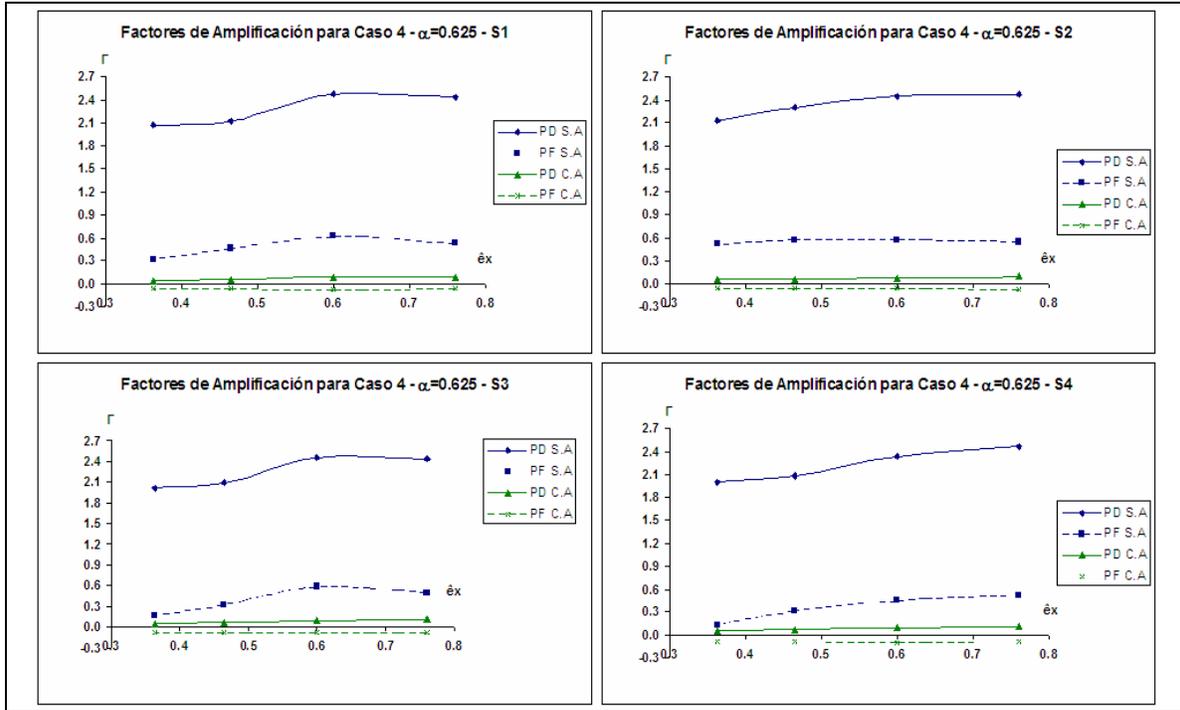


Figura 4.13 Factores de Amplificación Torsional para Caso 4 – $\alpha=0.625$ en los cuatro tipos de suelo.

En la figura 4.14 se indican los valores de los desplazamientos promedio para el Caso 4 – $\alpha=0.625$ en función de la excentricidad estática; ahora que tenemos la presencia del sistema de aislamiento los desplazamientos han disminuido y el comportamiento es el correcto ya que el Centro de Masa tiene mayores desplazamientos que el pórtico fuerte, todo lo contrario de lo que sucede si no tenemos aislamiento de base. Para comparar los valores obtenidos en los análisis anteriores y el actual se presentan las tablas 4.92 a 4.94.

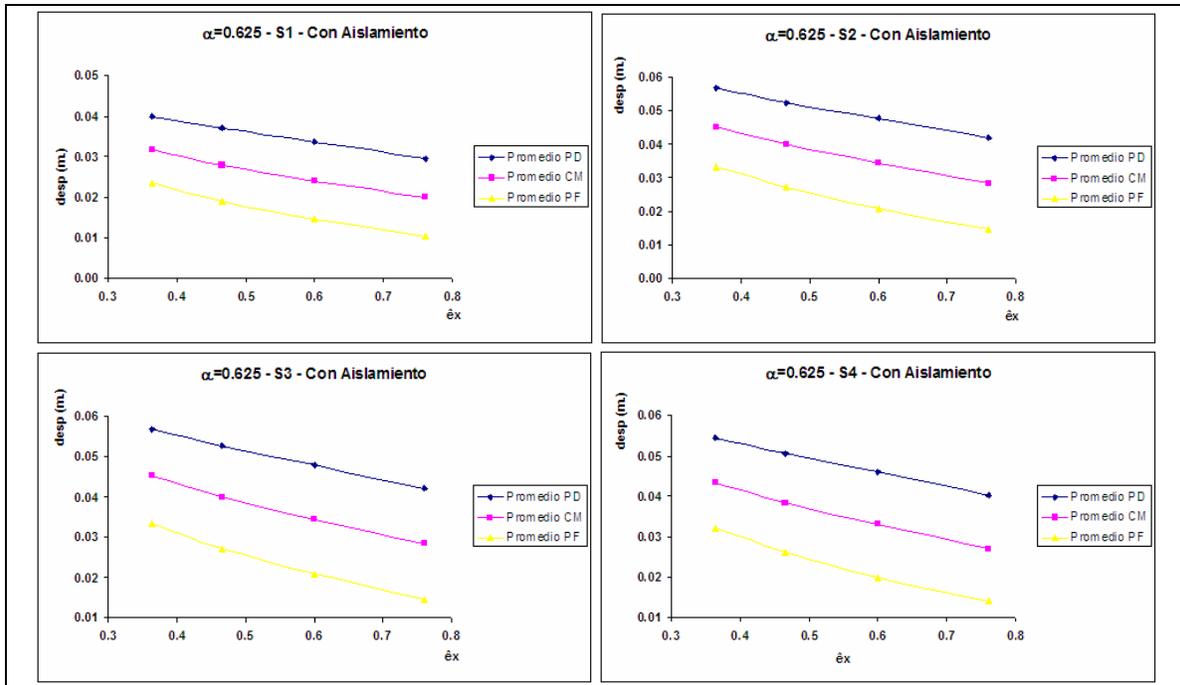


Figura 4.14 Desplazamientos laterales para Caso 4 – $\alpha=0.625$ en los cuatro tipos de suelo.

Tabla 4.92 Promedio de desplazamientos en edificios sin mampostería Caso 4 - $\alpha=0.625$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS SIN MAMPOSTERÍA												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0629	0.0629	0.0629	0.0783	0.0783	0.0783	0.0811	0.0811	0.0811	0.0724	0.0724	0.0724
4	0.0759	0.0759	0.0759	0.0944	0.0944	0.0944	0.1133	0.1133	0.1133	0.1011	0.1011	0.1011
5	0.0868	0.0868	0.0868	0.108	0.108	0.108	0.1439	0.1439	0.1439	0.1284	0.1284	0.1284
6	0.1625	0.1625	0.1625	0.2022	0.2022	0.2022	0.29	0.29	0.29	0.259	0.259	0.259

Tabla 4.93 Promedio de desplazamientos en edificios sin aislamiento Caso 4 - $\alpha=0.625$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS SIN AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.1783	0.0520	0.0795	0.2180	0.0627	0.0965	0.1972	0.0575	0.0862	0.1749	0.0505	0.0762
4	0.1805	0.0517	0.0838	0.2833	0.0823	0.1293	0.2077	0.0601	0.0952	0.1841	0.0553	0.0799
5	0.2097	0.0672	0.0982	0.2751	0.0833	0.1311	0.2603	0.0842	0.1112	0.2289	0.0744	0.0982
6	0.2240	0.0730	0.0961	0.2797	0.0895	0.1356	0.2929	0.0973	0.1134	0.2560	0.0854	0.0963

Tabla 4.94 Promedio de desplazamientos en edificios con aislamiento Caso 4 - $\alpha=0.625$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS CON AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0295	0.0199	0.0103	0.0419	0.0283	0.0148	0.0420	0.0283	0.0147	0.0403	0.0272	0.0141
4	0.0336	0.0241	0.0146	0.0479	0.0344	0.0208	0.0480	0.0344	0.0208	0.0460	0.0330	0.0200
5	0.0369	0.0280	0.0191	0.0526	0.0399	0.0272	0.0527	0.0400	0.0272	0.0505	0.0383	0.0261
6	0.0398	0.0317	0.0235	0.0568	0.0451	0.0334	0.0569	0.0452	0.0335	0.0545	0.0433	0.0321

En la figura 4.14 y las tablas 4.92 a 4.94 se demuestra que los desplazamientos disminuyeron notablemente en relación con los obtenidos en estructuras sin sistema de aislación. Debemos tomar en cuenta que los desplazamientos en las estructuras que no se considera la presencia de mampostería los desplazamientos son iguales en todos los pórticos, pero al realizar la comparación con los desplazamientos en los edificios abiertos con y sin aisladores de base, se debe tener presente que el comportamiento que tendrán todos los pórticos en las estructuras sin la presencia de mampostería será un comportamiento de pórtico débil. Además el comportamiento mejoró notablemente ya que el desplazamiento del centro de masas es mayor que el desplazamiento del pórtico fuerte, todo lo contrario del comportamiento que tienen estas estructuras sin aislamiento de base. Para este caso los desplazamientos en el pórtico fuerte en edificios abiertos sin sistema de aislación son mayores que los desplazamientos para pórtico fuerte en estructura que no se considera la mampostería.

4.7.6.5 Caso 5 - $\alpha = 0.833$

La figura 4.15 muestra los valores promedio de los factores de amplificación torsional de las estructuras del Caso 5 – $\alpha=0.833$ en función de la excentricidad estática; esta estructura tiende a ser cuadrada por tal motivo su funcionamiento es el adecuado además con el acoplamiento del sistema de aislación los factores de amplificación tienen menores valores. Los valores promedio de Γ para pórtico débil sin aislamiento están entre 1 y 1.5, para pórtico débil con aislamiento los valores están entre 0.05 y 0.15. Para pórtico fuerte sin aislamiento los valores están entre

0 y -0.5 , mientras que los valores de Γ para pórtico fuerte con aislamientos están entre -0.15 y -0.25 .

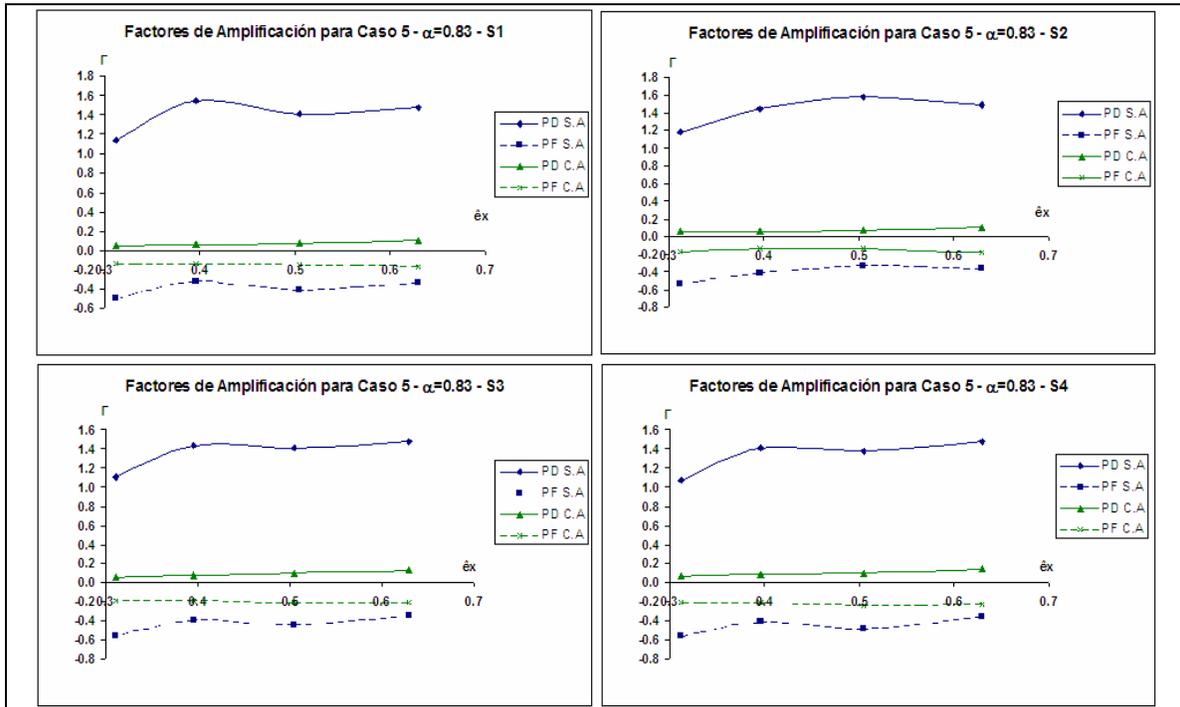


Figura 4.15 Factores de Amplificación Torsional para Caso 5 – $\alpha=0.833$ en los cuatro tipos de suelo.

La figura 4.16 indica los valores de los desplazamientos promedio para el Caso 5 – $\alpha=0.833$; estos valores que se presentan son mucho menores que los obtenidos cuando no se utiliza sistema de aislamiento en los edificios abiertos de este caso. La relación $\alpha=0.833$ de este caso nos demuestra que la planta tiende a ser cuadrada por tal motivo los desplazamientos obtenidos sin sistema de aislamiento tienen una tendencia adecuada ya que el centro de masa tiene mayores valores de desplazamientos que el pórtico fuerte. . Para comparar los valores obtenidos en los análisis anteriores y el actual se presentan las tablas 4.95 a 4.97.

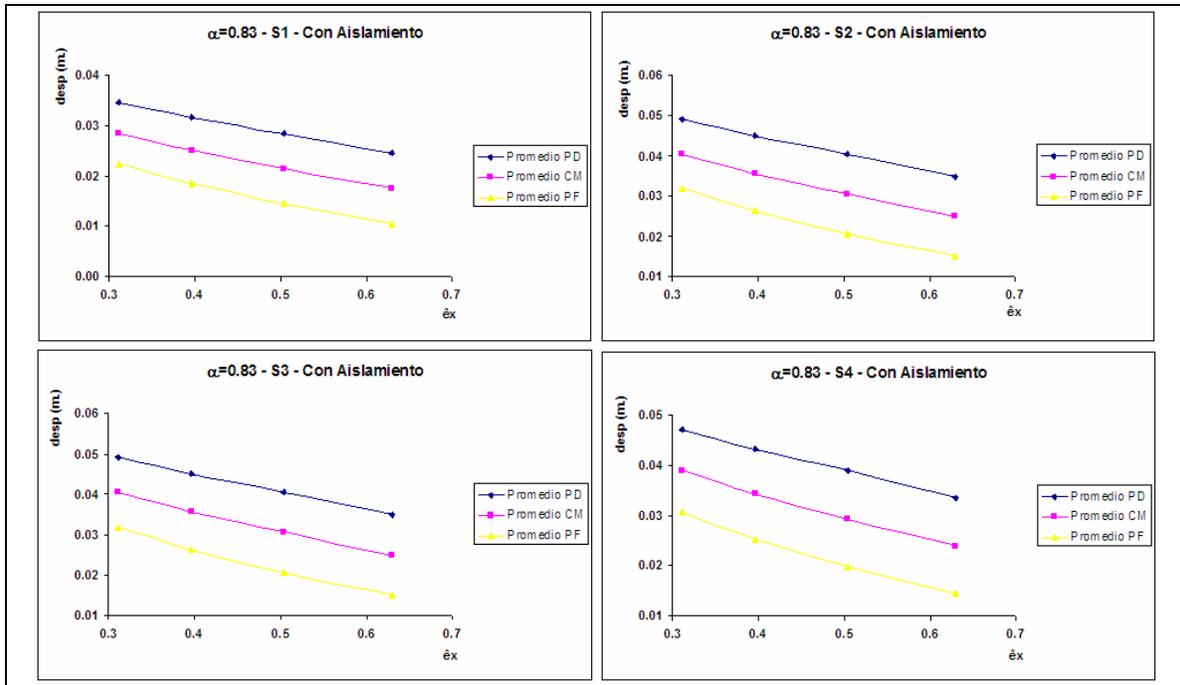


Figura 4.16 Desplazamientos laterales para Caso 5 – $\alpha=0.833$ en los cuatro tipos de suelo.

Tabla 4.95 Promedio de desplazamientos en edificios sin mampostería Caso 5 - $\alpha=0.833$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS SIN MAMPOSTERÍA												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0609	0.0609	0.0609	0.0758	0.0758	0.0758	0.0761	0.0761	0.0761	0.0679	0.0679	0.0679
4	0.0735	0.0735	0.0735	0.0914	0.0914	0.0914	0.1062	0.1062	0.1062	0.0949	0.0949	0.0949
5	0.0841	0.0841	0.0841	0.1046	0.1046	0.1046	0.1349	0.1349	0.1349	0.1205	0.1205	0.1205
6	0.0924	0.0924	0.0924	0.1149	0.1149	0.1149	0.1597	0.1597	0.1597	0.1426	0.1426	0.1426

Tabla 4.96 Promedio de desplazamientos en edificios sin aislamiento Caso 5 - $\alpha=0.833$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS SIN AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0974	0.0392	0.0256	0.1340	0.0537	0.0341	0.1092	0.0440	0.0286	0.0979	0.0394	0.0255
4	0.1261	0.0523	0.0308	0.1895	0.0732	0.0490	0.1408	0.0584	0.0326	0.1241	0.0522	0.0269
5	0.1357	0.0535	0.0361	0.2073	0.0850	0.0504	0.1498	0.0621	0.0377	0.1356	0.0565	0.0331
6	0.1419	0.0663	0.0337	0.1889	0.0863	0.0403	0.1732	0.0826	0.0363	0.1529	0.0738	0.0325

Tabla 4.97 Promedio de desplazamientos en edificios con aislamiento Caso 5 - $\alpha=0.833$.

PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTOS EN EDIFICIOS ABIERTOS CON AISLAMIENTO												
Pisos	S1			S2			S3			S4		
	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)	Pórtico Débil (m.)	Centro de Masa (m.)	Pórtico Fuerte (m.)
3	0.0245	0.0175	0.0105	0.0350	0.0250	0.0150	0.0350	0.0250	0.0150	0.0336	0.0239	0.0144
4	0.0285	0.0215	0.0145	0.0405	0.0306	0.0206	0.0406	0.0306	0.0206	0.0389	0.0294	0.0198
5	0.0316	0.0250	0.0185	0.0450	0.0357	0.0263	0.0451	0.0357	0.0264	0.0432	0.0343	0.0253
6	0.0345	0.0285	0.0224	0.0492	0.0405	0.0319	0.0493	0.0406	0.0320	0.0472	0.0389	0.0306

En las tablas anteriores nos damos cuales son las variaciones que sufren los desplazamientos cuando no tenemos mampostería, cuando tenemos edificios abiertos sin aislamiento y cuando tenemos edificios abiertos con aislamiento.

Al observar las 3 tablas podemos concluir que los mayores valores de desplazamientos se los encuentran en edificios abiertos sin aislamiento, luego tenemos los desplazamientos en los edificios que no se considera la presencia de la mampostería, finalmente los valores menores son los que se presentan en los edificios abiertos con sistema de aislamiento.

Debemos tomar en cuenta que los desplazamientos en las estructuras que no se considera la presencia de mampostería los desplazamientos son iguales en todos los pórticos, pero al realizar la comparación con los desplazamientos en los edificios abiertos con y sin aisladores de base, se debe tener presente que el comportamiento que tendrán todos los pórticos en las estructuras sin la presencia de mampostería será un comportamiento de pórtico débil.