



CONCURSO

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MEMORIAS, INVESTIGACIONES PATENTES,
PROYECTOS DE TÍTULOS

La VII Versión del Concurso, tiene como objetivo destacar a aquellos alumnos de las carreras de ingeniería y construcción civil que hayan desarrollado o se encuentren desarrollando memorias de título, proyectos de título, investigaciones o patentes en torno a la madera.





EQUIPO ING1215

**SISTEMA DE AISLAMIENTO
SÍSMICO TRIDIMENSIONAL
APLICADO A ESTRUCTURA
DE TRES PISOS EN
MADERA
CONTRALAMINADA (CLT)**

Ariel Araya

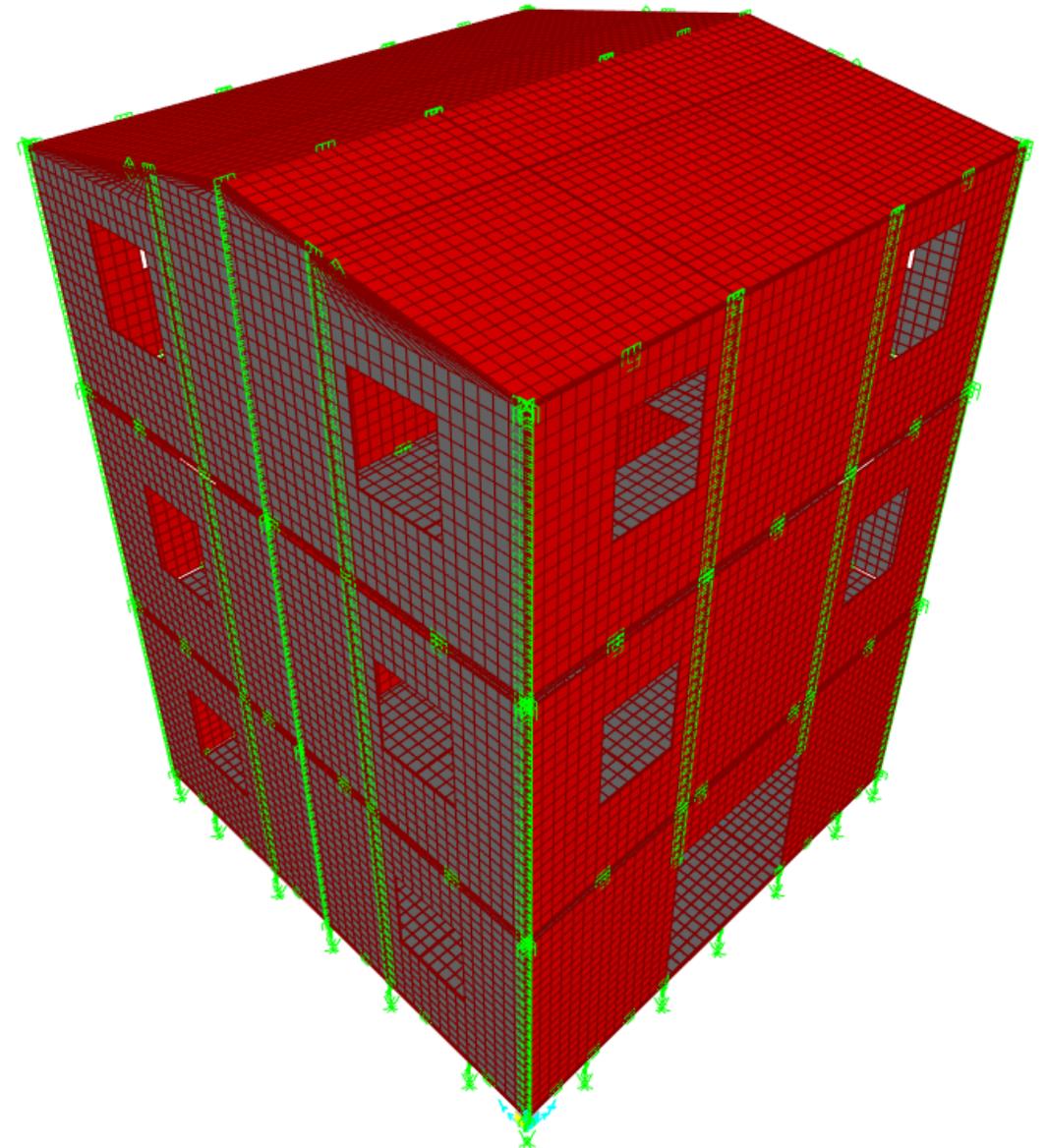
SISTEMA DE AISLAMIENTO SÍSMICO TRIDIMENSIONAL APLICADO A ESTRUCTURA DE TRES PISOS EN MADERA CONTRALAMINADA (CLT)

Autor : Ariel Araya Piña

Guía : Sergio Reyes Arriagada



udp



Antecedentes



Tableros macizos de madera



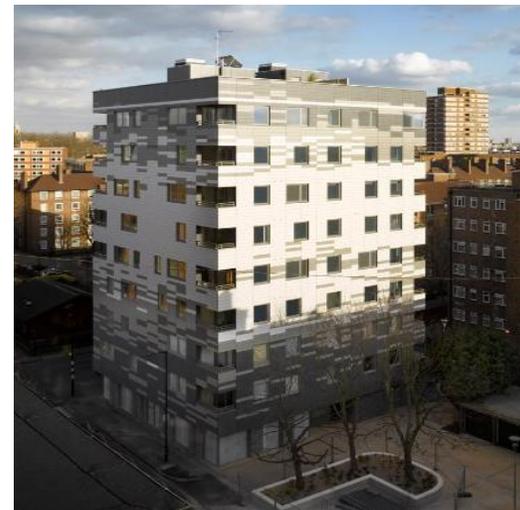
Placas metálicas y tornillos



Sofie Project
Italia - Japón



UDEC
Chile



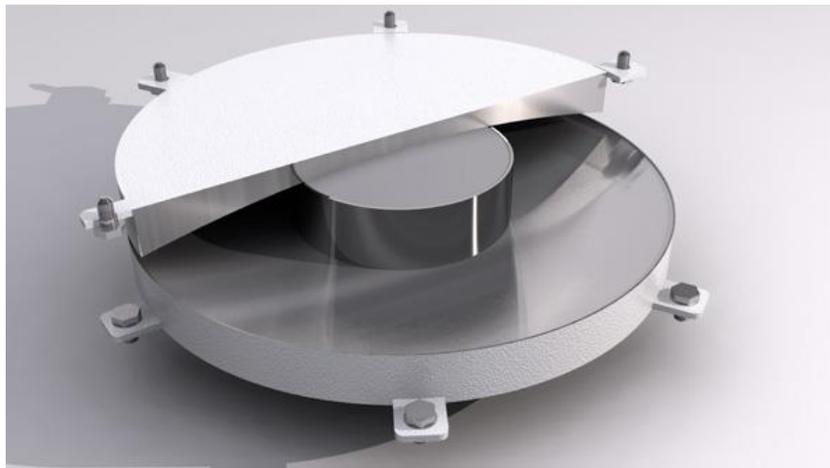
Murray Grove
Inglaterra



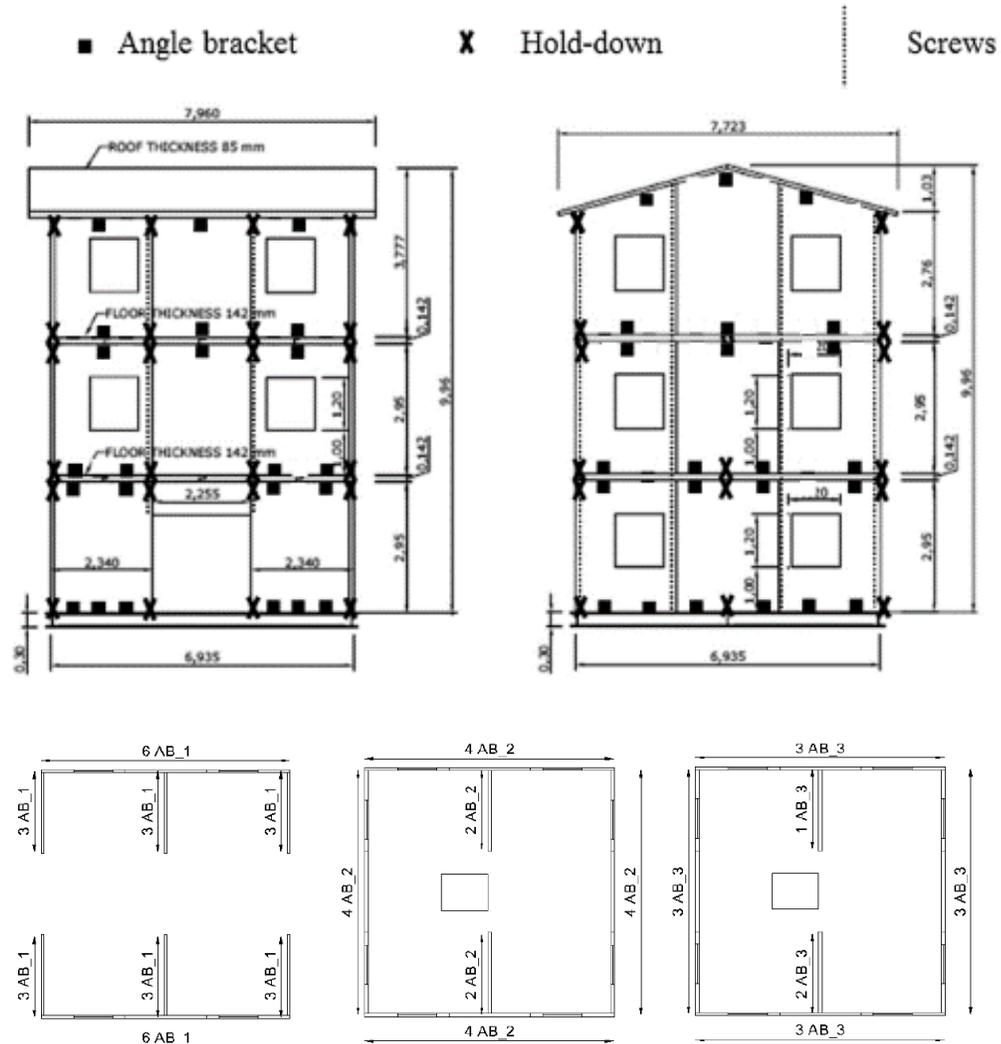
Descripción del Problema

- Normativa restrictiva
- Aislamiento Sísmico Tradicional

$$R = 2$$

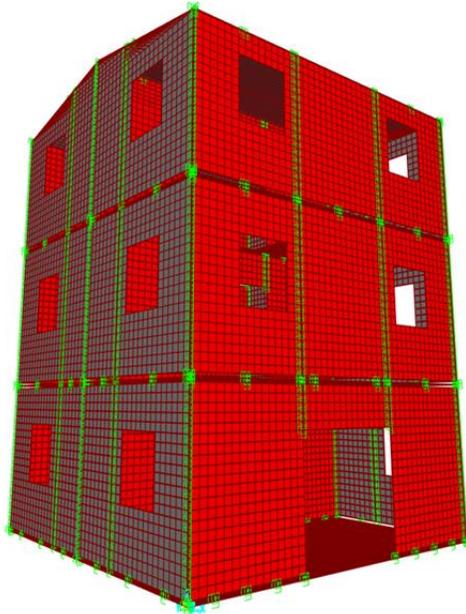


Caso de estudio



- Altura total de 10m y una planta 7x7m
- Losas, muros y techumbre con paneles de 142mm, 85mm y 85mm de espesor respectivamente.
- Hold-downs, angle-bracket y juntas spline para muros adyacentes y en perpendicular.
- Distribución de conectores angle-brackets por planta.
- Abertura de ancho 2.26m en los muros del primer piso en orientación norte-sur.

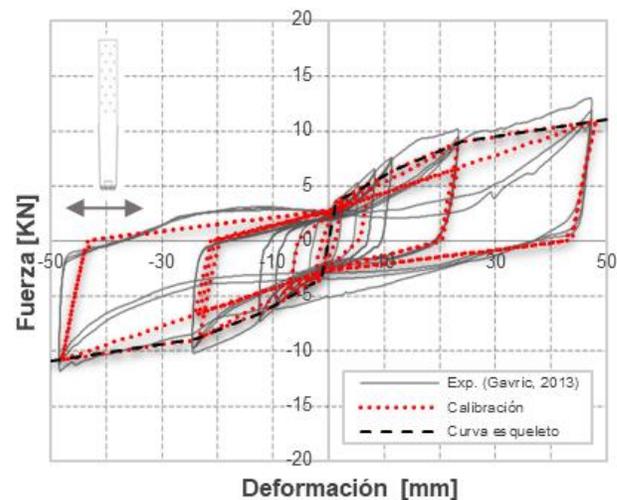
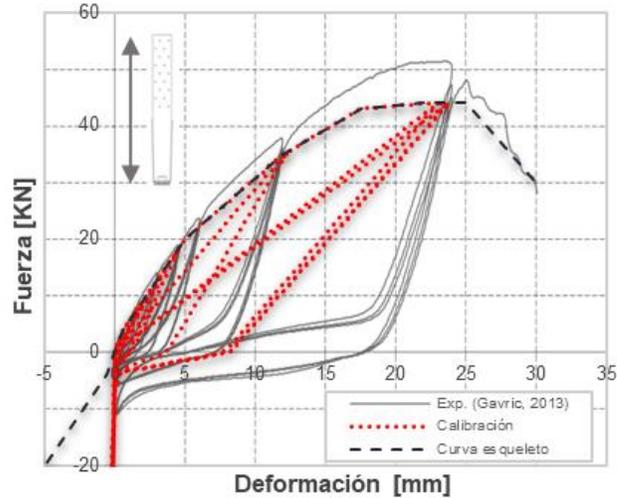
Validación numérica



- Paneles CLT → Elementos shell lineales con propiedades isotrópicas
- Conectores → Elementos link no-lineales
- Diafragmas rígidos para losas y techo.
- Análisis tiempo-historia → Registro El Centro escalado a un PGA 0.5g
 - Análisis FNA con vectores Ritz
 - 1500 modos
 - Carga vertical con función rampa
 - 2% Amortiguamiento viscoso (Rinaldin, 2016)

Modelo	Periodo [s]	Desp. máx. de techo [mm]	Acel. máx. techo [m/s ²]
Experimental	0.18	25.70	11.00
Modelación propia	0.21	21.58	11.88
Error (%)	17%	16%	8%

Calibración de Conectores

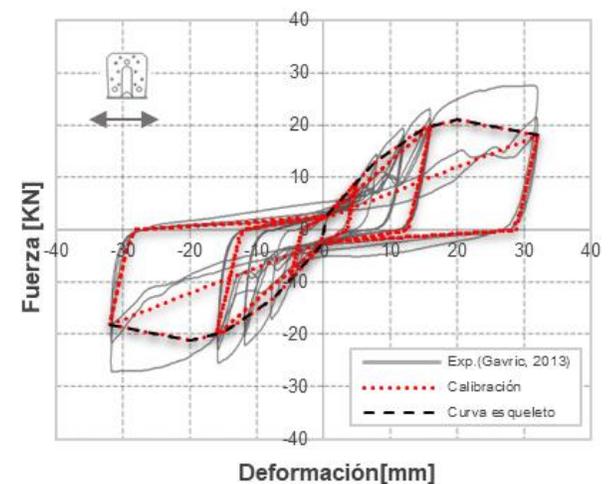
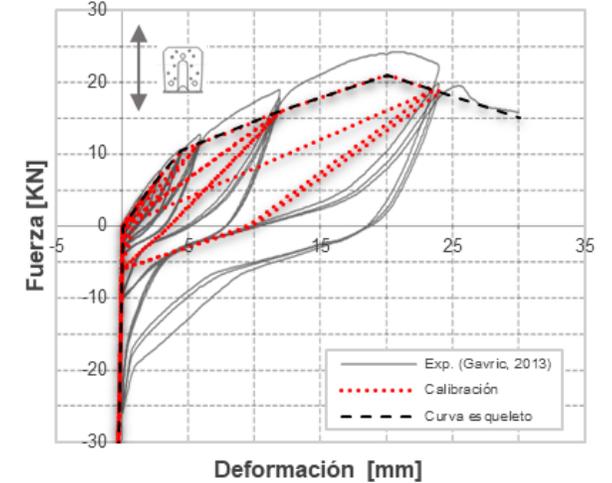


- Modelación en el software SAP2000.
- Se consideran conectores que representan la interacción:

Fundación → muros 1^{er} piso

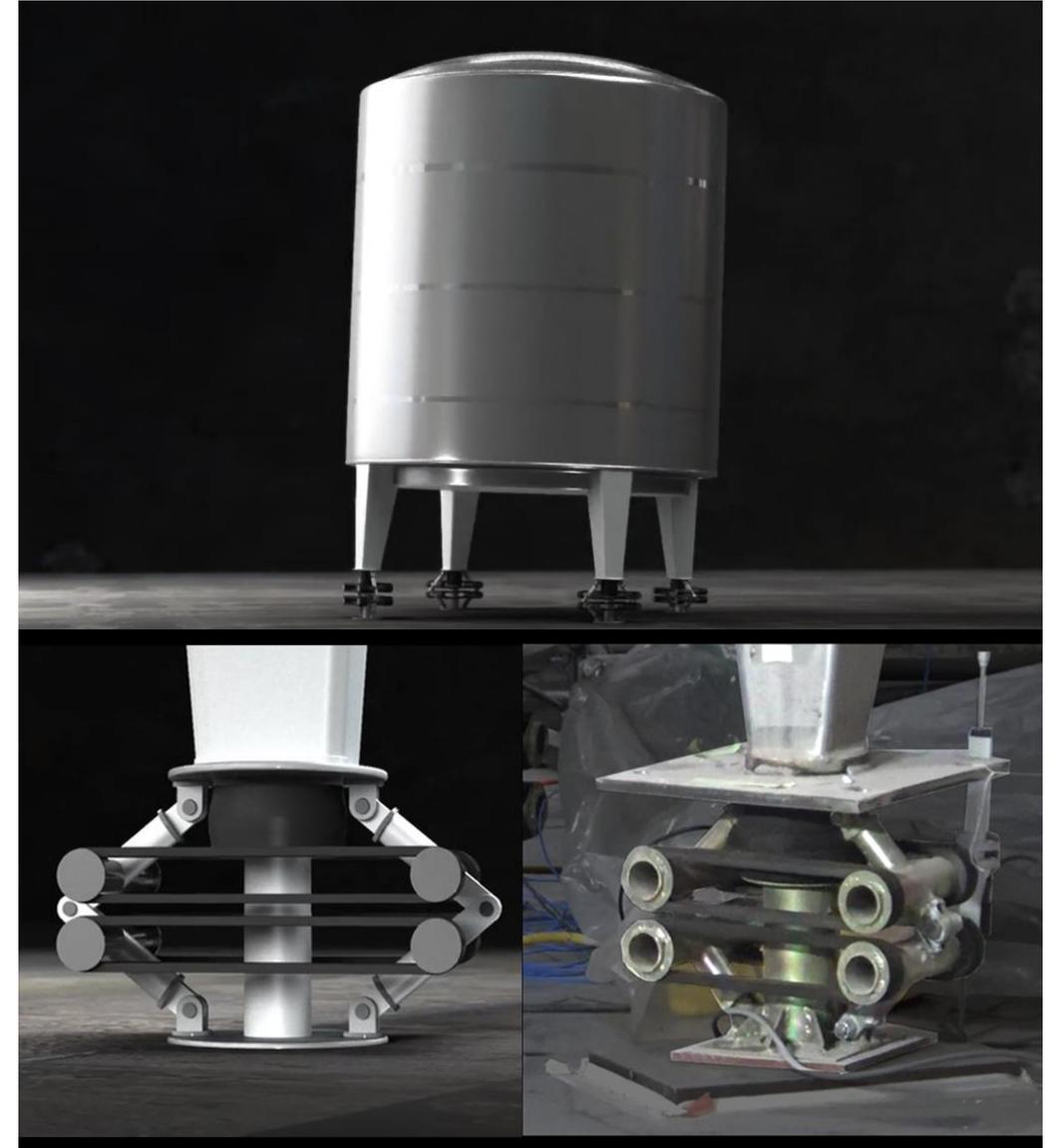
Losas → muros pisos superiores

- Elementos link no-lineales con modelo histerético Pivote considerando constitutivas a tracción y corte.
- Calibrados a través de la disipación de energía equivalente por ciclo en base a los ensayos de Gavric 2013.



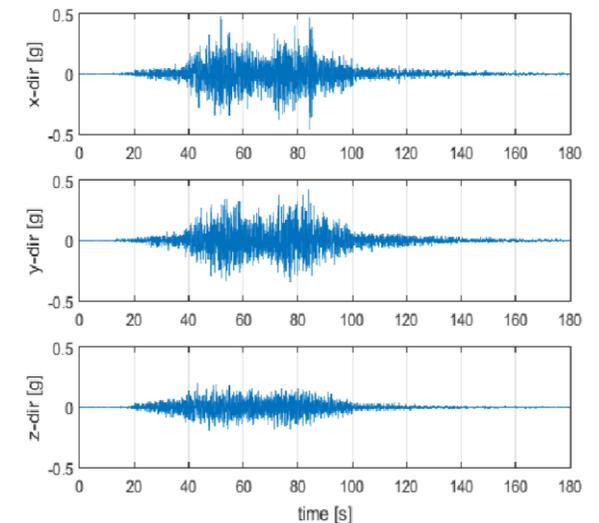
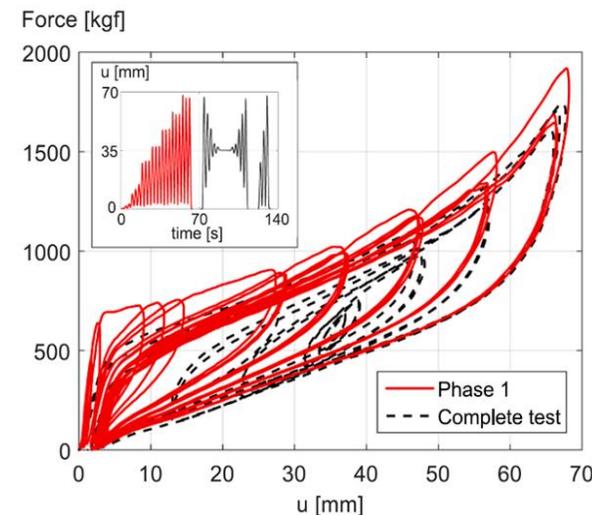
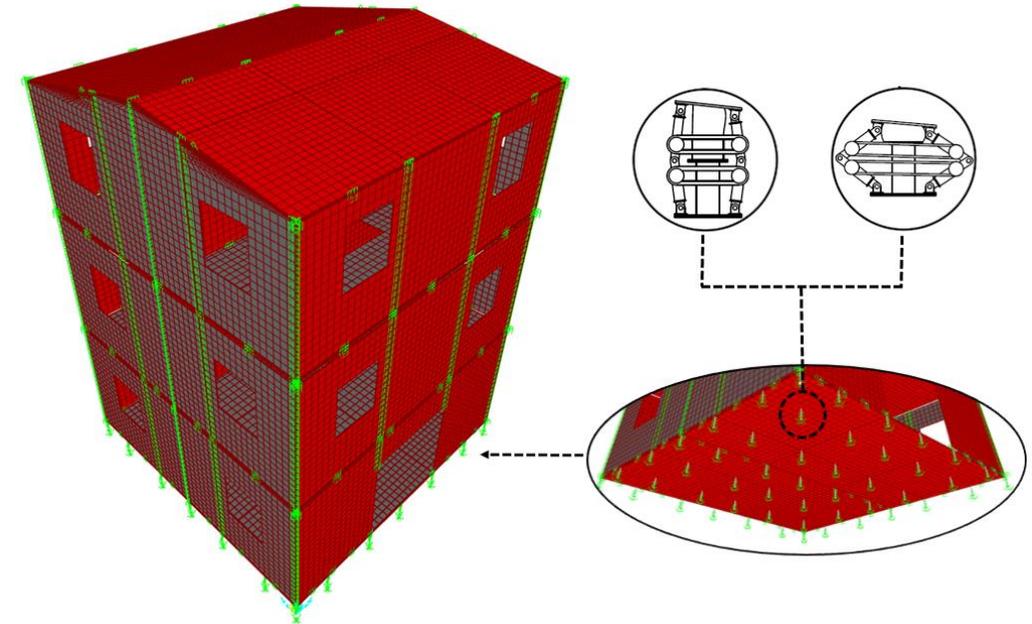
Aislamiento sísmico Tridimensional- ISO3D-2G

- Este sistema provee de flexibilidad rotacional a la base de la estructura, generando un modo de aislación por rocking.
- El funcionamiento de este dispositivo ya fue validado de manera experimental y numéricamente en un estanque de almacenamiento de vino.
- El dispositivo utiliza elastómeros deformados a compresión de alto amortiguamiento no vulcanizados, por lo que no requiere elevados costos de fabricación



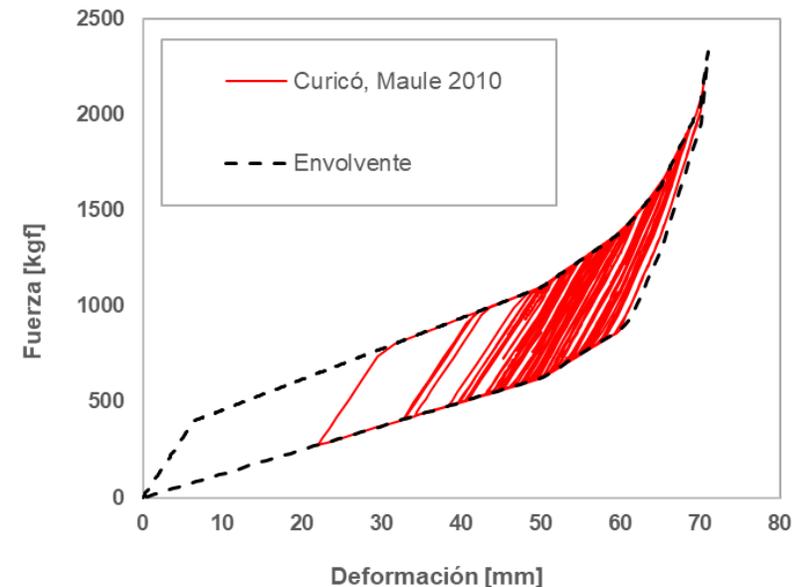
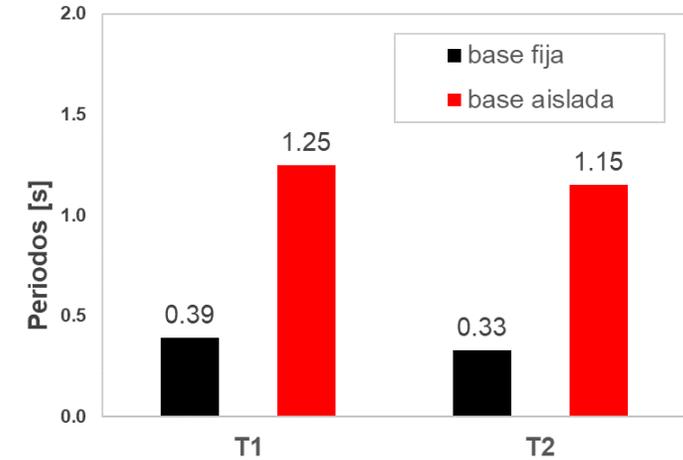
Desempeño Sísmico en Chile

- Registro Curicó, Maule 2010 en sus tres direcciones.
- Dispositivos representados a través de una configuración no-lineal de elementos link que representan las propiedades no-lineales
- Se tienen 49 elementos que representan el dispositivo distribuidos en la base



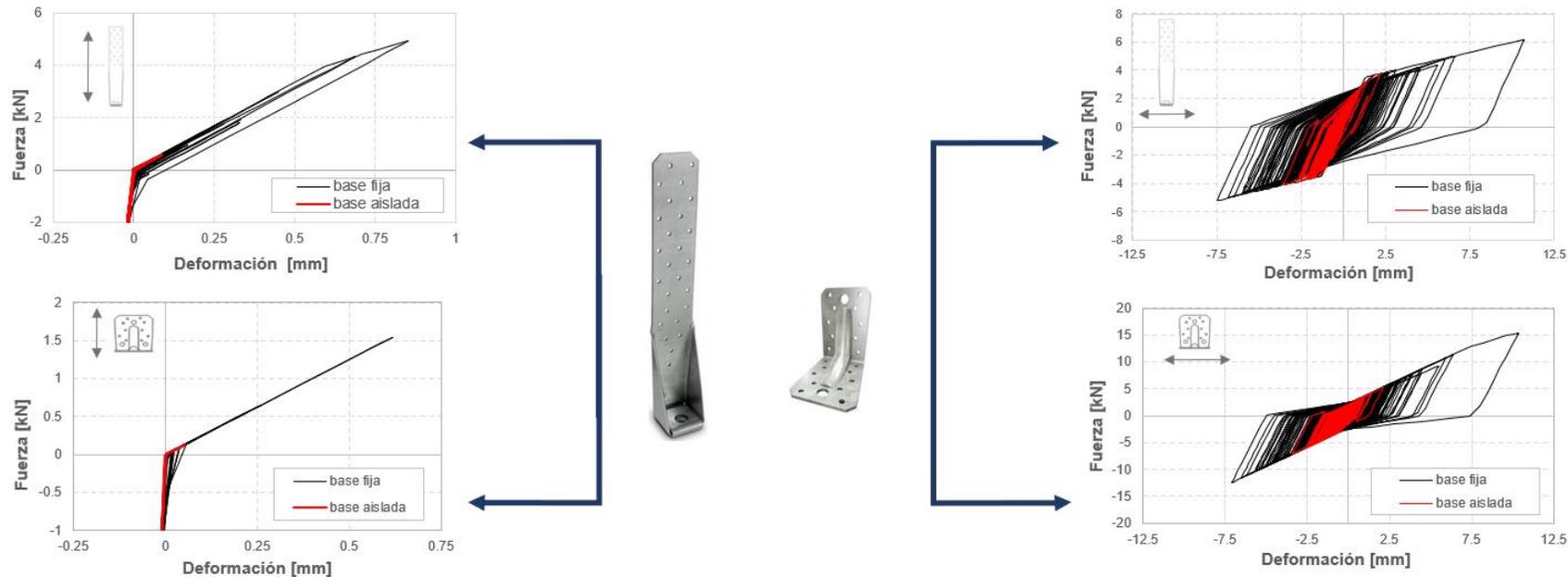
Respuesta Local

- Periodo modal lineal de tres veces mayor para la estructura de base aislada, respecto a la de base fija.
- La constitutiva del dispositivo, la cual consiste en un elemento MultiLinear conectado en paralelo a un Friction Spring Damper; que se conecta en serie a un elemento friccional de radio infinito para simular la condición simplemente apoyada.



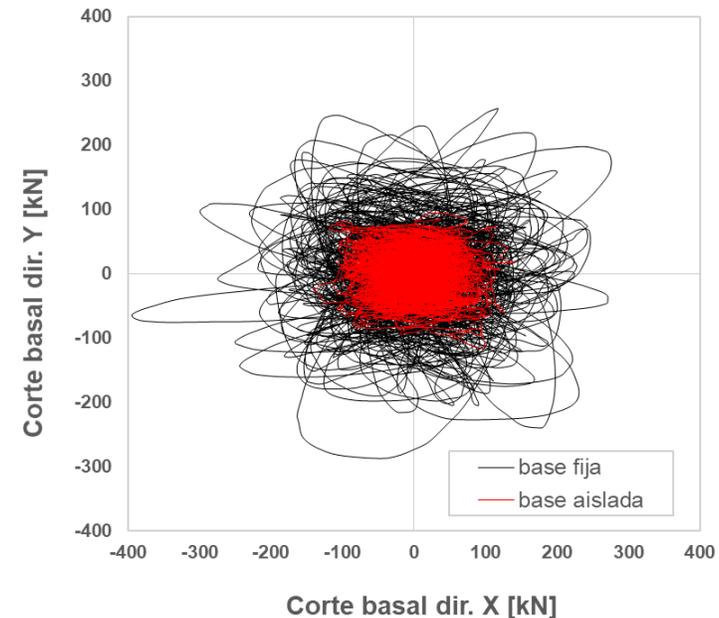
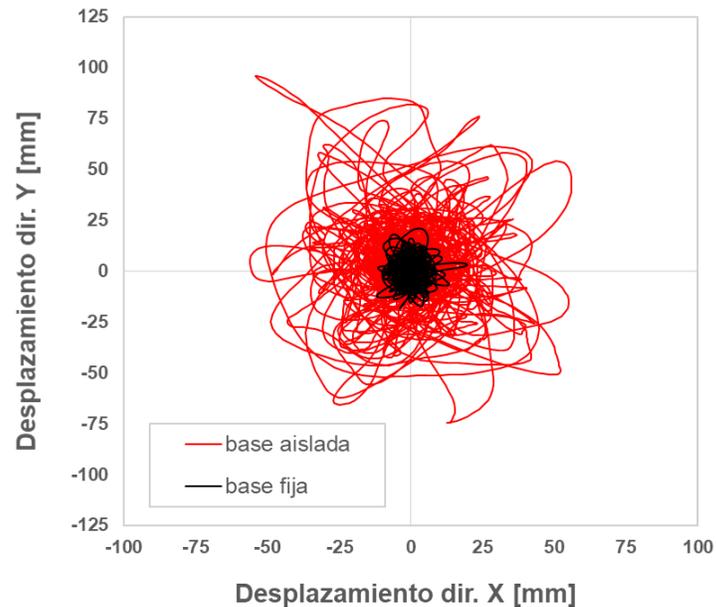
Respuesta Local

- Reducciones de hasta en un 90% en las deformaciones a esfuerzos de tracción y en rango elástico.
- Reducción en hasta un 67 % y 89% en las deformaciones de corte producidas en conectores hold-down y angle-brackets respectivamente



Respuesta Global

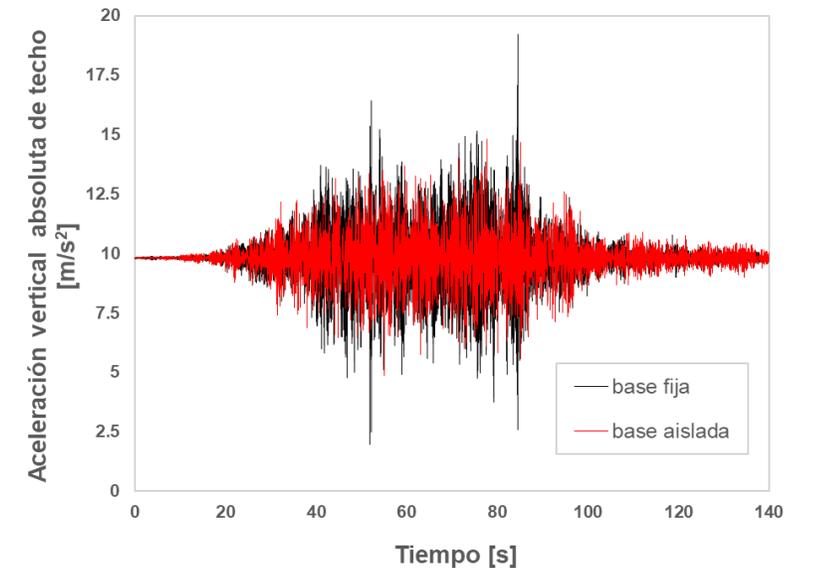
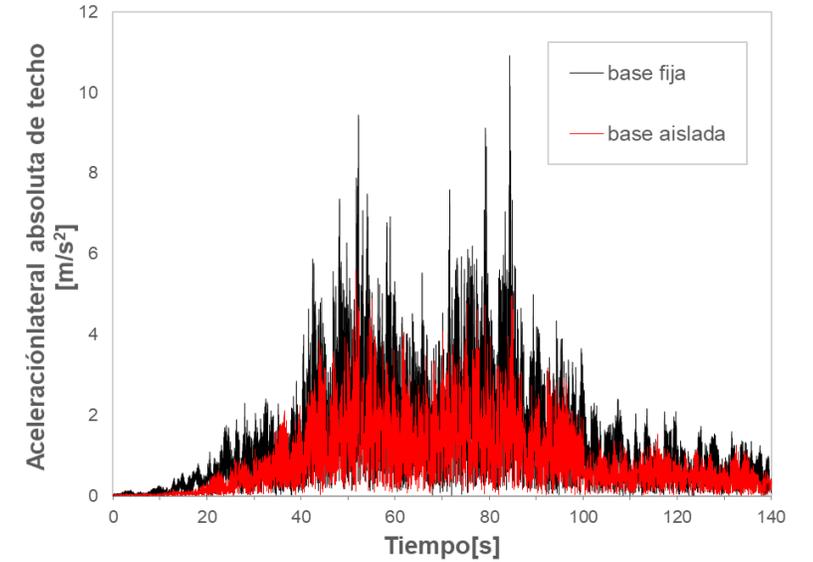
- Los desplazamientos relativos de techo aumentaron más de dos veces para la dirección X y hasta cuatro veces para la dirección Y.
- Reducción de hasta un 60% para el corte basal en ambas direcciones.



Respuesta Global

Textos

Aceleración máxima absoluta	Aceleración lateral [m/s ²]			Aceleración vertical [m/s ²]		
	techo	2 ^{do} piso	1 ^{er} piso	techo	2 ^{do} piso	1 ^{er} piso
Base fija	10.92	8.56	9.62	19.20	18.50	19.12
Base aislada	5.61	4.22	9.30	14.82	15.07	13.71
Reducción	49%	51%	3%	23%	19%	28%



Respuesta Global

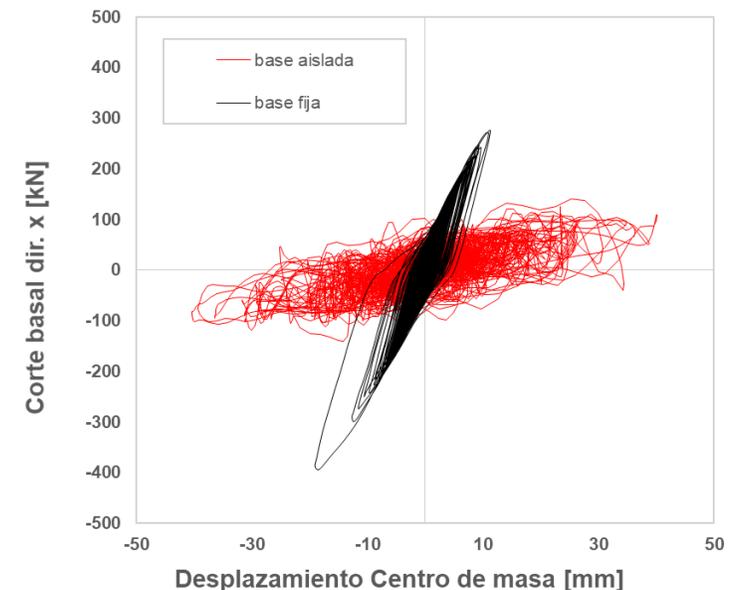
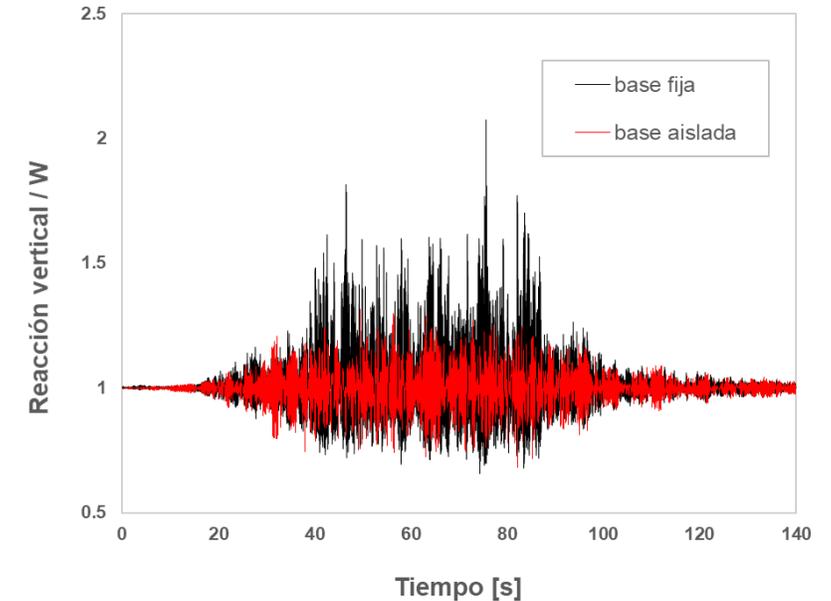
- Reducción de hasta un 64% en la reacción vertical
- La relación de desplazamiento del centro de masa con el corte basal en dirección X.

Base fija

- $T_{\text{efectivo}} = 0.3\text{s}$
- $\xi_{\text{efectivo}} = 14\%$

Base aislada

- $T_{\text{efectivo}} = 0.92\text{s}$
- $\xi_{\text{efectivo}} = 23\%$.



Conclusiones

- Se validó la respuesta sísmica de la estructura en base a el ensayo experimental de Sofie Project.
- La efectividad del sistema de aislamiento tridimensional:
 - Periodo
 - Desplazamientos
 - Corte basal
 - Amortiguamiento
 - Aceleración vertical
 - Aceleración lateral
 - Reacción vertical.
 - Deformaciones en conectores
- Altamente competitivo
 - Técnicamente factible
 - Económicamente viable

2020

CONCURSO
**INGENIERÍA Y
CONSTRUCCIÓN**


MADERA21
de CORMA

udp Escuela de
Ingeniería en Obras Civiles

ISOVER
PROTECCIÓN SÍSMICA
INDUSTRIAL


2-5 SEPTIEMBRE
**SEMANA DE
LA MADERA**



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo
Científico y Tecnológico