

Obtención de coeficientes de modificación para elementos área

A continuación se presentan los parámetros elegidos de forma aleatoria para distintas longitudes de muros, siempre que sean múltiplo de 122 cm.

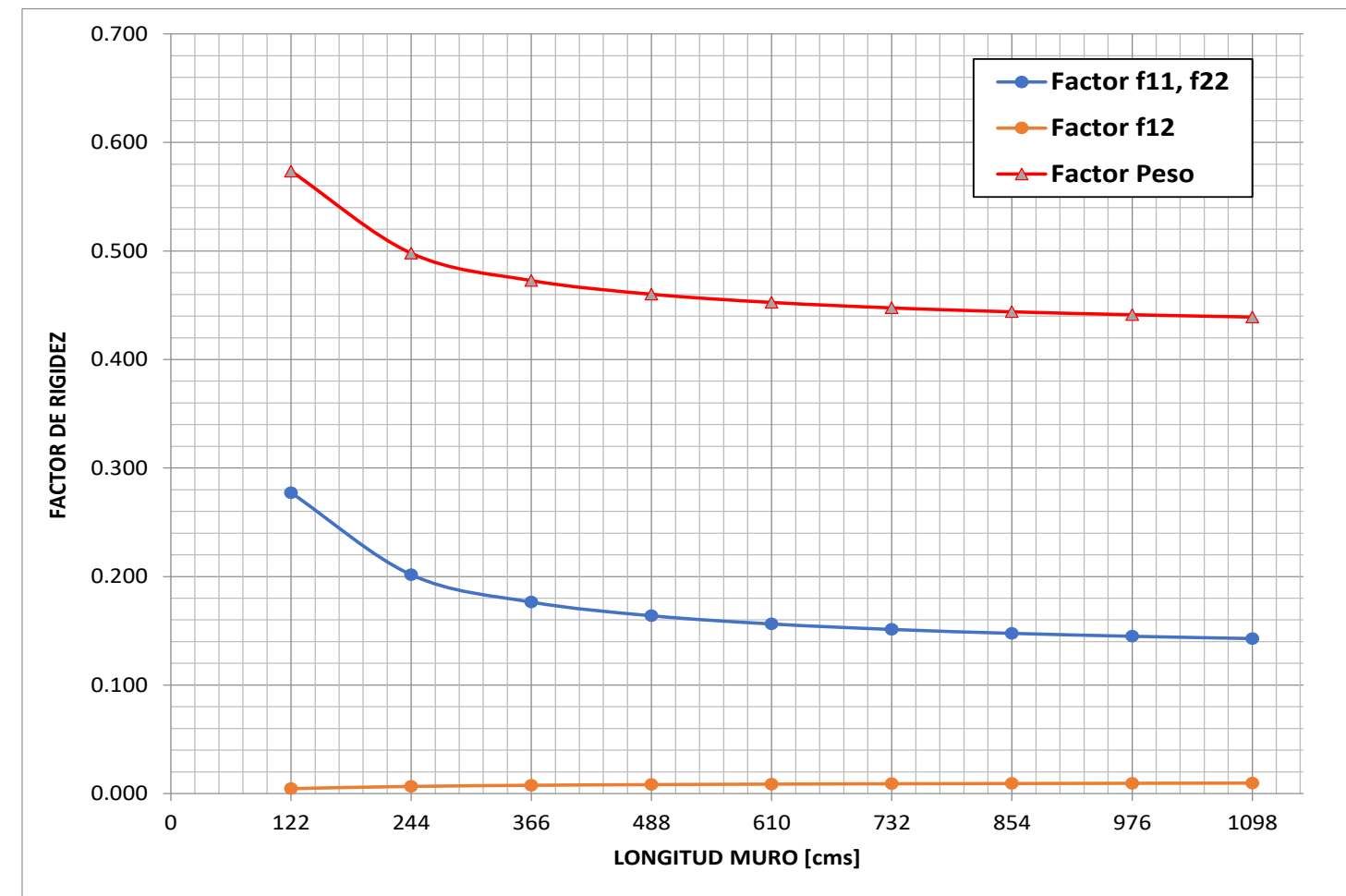
Pino radiata seco, G1, E : 100000 kg/cm². (según NCh1198)
 Pino radiata seco, G1, γ : 450 kg/m³. (según NCh1198)
 Pies derechos, 2x4 cepillado : 41mm x 90mm (según NCh2824)
 Separación pies derechos tramo : 300 mm
 Área pie derecho tramo, A_{tr} : 110.7cm². (Área total Tramo)
 Pies derechos de esquina : 4
 Área pie derecho esquina, A_{Esq} : 147.6 cm². (ambas esquinas)
 Placa OSB, e : 11.1 mm. x 2 (ambas caras)
 Placa OSB, γ : 721 kg/m³
 Placa OSB, G_o : 2678.7 kg/cm
 Fijación : 8d@15 cm.
 Rigidez del anclaje, K_{HD} : 7920.5 kg/cm.
 Distancia anclaje, L' : 105.6 cm.

Los coeficientes obtenidos se muestran en la Tabla 1 y se representan gráficamente en la figura 6.

Tabla 1. Coeficientes de modificación para modelación de muros de corte.

L	$K_{lateral}$	K_{axial}	λ	ψ	ρ
[cm]	[kg/cm]	[kg/cm]	f11, f22	f12	
122	818.8	166352	0.2773	0.0044	0.5736
244	2576.4	241967	0.2016	0.0063	0.4979
366	4704.3	317582	0.1764	0.0073	0.4727
488	7016.5	393197	0.1638	0.0079	0.4601
610	9433.8	468811	0.1563	0.0083	0.4526
732	11916.6	544426	0.1512	0.0087	0.4475
854	14443.1	620041	0.1476	0.0089	0.4439
976	17000.1	695656	0.1449	0.0091	0.4412
1098	19579.3	771270	0.1428	0.0092	0.4391

Figura 6. Coeficientes de modificación de rigidez para muro de corte de 12 cm de espesor y pies derechos modulados a 300mm. Módulo de elasticidad $E=100000$ kg/cm², coeficiente de Poisson $\nu=0.2$, módulo de corte $G_a=41667$ kg/cm², OSB $e = 11.1$ mm (2 Placas), pies derechos grado G1 (2x4 in), 4 pies derechos de borde, conectores tipo 8d y separación entre conectores $S=15$ cms.



Aplicación a un Modelo Computacional y sensibilidad

Para tener un orden de magnitud de la fiabilidad del método de modelación computacional propuesto, se realiza una modelación computacional para cada longitud de muro de corte ingresando los coeficientes de modificación de rigidez de la Tabla 1.

Para el desarrollo y obtención de la rigidez total lateral y la rigidez axial, se utiliza la ley de Hooke, la cual relaciona la fuerza ejercida en un medio elástico con el producto de la rigidez por la deformación (Lebedev & Cloud, 2009).

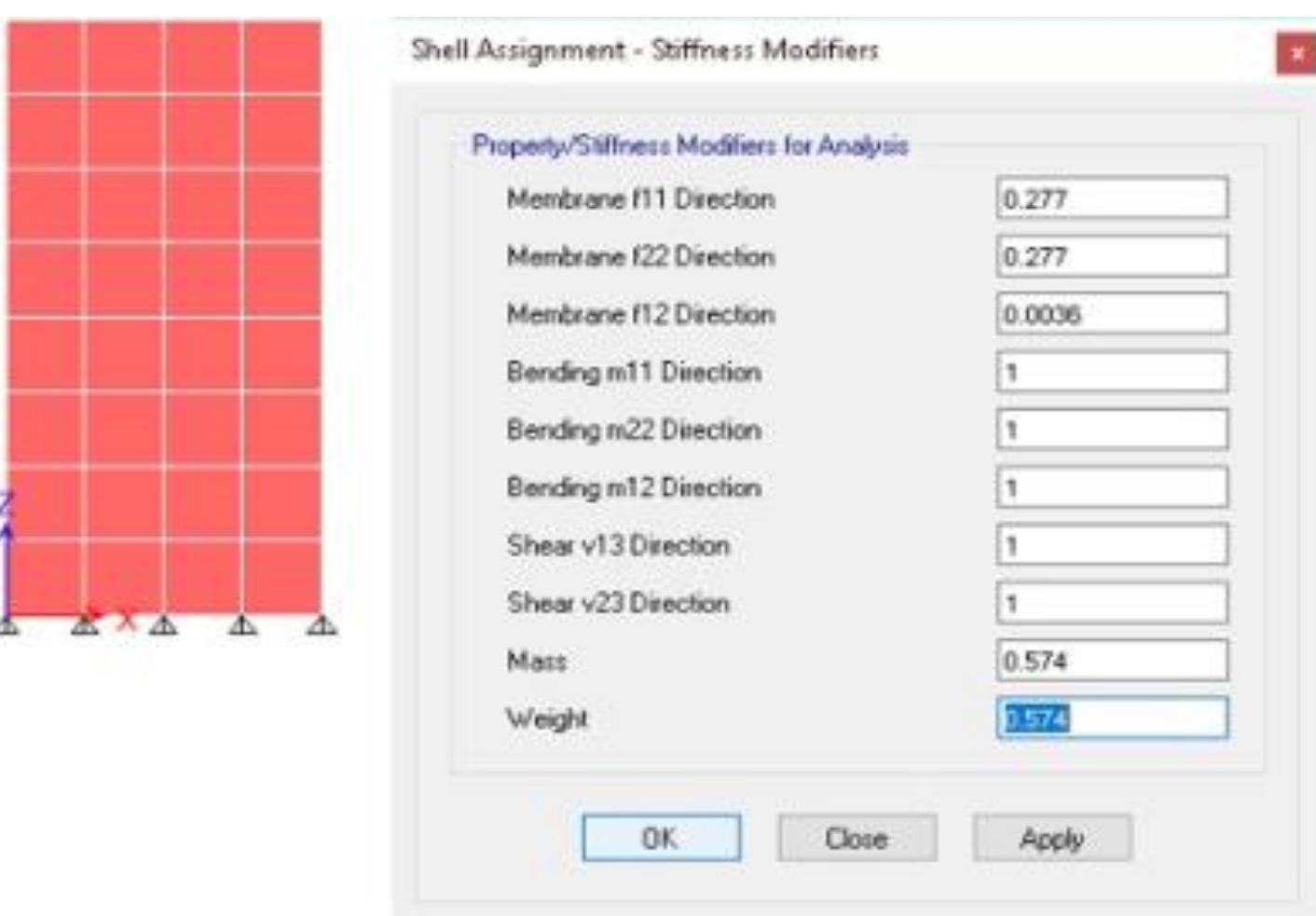


Figura 7. Ejemplo de aplicación del método de los coeficientes a un modelo de elementos finitos con el software ETABS.

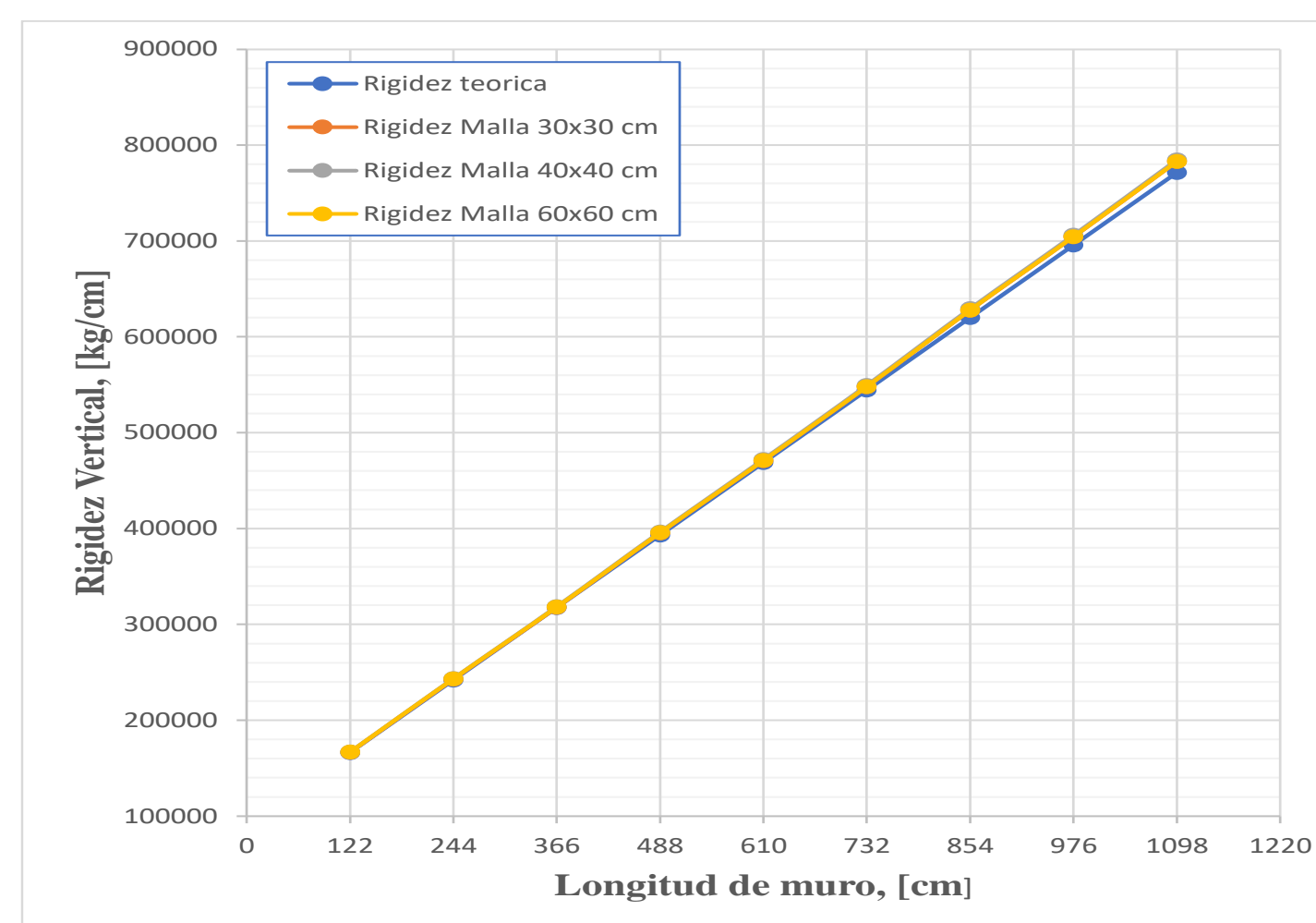


Figura 8. Evaluación de la rigidez vertical total respecto a la rigidez teórica.

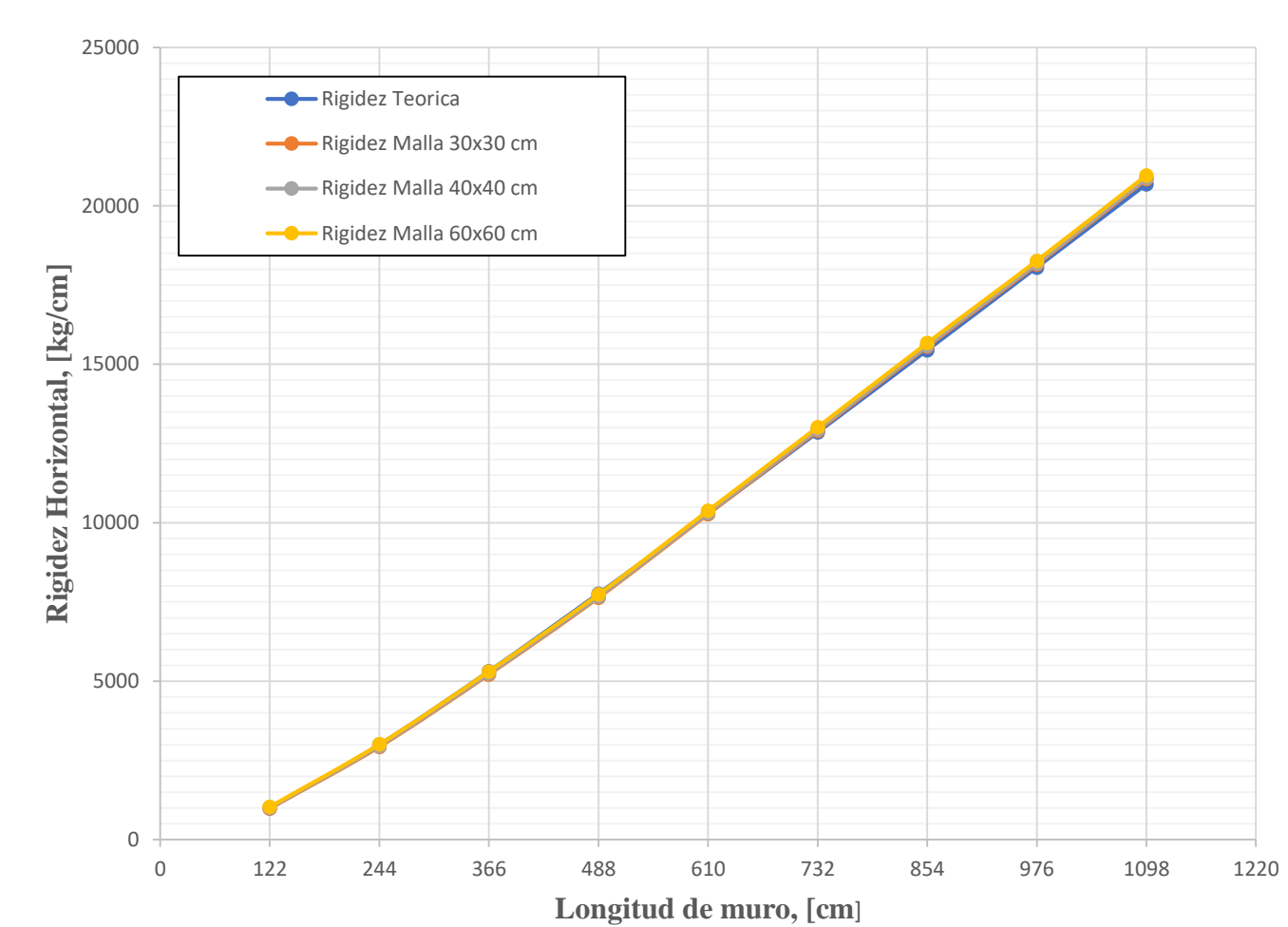


Figura 9. Evaluación de la lateral total corregida respecto a la rigidez teórica.

De la Figura 8 se puede observar un leve incremento del error de la rigidez vertical a medida que aumenta la longitud del muro de corte. El orden de magnitud de los errores porcentuales para cada uno de los casos no supera el 1 por ciento.

De forma análoga en la figura 9 se puede apreciar a simple vista que las rigideces laterales se encuentran superpuestas, es decir, tienen un pequeño error de modelación. El error asociado a la rigidez lateral global es aproximadamente del 1 por ciento.

Conclusión

- De los resultados obtenidos se concluye que, si la razón entre la altura y la longitud del muro aumenta, la rigidez a flexión controla el diseño en base a condiciones de servicio. Por otro lado, si dicha razón decrece, la rigidez por cortante es fundamental para controlar los límites de deformaciones indicadas en la norma de diseño sísmico NCh433.
- De igual manera, se pudo observar que la magnitud de la rigidez de los elementos finitos disminuye a medida que se aumenta el mallado del elemento modelado. Para representar la rigidez teórica indicada por el código SPDWS, se deben aplicar factores de corrección a los coeficientes de modificación de las propiedades brutas del elemento área, siendo este factor de 1.04 aproximadamente, y aplicado a la rigidez lateral por cortante.
- Asimismo, del estudio realizado se puede apreciar que sólo es necesario modificar las propiedades del elemento modelado aplicando sólo tres factores de modificación de las rigideces a un elemento del tipo membrana; estas afectan básicamente a la rigidez axial, la rigidez a cortante y al peso asociado a cada uno de los elementos modelados.

Anexo

Para la elaboración de la tabla que se entrega a continuación, se debe considerar como base ciertas propiedades mecánicas de los materiales para todos los modelos computacionales o muros de corte de madera, siendo estas las siguientes:

- Módulo de Elasticidad del modelo computacional, $E=100000$ kg/cm²
- Coficiente de Poisson $\nu=0.2$.
- Pies derechos grado G1, tipo pino radiata.
- Rigidez perno del anclaje $\Phi 3/4$ SIMPSON, $K=7920$ kg/cm
- 4 pies derechos de borde.
- Placas de OSB estructural de 11.1 mm de espesor.

Tabla 2. Coeficientes de modificación de rigidez para pies derechos a 400 mm, 1 placa de OSB de 11.1 y pies derechos de 2x4 pulgadas (41mmx90mm).

Longitud [cm]	Clavos de borde a 5 cm			Clavos de borde a 7.5 cm			Clavos de borde a 10 cm			Clavos de borde a 15 cm		
	$\phi\psi$	λ	ρ	$\phi\psi$	λ	ρ	$\phi\psi$	λ	ρ	$\phi\psi$	λ	ρ
122	0.0053	0.2520	0.4002	0.0045	0.2520	0.4002	0.0040	0.2520	0.4002	0.0033	0.2520	0.4002
244	0.0080	0.1764	0.3246	0.0064	0.1764	0.3246	0.0055	0.1764	0.3246	0.0042	0.1764	0.3246
366	0.0095	0.1512	0.2994	0.0073	0.1512	0.2994	0.0061	0.1512	0.2994	0.0045	0.1512	0.2994
488	0.0105	0.1386	0.2868	0.0079	0.1386	0.2868	0.0065	0.1386	0.2868	0.0048	0.1386	0.2868
610	0.0112	0.1311	0.2792	0.0083	0.1311	0.2792	0.0068	0.1311	0.2792	0.0049	0.1311	0.2792
732	0.0118	0.1260	0.2742	0.0085	0.1260	0.2742	0.0070	0.1260	0.2742	0.0050	0.1260	0.2742
854	0.0122	0.1224	0.2706	0.0088	0.1224	0.2706	0.0071	0.1224	0.2706	0.0051	0.1224	0.2706
976	0.0125	0.1197	0.2679	0.0089	0.1197	0.2679	0.0072	0.1197	0.2679	0.0051	0.1197	0.2679
1098	0.0128	0.1176	0.2658	0.0091	0.1176	0.2658	0.0073	0.1176	0.2658	0.0052	0.1176	0.2658
	7500			5000			3929			2679		
	Módulo de corte, G_a [kg/cm]			Módulo de corte, G_a [kg/cm]			Módulo de corte, G_a [kg/cm]			Módulo de corte, G_a [kg/cm]		

Para la generación de coeficientes de modificación se considera: 4 pies derechos de borde, módulo de elasticidad de pies derechos: 100000 kg/cm², clavos perimetrales 8d y espesor de modelación de 12 cm.

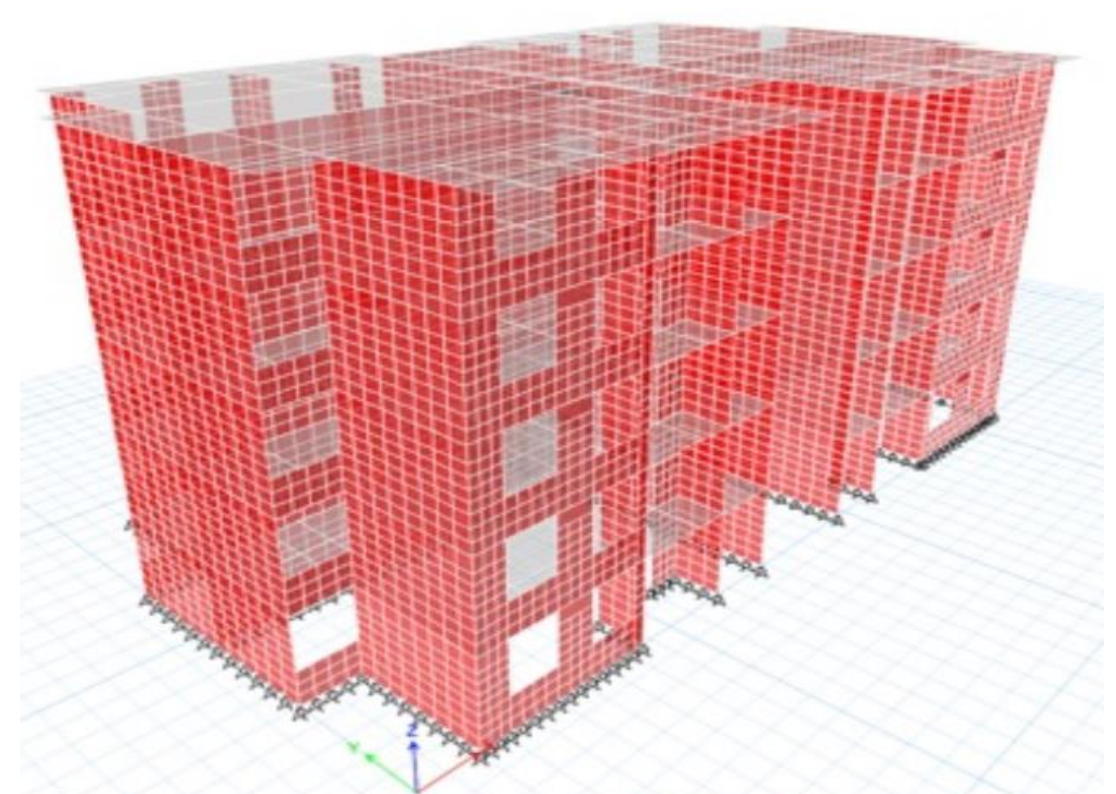


Figura 10. Modelo de edificio en media altura con elementos finitos utilizando el software ETABS.

Bibliografía

- American Wood Council. (2015). Special Design Provisions for Wind and Seismic. SDPWS.
- Computers and Structures, I. (s.f.). CSI. Recuperado el 05 de Septiembre de 2018, de CSI: <http://www.csiberkeley.com/etabs>.
- Lebedev, L. P., & Cloud, M. J. (2009). Introduction to Mathematical Elasticity. New Jersey, United States: World Scientific.
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (Julio de s.f.). Contexto en Chile para cálculo en altura con madera (Sistema Marco y Plataforma). Centro UC de innovación en madera.
- WoodWorks - Wood Product Council. (2016). Mid-Rise Wood Frame Structural Design. Texas, United States.
- Timoshenko, S. (1968). Element of Strength of Materials (5th ed.). New York, United States: D. Van Nostrand Company.