

CAPÍTULO IV

MODELO SIMPLIFICADO DE 1 GDL PARA ANÁLISIS SISMICO DE ESTRUCTURAS CON FPS

RESUMEN

En este capítulo se obtendrá y se explicará un sistema equivalente de un 1 gdl a partir del sistema de múltiples grados de libertad para estructuras con FPS para lo es necesario detallar y comprender el modelo simplificado de Bozzo y Mahin, se analizan estructuras de 2, 4, 6 y 8 pisos las mismas que estarán afectadas por 6 sismos diferentes aplicando el sistema de 1gdl como el de mgdl para realizar una comparación de resultados entre los dos sistemas.



4.1 OBTENCIÓN DE SISTEMA EQUIVALENTE DE 1 GDL A PARTIR DE SISTEMA DE MGD

Se puede modelar al sistema como un modelo de un grado de libertad puesto que en la mayoría de los casos la masa asociada con el grado de libertad del sistema de aislación es despreciable en comparación con la masa de la superestructura por lo que se analizará el sistema como de un grado de libertad.

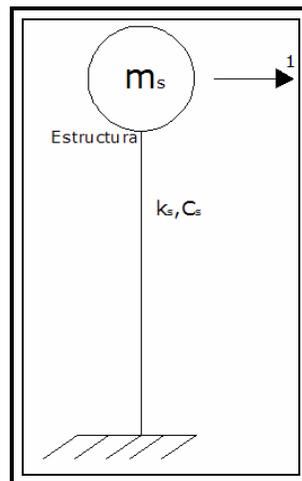


Figura 4.1: Sistema equivalente de un grado de libertad

Sin embargo con el sistema equivalente de un grado de libertad se presentan varias dificultades como por ejemplo que el amortiguamiento para la superestructura es de tipo viscoso y el amortiguamiento del sistema FPS es de tipo friccional o de Coulomb.



Se analiza asumiendo que responde en rango elástico. El amortiguamiento en estructuras es comúnmente caracterizado por ser viscoso en este caso también se la tomará de esta manera debido que la rigidez elástica de la estructura en comparación con la rigidez del FPS es muy alta además que la masa asociada al FPS es muy baja.

4.2 MODELO SIMPLIFICADO LINEAL DE BOZZO Y MAHIN

Se analiza a la estructura como que actúa solo con un grado de libertad asumiendo que responde en rango elástico. El amortiguamiento en estructuras es comúnmente caracterizado por ser viscoso en este caso también se la tomará de esta manera debido que la rigidez elástica de la estructura en comparación con la rigidez del FPS es muy alta además que la masa asociada al FPS es muy baja.

4.3 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS CON FPS CON MODELO DE 1GDL Y CON SISTEMA DE MGD

Se analiza las estructuras en el programa masacorregidafriccionalnew el mismo que analiza tanto en el sistema de mgdl como en 1gdl para poder realizar una comparación de los resultados, en los dos casos se obtienen gráficas de desplazamientos vs tiempo en las cuales podremos guiarnos y ver las variaciones de desplazamientos .



4.3.1 Estructuras de análisis

Se analizan cuatro estructuras de 2, 4, 6 y 8 pisos. Todas tienen la misma distribución en planta, tienen planta cuadrada con luces iguales de 5 m., cada uno. La altura de los entrepisos es de 3.0 m. para las estructuras de 2 y 4 pisos; y para las estructuras de 6 y 8 pisos es de 3.5 m. En la tabla 1, se indica las dimensiones de cada una de las estructuras y en la última columna se muestra el período fundamental de la superestructura. El período objetivo de las estructuras con dispositivos de control fué de 2 s y un μ de 0.05.

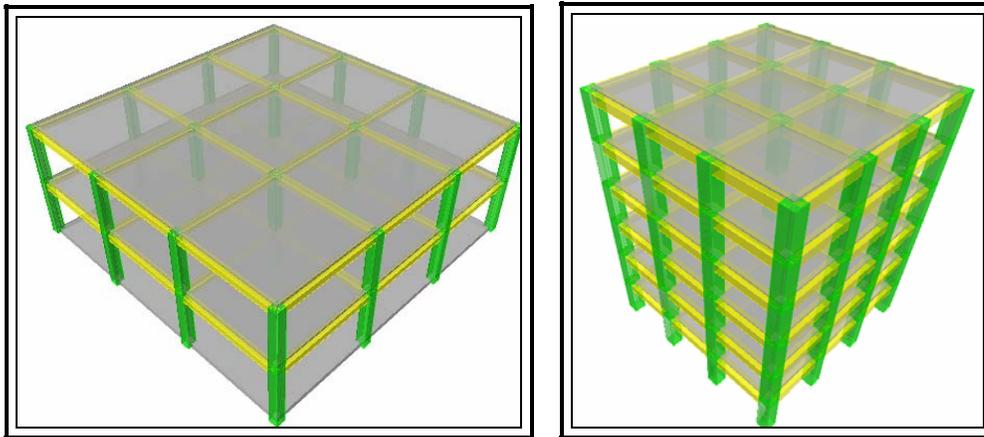


Figura 4.2: Vista en elevación de estructuras de 2 y 6 pisos.

Tabla 4.1: Dimensiones y período de vibración de estructuras analizadas.

Estructura	Dimensiones		Altura de entrepiso (m)	Cargas (Kg/m ²)
	Columnas (m)	Vigas (m)		
2	0.4 / 0.4	0.3 / 0.3	3.0	600
4	0.5 / 0.5	0.4 / 0.4	3.0	800
6	0.7 / 0.7	0.6 / 0.6	3.5	1000
8	0.9 / 0.9	0.7 / 0.7	3.5	1200



4.3.2 Sismos de análisis

A continuación se muestran los sismos de análisis y los espectros de respuesta para 5%, se utilizó el programa DEGTRA.

Centro de 1940

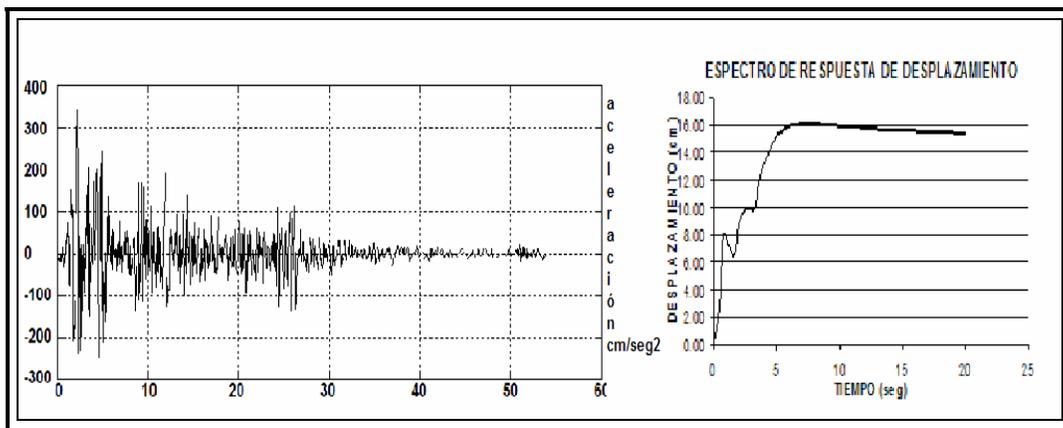


Figura 4.3: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Centro.

Mendoza 1985

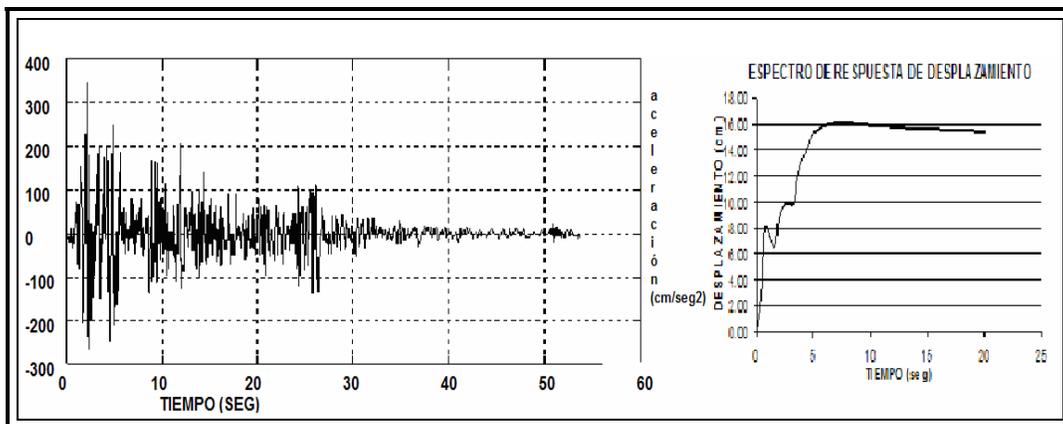


Figura 4.4: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Mendoza.



Perú 1977

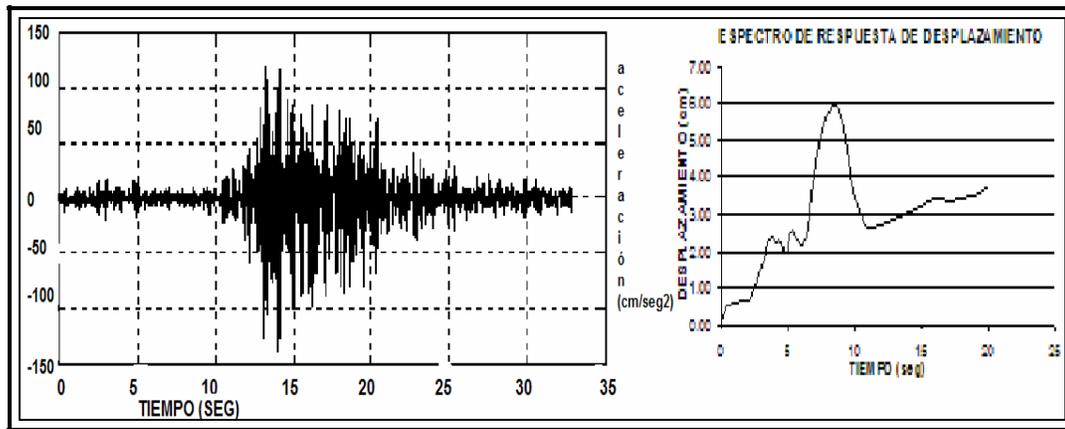


Figura 4.5: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Perú.

Chile 1985 (Viña del mar)

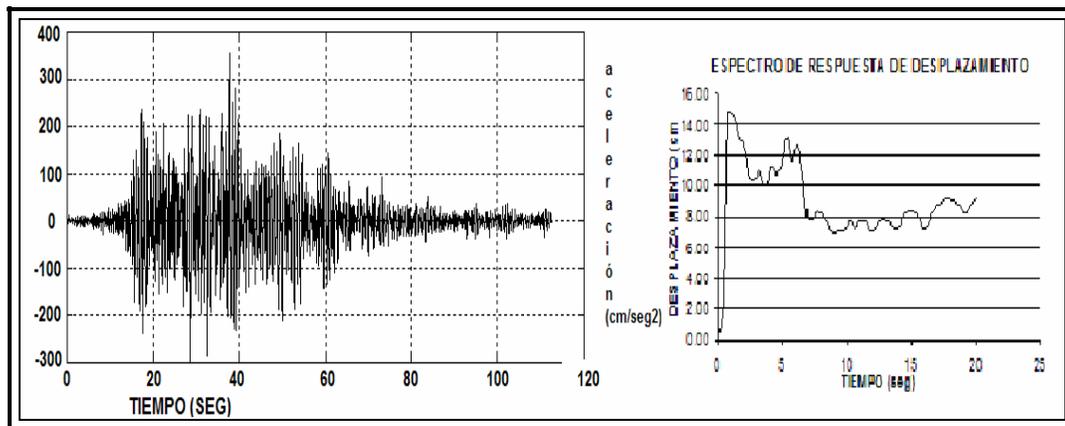


Figura 4.6: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Chile.



Chile 1985 (Papudo)

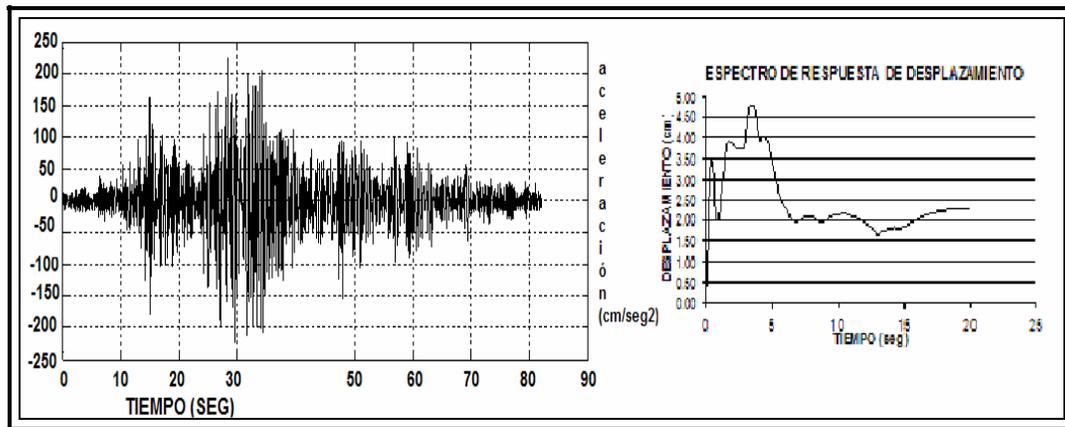


Figura 4.7: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Chile.

Chile 1985 (San Felipe)

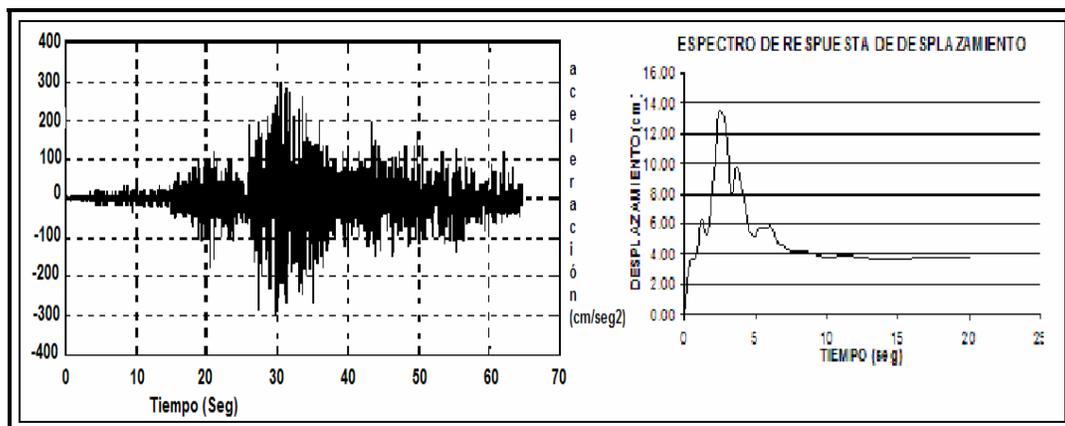


Figura 4.8: Acelerograma y espectro de respuesta sismo Chile.



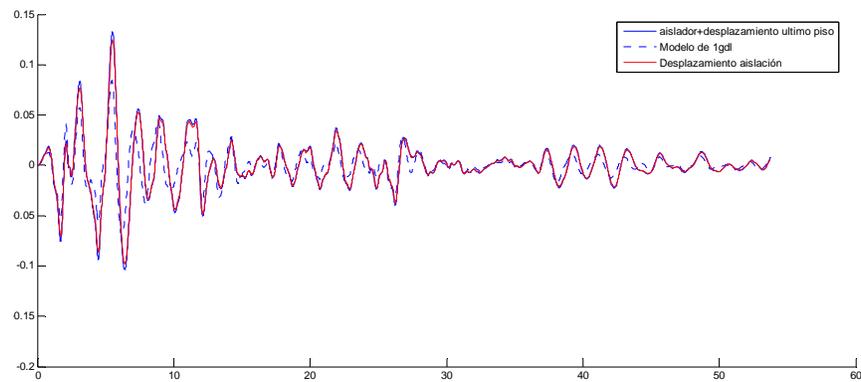
4.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE MODELO DE 1GDL LINEAL Y MODELO MGD.

Para el análisis tanto para el modelo de 1gdl como para el modelo mgdl se utiliza el programa masacorregidaaislamientonew.

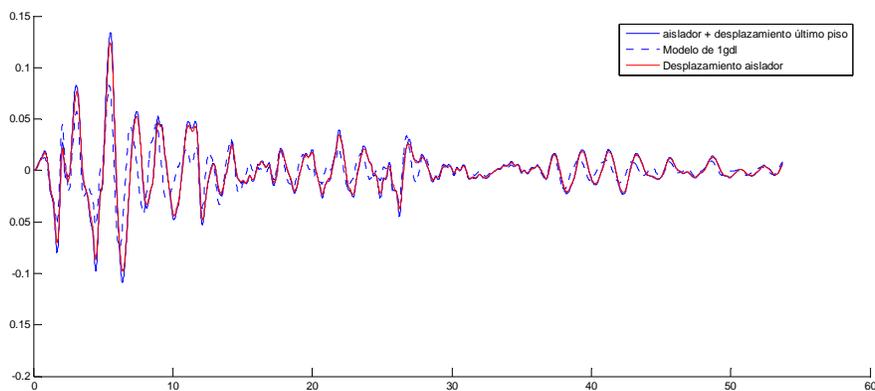
El modelo de mgdl se los explicó en capítulos anteriores, cuando se hablo del método de masacorregida que analizaba la estructura con 3gdl por planta.

Sismo Centro

2 pisos

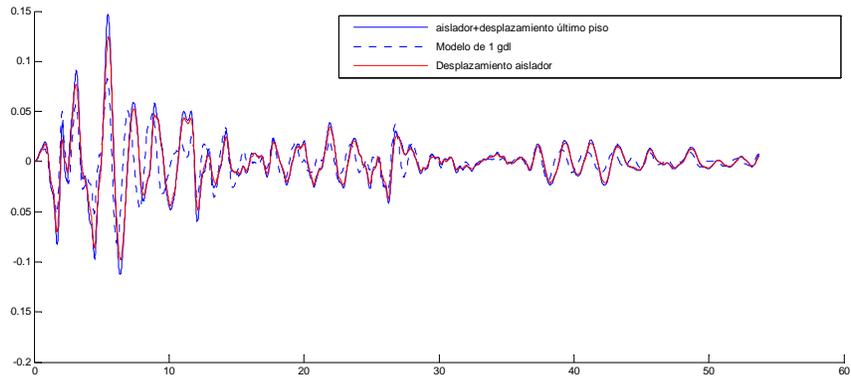


4 pisos

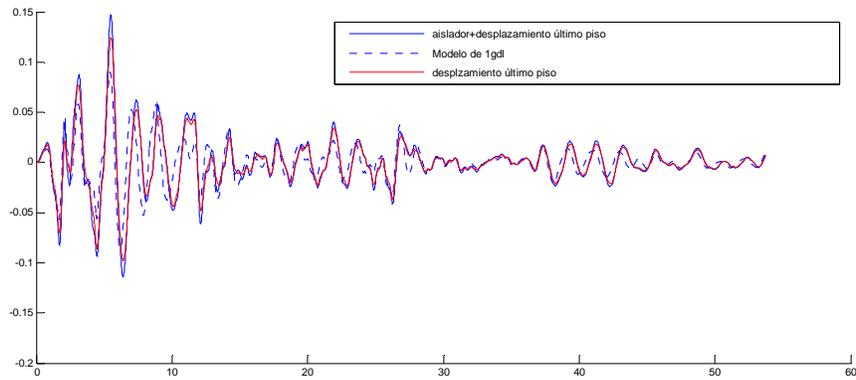




6 pisos

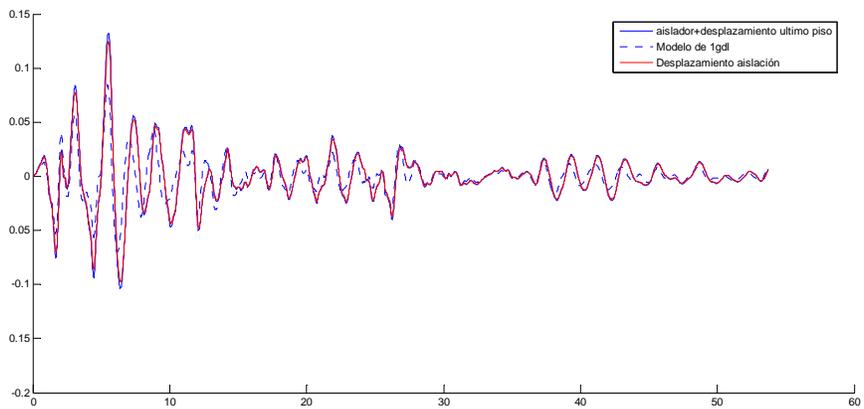


8 pisos



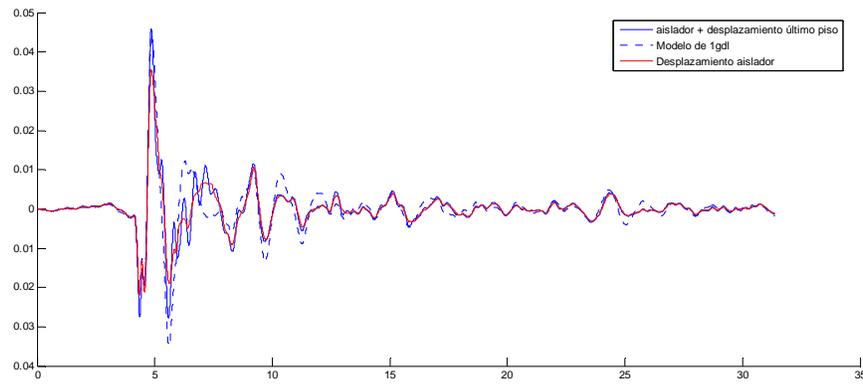
Mendoza de 1985

2 pisos

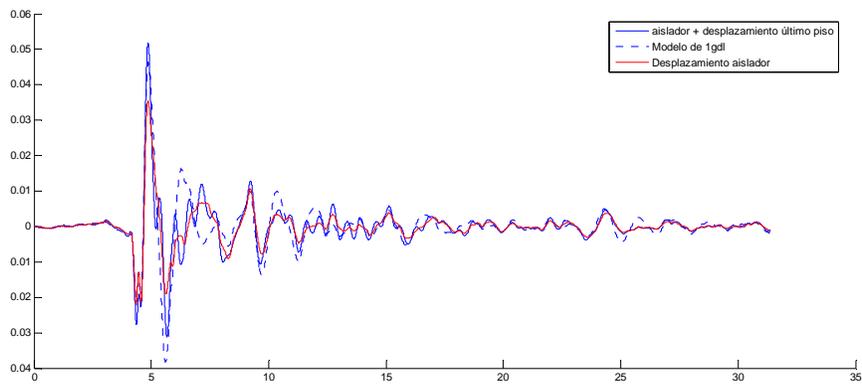




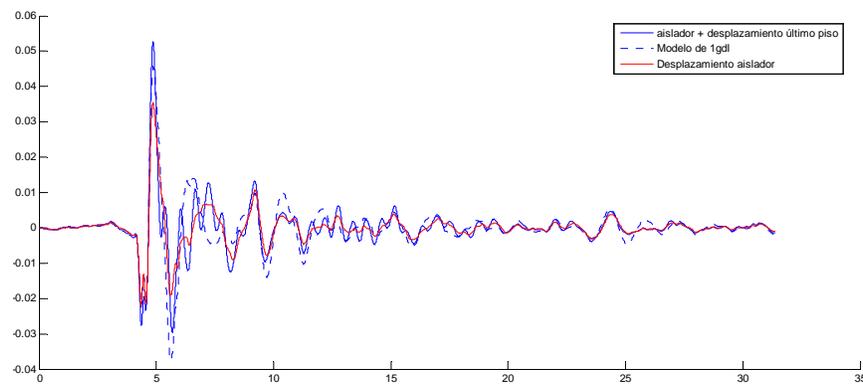
4 pisos



6 pisos



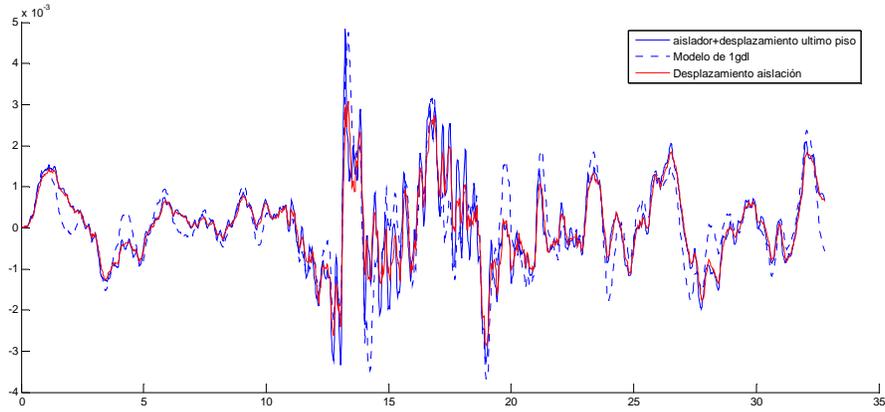
8 pisos



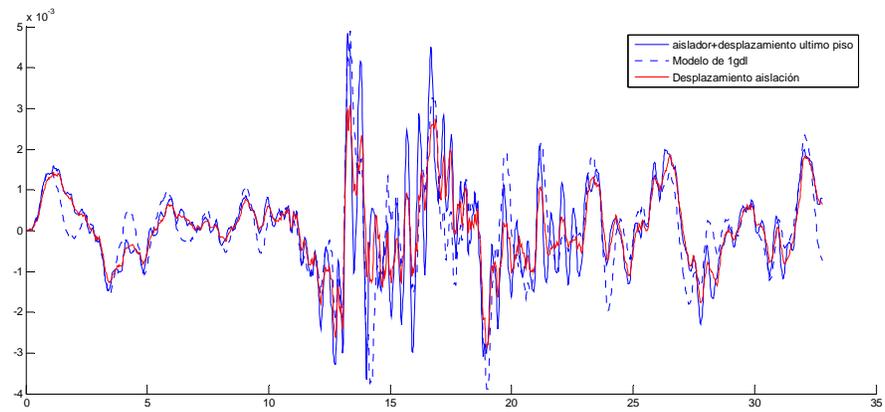


Perú 1977

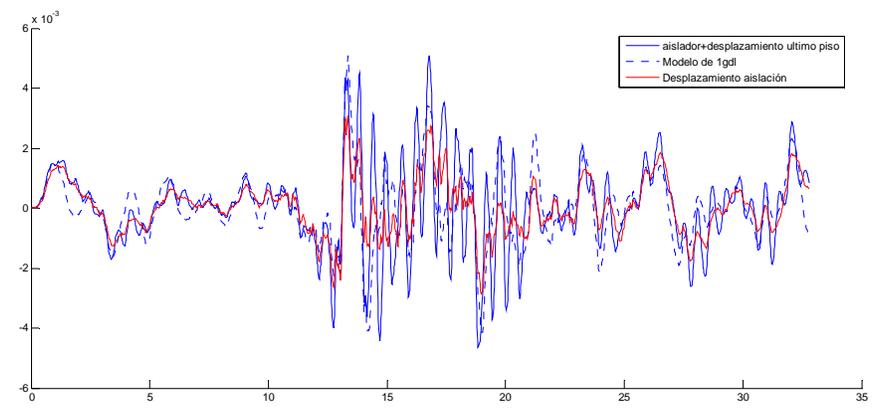
2 pisos



4 pisos

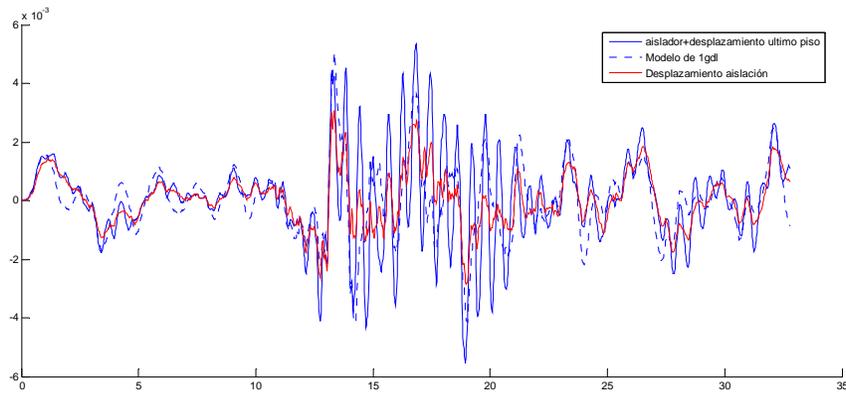


6 pisos



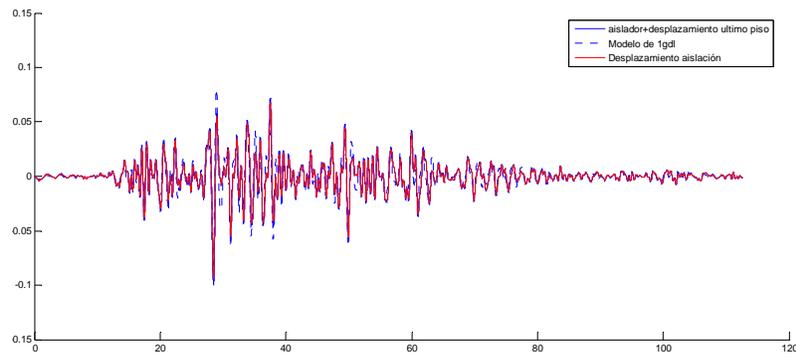


8 pisos

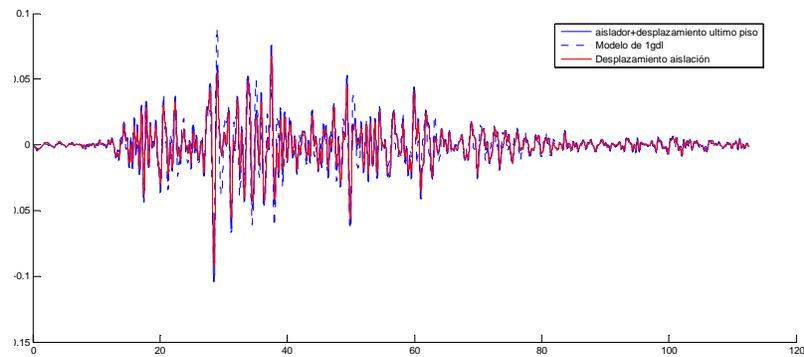


Chile 1985 (Viña del mar)

2 pisos

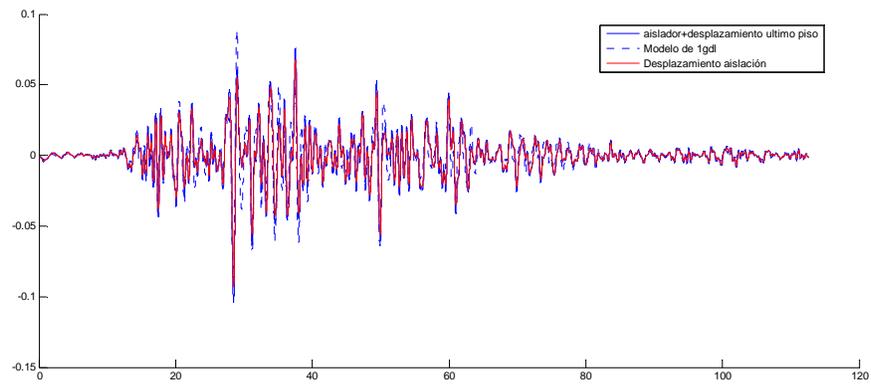


4 pisos

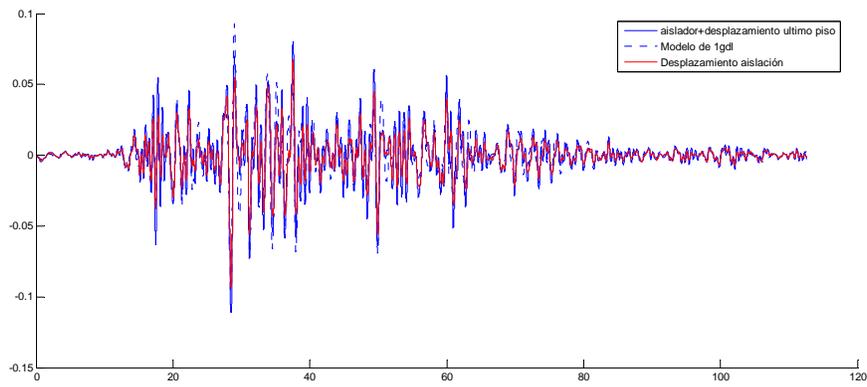




6 pisos

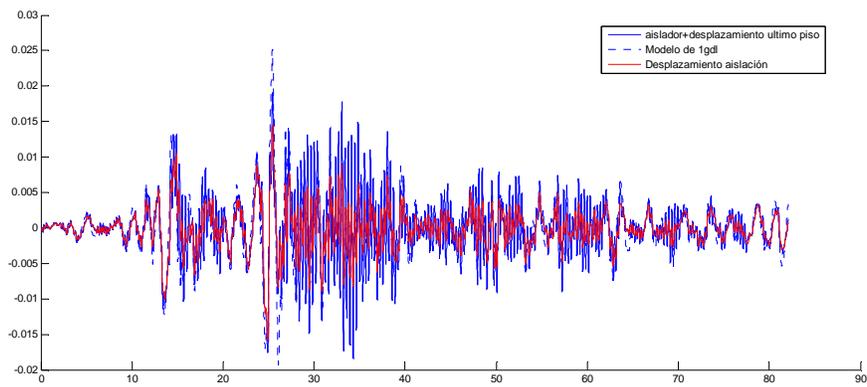


8 pisos



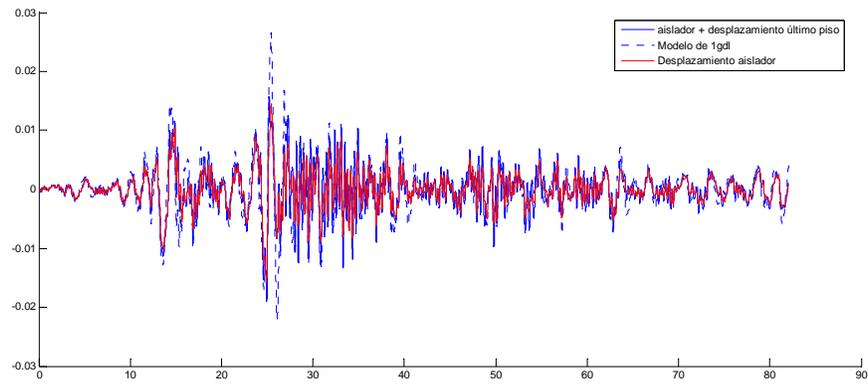
Chile 1985 (Papudo)

2 pisos

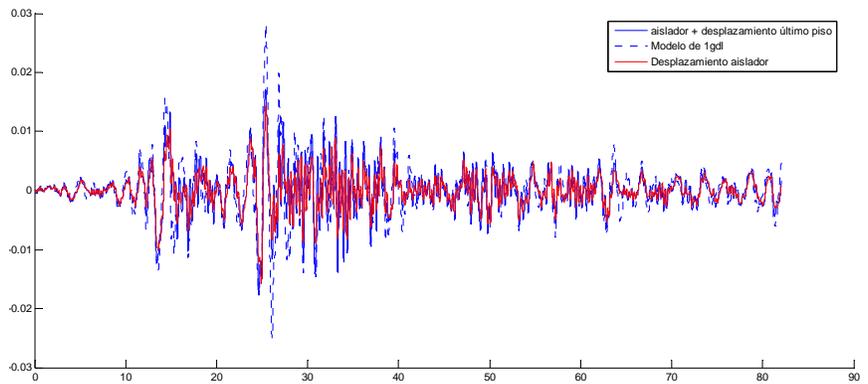




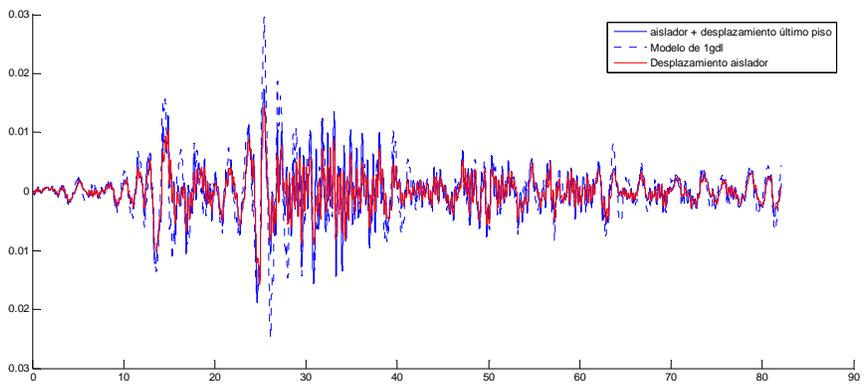
4 pisos



6 pisos



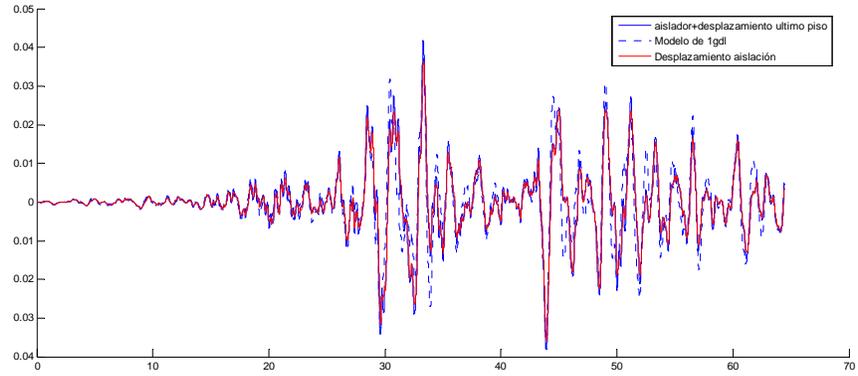
8 pisos



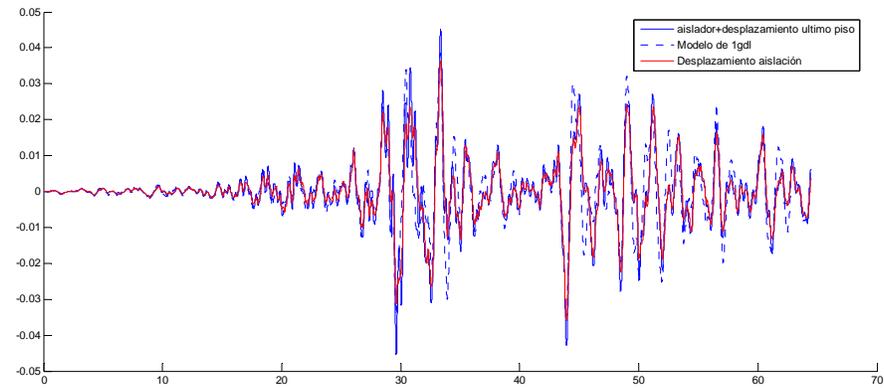


Chile 1985 (San Felipe)

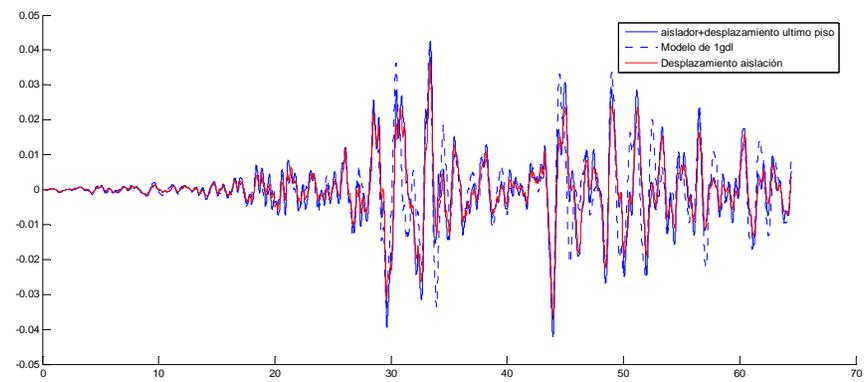
2 pisos



4 pisos



6 pisos





8 pisos

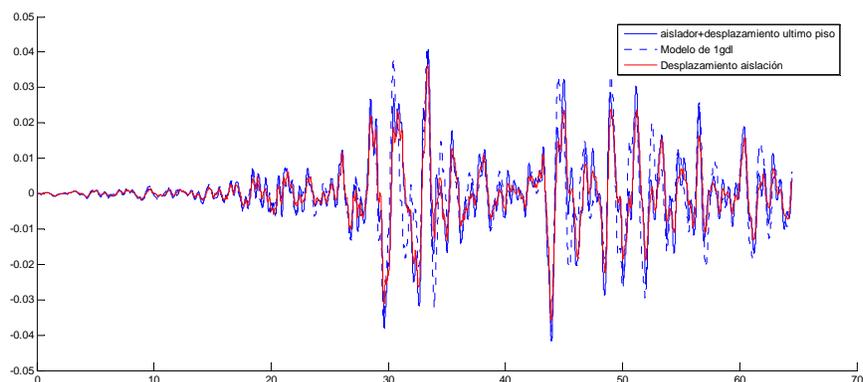


Tabla 4.2 Desplazamientos y error entre modelos de mgdl y 1gdl

	CENTRO			MENDOZA			PERÚ		
	Mgdl	1gdl	Error %	mgdl	1gdl	Error%	mgdl	1gdl	Error %
	Des máx (cm)			Des máx (cm)			Des máx (cm)		
2	13.23	8.4	36.5	4.52	4.29	5.26	0.49	0.48	1.98
4	13.43	8.3	38.24	4.58	4.46	2.81	0.49	0.49	1.15
6	14.69	8.27	43.68	5.18	4.63	10.64	0.51	0.51	0
8	14.7	9.01	38.7	5.27	4.57	13.28	0.55	0.51	8.89

	VIÑA DEL MAR (CHILE)			PAPUDO(CHILE)			SAN FELIPE(CHILE)		
	mgdl	1gdl	Error %	mgdl	1gdl	Error %	mgdl	1gdl	Error %
	Des máx (cm)			Des máx (cm)			Des máx (cm)		
2	10.03	8.75	12.8	1.91	2.52	32.13	4.18	3.74	10.46
4	10.42	9	13.61	1.9	2.66	40.24	4.54	3.84	15.47
6	10.95	9.72	11.28	1.78	2.81	57.67	4.27	4.03	5.76
8	11.14	9.69	13.01	1.83	2.97	62.23	4.42	4.06	8.19



Los desplazamientos máximos mostrados para el modelo de mgdl se obtuvieron sumando el desplazamiento del aislador más el desplazamiento del último piso para obtener resultados comparables con el modelo de 1gdl, en la tabla 2 se muestra dichos desplazamientos máximos además de los errores obtenidos entre los dos modelos.

Lo que podemos señalar con las gráficas y la tabla de datos es que los desplazamientos máximos hallados en cada piso tanto con el modelo de mgdl y 1gdl son bastante bajos, de tal manera que en forma global el modelo de 1gdl proporciona resultados aceptables.

En la mayoría de los casos con el modelo de mgdl se obtienen desplazamientos más altos.

En cuatro de los seis casos analizados tanto para estructuras de 2, 4, 6 y 8 pisos se obtienen resultados aceptables en el orden del 0 al 15% de error .



REFERENCIAS

Aguiar R., (2007) Dinámica de Estructuras con MATLAB, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, 292 p. Sangolquí, Ecuador.

Aguiar R., (2008) Análisis Sísmico de Edificios, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, 340 p. Sangolquí, Ecuador.

Almazán J. L. (2001) Torsión accidental y natural de estructuras aisladas con el sistema de péndulo de fricción, Tesis para obtener el título de Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Almazán J. L., De la Llera J. C., (2002), "Procedimiento simplificado para considerar torsión accidental en estructuras aisladas con FPS", VIII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Universidad Santa María, 8 p., Valparaíso, Chile.

EPS (2007) Friction Pendulum Seismic Isolation. Earthquake Protection Systems, Inc. Mare Island, USA.