

Apéndice B

Resultados de la Validación Computacional de los Casos de Estudio

A continuación, se presentan las tablas comparativas de reacciones obtenidas para cada caso de estudio por tipología. Cada tabla incluye los resultados del Método Matricial de Rigidez implementado en Python, su modelo equivalente en OpenSees y un modelo de referencia en el software SAP2000®, junto con el porcentaje de error entre OpenSees y SAP2000®, y entre el Método Matricial de Rigidez y OpenSees.

Tabla B1

Comparación de reacciones en los apoyos para la armadura de nivel bajo.

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	%Error OpenSees vs. SAP2000®	%Error Matricial vs. OpenSees
1	Rx (kN)	-10.00	-10.00	-10.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	-7.50	-7.50	-7.50	0.00%	0.00%
2	Rx (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	7.50	7.50	7.50	0.00%	0.00%
%Emax					0.00%	0.00%

Nota. %Emax corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B2*Comparación de reacciones en los apoyos para la armadura de nivel intermedio.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (kN)	-301.56	-301.56	-301.56	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
4	Rx (kN)	301.56	301.56	301.56	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	140.97	140.97	140.97	0.00%	0.00%
6	Rx (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	-121.36	-121.36	-121.36	0.00%	0.00%
%Emax					0.00%	0.00%

Nota. %Emax corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B3*Comparación de reacciones en los apoyos para la armadura de nivel avanzado.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (Ton)	-8.95	-8.95	-8.95	0.03%	0.00%
	Ry (Ton)	0.85	0.85	0.85	0.15%	0.00%
2	Rx (Ton)	-10.25	-10.26	-10.26	0.01%	0.00%
	Ry (Ton)	20.79	20.80	20.80	0.01%	0.00%
3	Rx (Ton)	-10.79	-10.79	-10.79	0.02%	0.00%
	Ry (Ton)	38.35	38.35	38.35	0.00%	0.00%
%Emax					0.15%	0.00%

Nota. %Emax corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B4*Comparación de reacciones en los apoyos para el pórtico de nivel bajo.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (kN)	-124.63	-124.66	-124.66	0.02%	0.00%
	Ry (kN)	60.64	60.49	60.49	0.25%	0.00%
	Mz (kN-m)	295.46	295.03	295.03	0.15%	0.00%
6	Rx (kN)	-145.37	-145.34	-145.34	0.02%	0.00%
	Ry (kN)	389.36	389.51	389.51	0.04%	0.00%
	Mz (kN-m)	322.73	322.42	322.42	0.10%	0.00%
%E _{max}					0.25%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B5*Comparación de reacciones en los apoyos para el pórtico de nivel intermedio.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (Ton)	105.28	105.30	105.30	0.02%	0.00%
	Ry (Ton)	285.10	285.10	285.10	0.00%	0.00%
	Mz (Ton-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
4	Rx (Ton)	14.72	14.70	14.70	0.13%	0.00%
	Ry (Ton)	84.90	84.90	84.90	0.01%	0.00%
	Mz (Ton-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
%E _{max}					0.13%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B6*Comparación de reacciones en los apoyos para el pórtico de nivel avanzado.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (Ton)	-76.75	-76.38	-76.38	0.49%	0.00%
	Ry (Ton)	418.73	419.11	419.11	0.09%	0.00%
	Mz (Ton-m)	108.94	110.73	110.73	1.65%	0.00%
4	Rx (Ton)	-23.25	-23.62	-23.62	1.62%	0.00%
	Ry (Ton)	471.27	470.89	470.89	0.08%	0.00%
	Mz (Ton-m)	104.59	106.28	106.28	1.62%	0.00%
%E _{max}					1.65%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B7*Comparación de reacciones para el sistema compuesto de nivel bajo.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	9.73	9.73	9.73	0.08%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
3	Rx (kN)	6.23	6.22	6.22	0.20%	0.00%
	Ry (kN)	9.07	9.07	9.07	0.00%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%

Tabla B8 (Continuación)*Comparación de reacciones para el sistema compuesto de nivel bajo.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
4	Rx (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	19.06	19.07	19.07	0.08%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
%E _{max}					0.20%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B9*Comparación de reacciones para el sistema compuesto de nivel intermedio.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (kN)	-9.97	-9.90	-9.90	0.71%	0.00%
	Ry (kN)	9.38	9.39	9.39	0.07%	0.00%
	Mz (kN-m)	4.08	3.99	3.99	2.32%	0.00%
3	Rx (kN)	-20.32	-20.42	-20.42	0.48%	0.00%
	Ry (kN)	11.23	11.22	11.22	0.11%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
4	Rx (kN)	-8.71	-8.68	-8.68	0.30%	0.00%
	Ry (kN)	24.38	24.39	24.39	0.03%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
6	Rx (kN)	15.00	15.00	15.00	0.00%	0.00%
	Ry (kN)	15.00	15.00	15.00	0.00%	0.00%
	Mz (kN-m)	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%
%E _{max}					2.32%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.

Tabla B10*Comparación de reacciones para el sistema compuesto de nivel avanzado.*

Nodo	Reacción	Modelo SAP2000®	Modelo OpenSees	Método Matricial	Error OpenSees vs. SAP2000® (%)	Error Matricial vs. OpenSees (%)
1	Rx (kN)	32.49	32.54	32.54	0.17%	0.00%
	Ry (kN)	60.48	60.49	60.49	0.01%	0.00%
	Mz (kN-m)	-118.25	-118.32	-118.32	0.06%	0.00%
12	Rx (kN)	39.94	39.89	39.89	0.14%	0.00%
	Ry (kN)	71.95	71.94	71.94	0.01%	0.00%
	Mz (kN-m)	-118.05	-117.85	-117.85	0.17%	0.00%
%E _{max}					0.17%	0.00%

Nota. %E_{max} corresponde al porcentaje de error máximo registrado entre los métodos comparados.