



CONCURSO INGENIERÍA

VI CONCURSO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN 2019

MEMORIAS, INVESTIGACIONES, PROYECTOS DE TÍTULO, PATENTES

El VI Concurso de Ingeniería Madera21 de CORMA 2019 invita a presentar investigaciones relacionadas de manera directa o indirecta con la utilización de la madera y sus productos asociados en los ámbitos de ingeniería estructural, forestal, bioquímica, construcción, inmobiliario y otros relacionados.

SEMANA DE LA

MADERA 2019

ARQUITECTURA - DISEÑO - INGENIERÍA - INNOVACIÓN - EMPRENDIMIENTO



Equipo ING951

Análisis de la vulnerabilidad sísmica de una estructura de mediana altura en base a marcos livianos de madera

Autora:

Nicool Astroza Méndez

Profesor patrocinante:

Franco Benedetti Leonelli

Santiago, 2019

Introducción

- Madera presenta amplias ventajas frente a otros materiales de uso común.
- En Chile solo el **18.10%** de las edificaciones son construidas en madera.
- Falta de investigaciones y el desconocimiento acerca del comportamiento sísmico que estas estructuras presentan frente a sollicitaciones y requerimientos propios de Chile.



Riesgo sísmico América Latina.



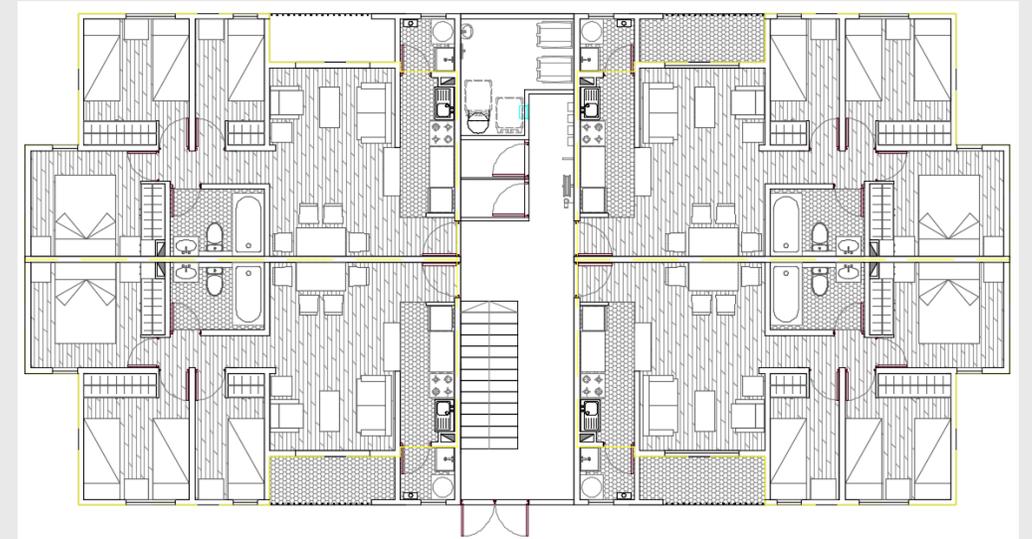
Campamento minero Sewell.

Antecedentes

Grandón (2018) – Modelo frágil

- Edificio tipo habitacional
- 3 pisos
- Superficie total en planta: 270 m²
- Zona sísmica III
- Suelo tipo E

Arquetipo	S _{MT} (g)	\hat{S}_{CT} (g)	CMR
3P-X	1.70	0.75	0.43
3P-Y	1.75	1.26	0.72



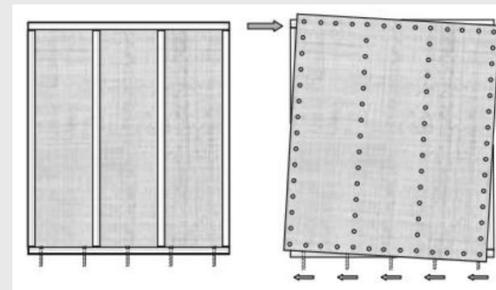
Planta edificio en estudio.

Alarcón y Pinto (2019): Relación entre capacidad de corte y modo de falla.

Capacidad corte Angle Bracket = 2*Capacidad en corte muros



- Evitar falla frágil
- Racking



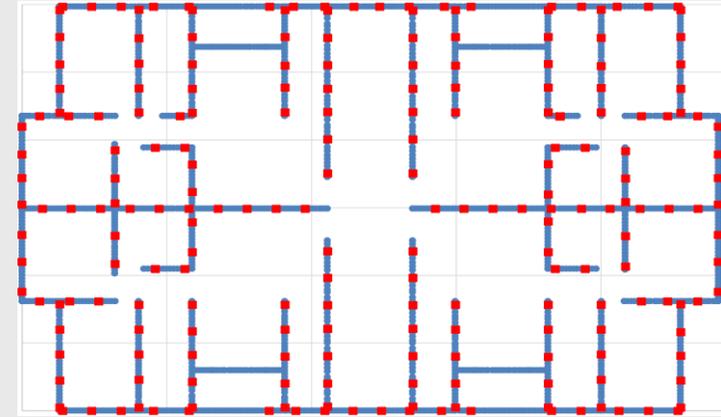
Racking en muro de corte.

Caso de estudio

Modelo propuesto: Modelo dúctil

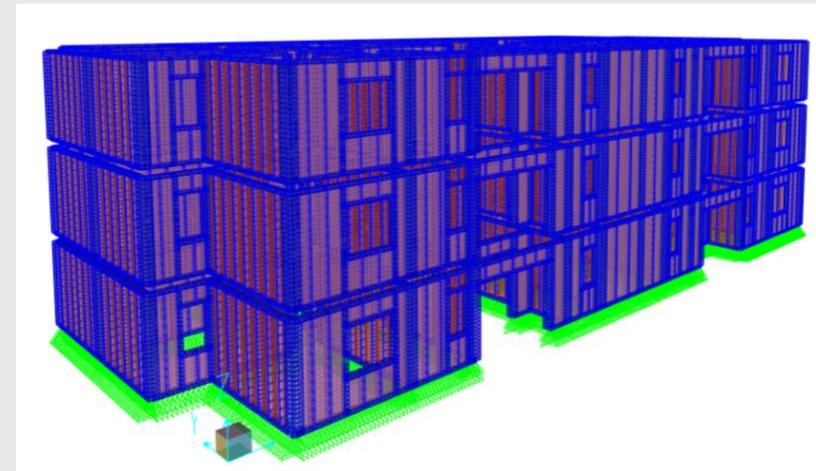
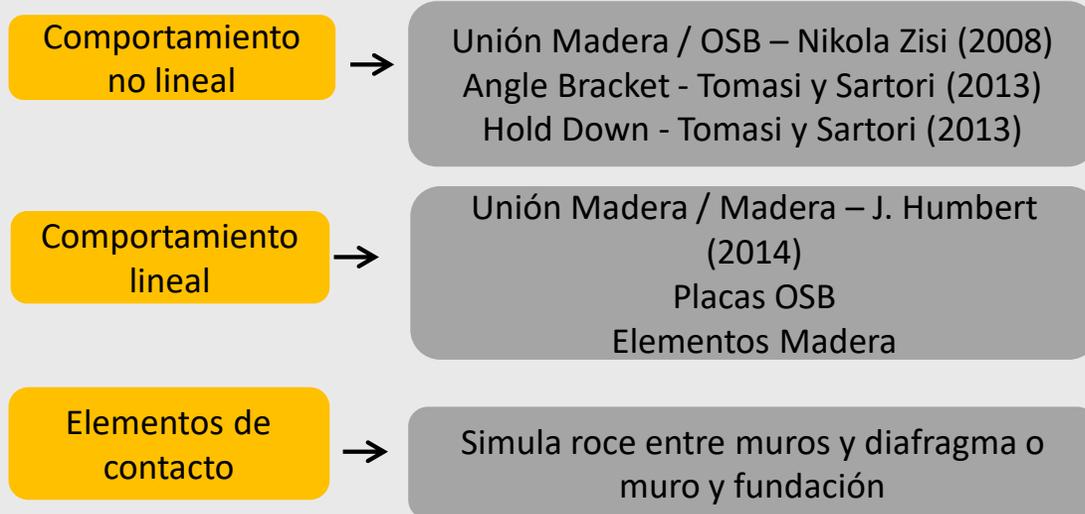
- Relación capacidad en corte Angle Bracket con capacidad de muros de corte igual a 2
- Evitar modos de falla frágil
- Disminuir la vulnerabilidad del sistema

Dirección de análisis	Capacidad muros de corte (kN)	Capacidad Angle Bracket (kN)	Cantidad Angle Bracket
X	272.6	545.2	78
Y	489.6	979.2	140



Disposición esquemática AB.

Enfoque de modelación detallado



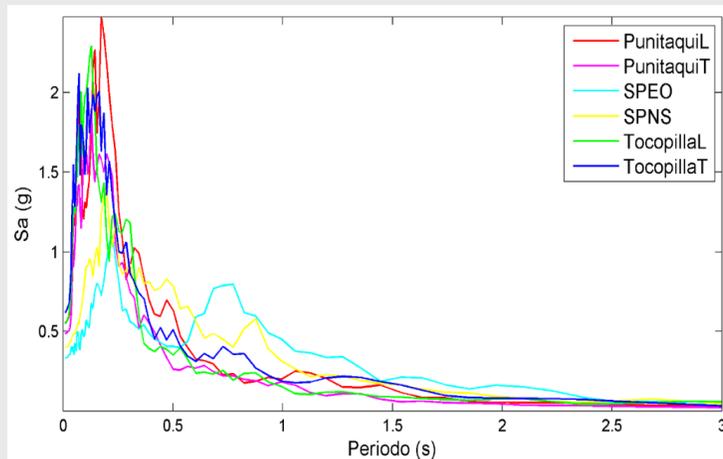
Resultados y análisis

Periodos fundamentales

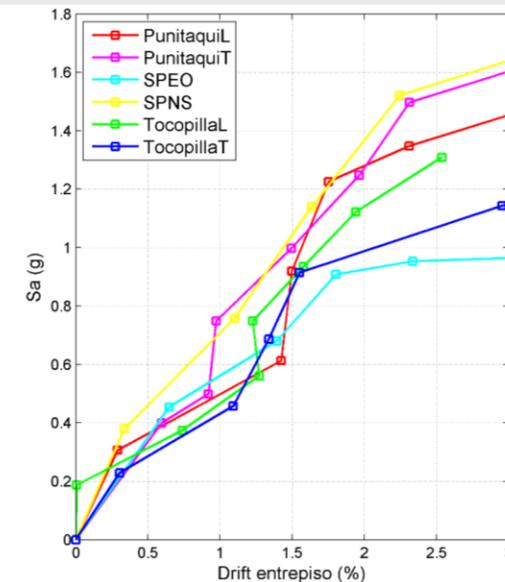
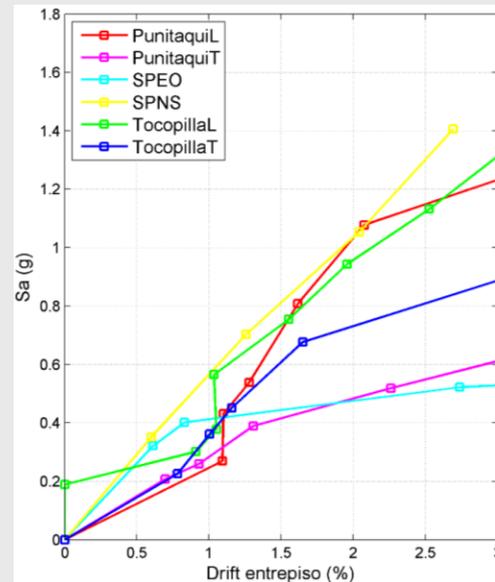
Dirección de análisis	Periodo (s)
X	0.52
Y	0.415

Resultados análisis estático no lineal

Dirección de análisis	Rigidez (kN/m)	Capacidad (kN)	δy	δu	μ
X	16991	1076	0.51	1.599	3.135
Y	24637	1398	0.442	1.528	3.457



Espectro de respuesta registros sísmicos

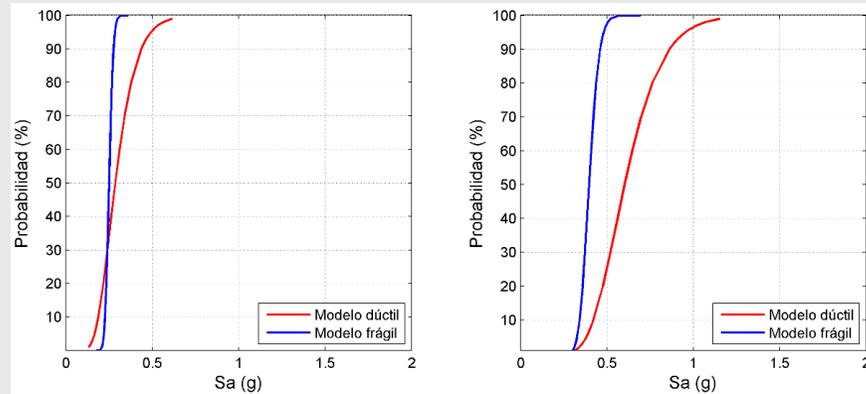


Curva IDA en dirección X e Y

Resultados y análisis

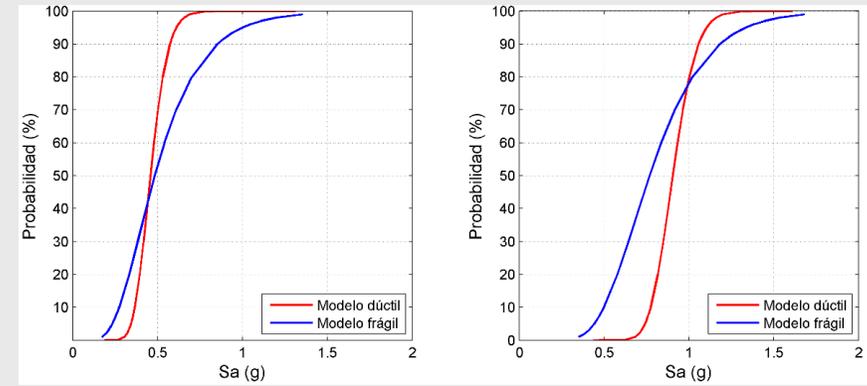
Curva de fragilidad

Dirección X

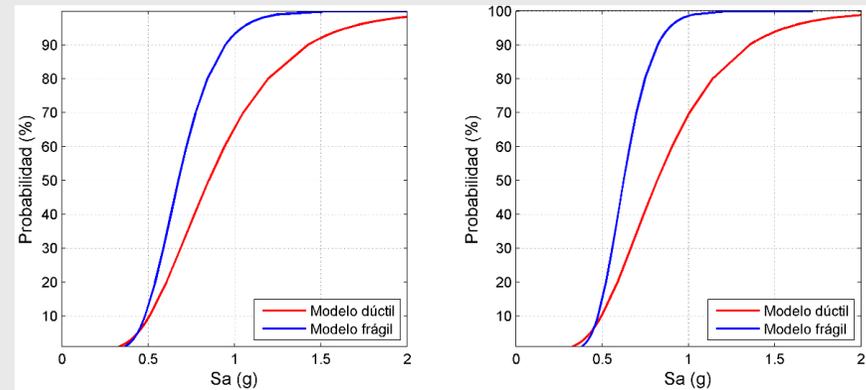


(a) Operacional (OP) (b) Seguridad de la vida (SV)

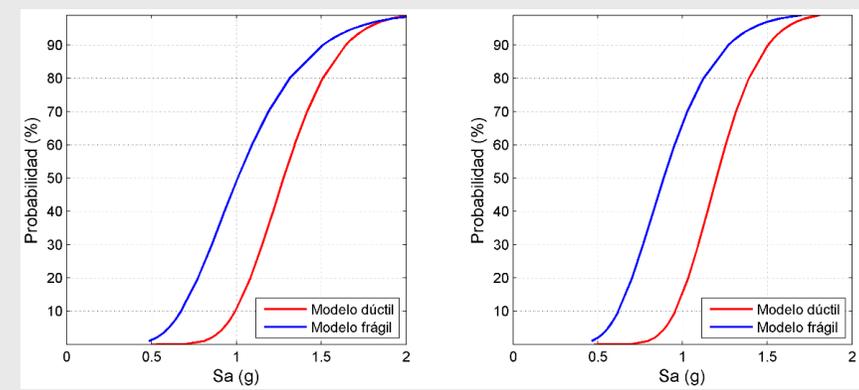
Dirección Y



(a) Operacional (OP) (b) Seguridad de la vida (SV)



(c) Cercano al colapso (CC) (d) Colapso Pushover (CPO)

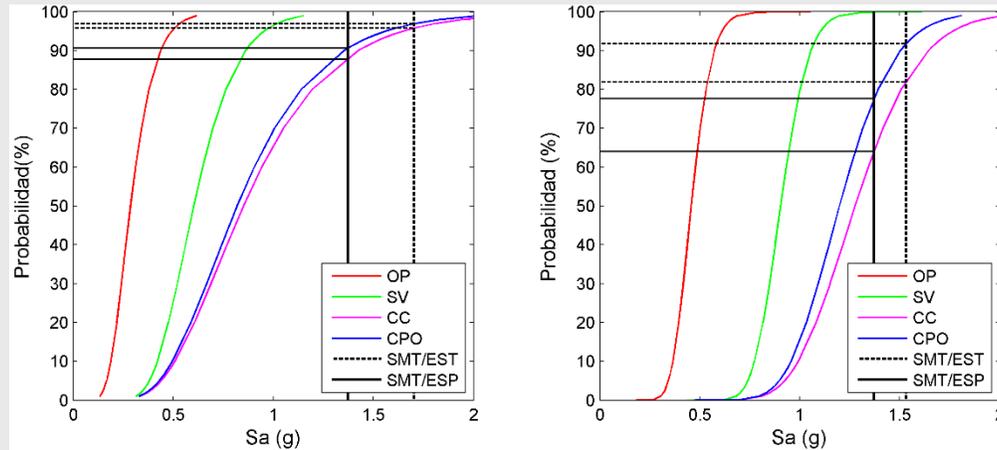


(c) Cercano al colapso (CC) (d) Colapso Pushover (CPO)

Resultados y análisis

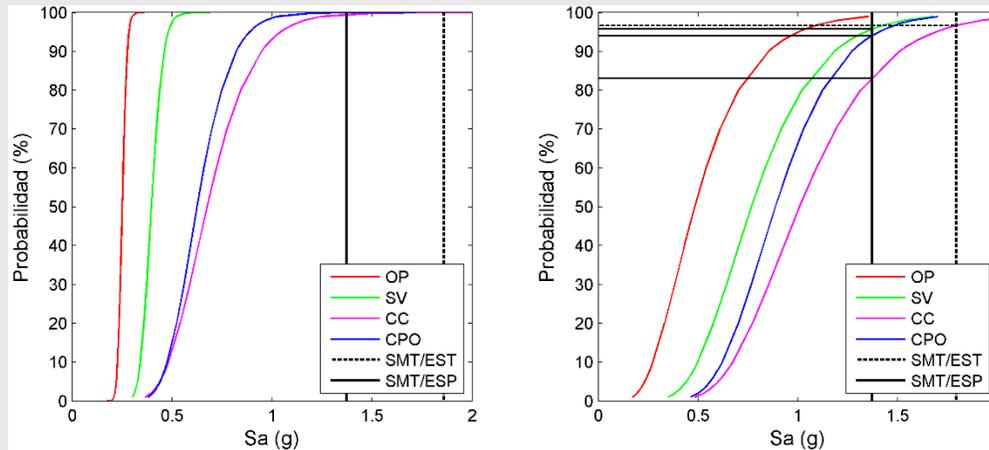
Curva de fragilidad

- Curva de fragilidad vs sismo máximo esperado suelo E



(a) Modelo dúctil – Dirección X

(b) Modelo dúctil – Dirección Y



(c) Modelo frágil – Dirección X

(d) Modelo frágil – Dirección Y

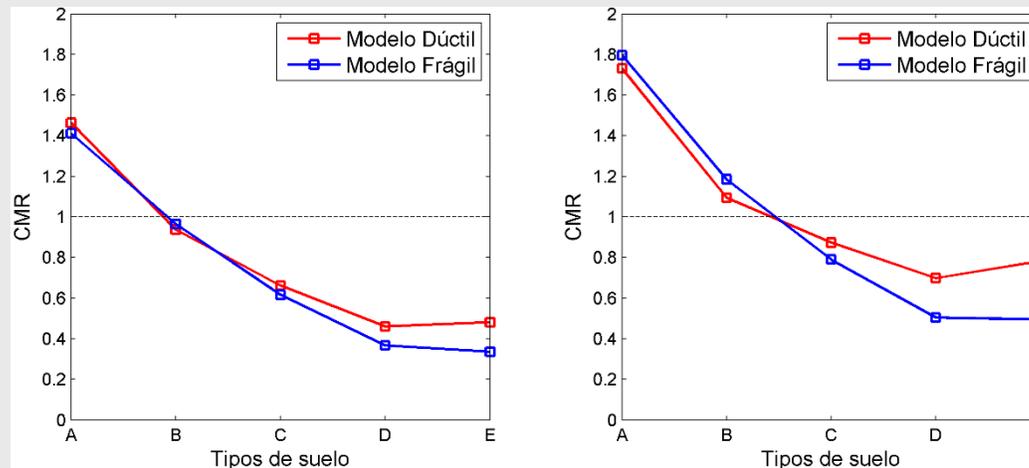
Dirección	Tipo análisis	Seguridad de la vida (%)	Colapso Pushover (%)	Cerca del colapso (%)
X	Espectral	-	96.9	95.8
	Estático	-	90.6	87.8
Y	Espectral	100	91.8	81.8
	Estático	100	77.6	64.1

Dirección	Tipo análisis	Seguridad de la vida (%)	Colapso Pushover (%)	Cerca del colapso (%)
X	Espectral	-	100	100
	Estático	-	-	96.6
Y	Espectral	-	-	96.6
	Estático	95.7	94.1	83.1

Resultados y análisis

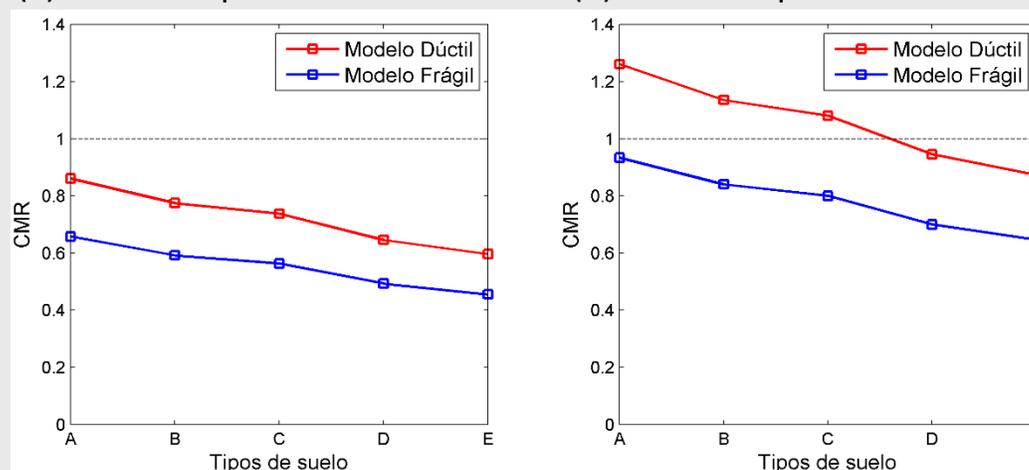
Razón de margen de colapso

$$CMR = \frac{\hat{S}_{CT}}{S_{MT}}$$



(a) Análisis espectral – Dirección X

(b) Análisis espectral – Dirección Y



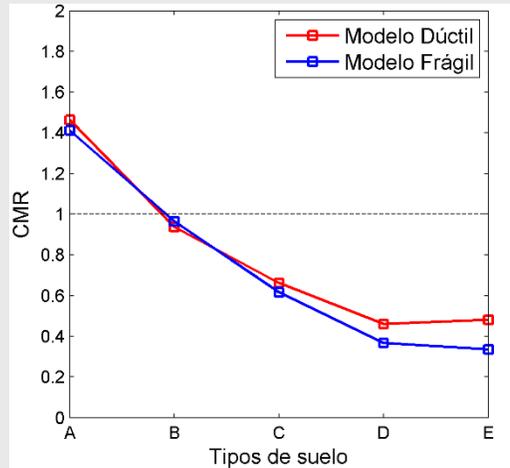
(c) Análisis estático – Dirección X

(d) Análisis estático – Dirección Y

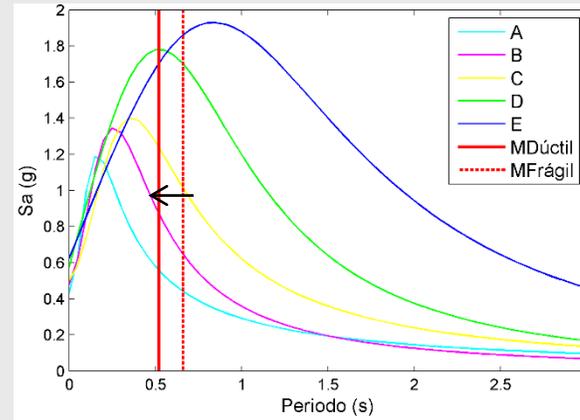
Resultados y análisis

Incidencia variación Smt en CMR

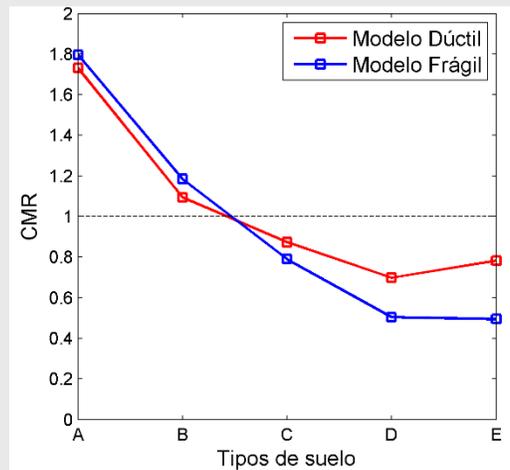
Dirección análisis	Periodos (s)	
	Modelo dúctil	Modelo frágil
X	0.52	0.66
Y	0.415	0.59



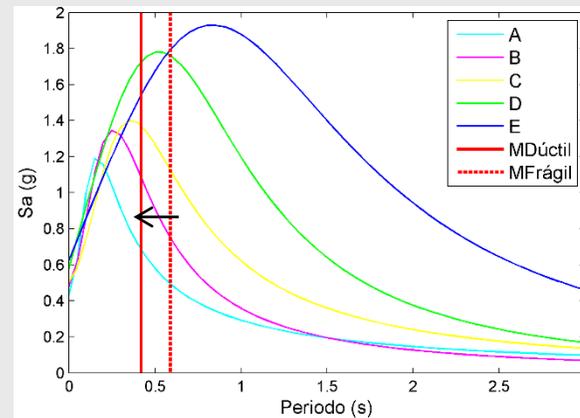
CMR– Dirección X



Tipo de suelo	Variación porcentual CMR (%)	Variación porcentual SMT (%)
A	3.64	26.41
B	-2.87	34.88
C	7.27	22.13
D	25.20	4.65
E	43.11	-8.45



CMR - Dirección Y



Tipo de suelo	Variación porcentual CMR (%)	Variación porcentual SMT (%)
A	-3.61	40.14
B	-7.65	46.28
C	10.64	22.09
D	38.32	-2.34
E	58.01	-14.51

Conclusiones

- Se obtienen las curvas de fragilidad de la estructura en estudio para diferentes estados de daño, a partir de las que se observa que si bien ambos modelos en estudio presentan una alta vulnerabilidad sísmica al verse sometidos al sismo máximo considerado (probabilidad de colapso sobre 90%), el proveer de una mayor ductilidad a la estructura por medio de conectores Angle Bracket (modelo dúctil) genera una disminución en la probabilidad de que se alcance un estado de daño de colapso, disminuyendo su vulnerabilidad sísmica.
- Se logró demostrar que existe una relación entre los niveles de ductilidad provenientes de los conectores Angle Bracket y la razón de margen de colapso. En particular, se demostró que a mayores niveles de ductilidad, mayor será la razón de margen de colapso, lo que implica un aumento en la seguridad del sistema.
- Finalmente, fue posible generar un sistema en base a marcos livianos de madera que presenta un mayor nivel de seguridad, siendo capaz de resistir de mejor manera demandas sísmicas altas (estados de daño de colapso). Específicamente, se presenta una disminución promedio de un 45% en la probabilidad de alcanzar el colapso con respecto al modelo frágil cuando ambos son sometidos a un evento de aceleración espectral 1 (g).



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Concepción, 01 de Agosto del 2019

CARTA DE APOYO PROFESOR GUÍA

Mediante la presente, yo, Franco Paolo Benedetti Leonelli, RUT 15.230.256-8, en mi calidad de profesor guía de la estudiante de Ingeniería Civil Nicool Scarlet Astroza Méndez, RUT: 18.657.320-K, dejo constancia del apoyo brindado para su participación en el **“VI Concurso de Ingeniería y Construcción en Madera Corma 2019”**.

La alumna presenta su proyecto de tesis **“Análisis de la vulnerabilidad sísmica de una estructura de mediana altura en base a marcos livianos de madera”** realizada para la obtención del Título de Ingeniera Civil en la Universidad del Bío Bío.

Por último, declaro que la información presentada en la postulación a nombre mío es verídica, y que el tema de tesis se encuentra aprobado por la universidad.

Franco Paolo Benedetti Leonelli

Profesor de Ingeniería Civil

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Universidad del Bío Bío