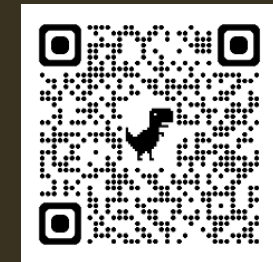
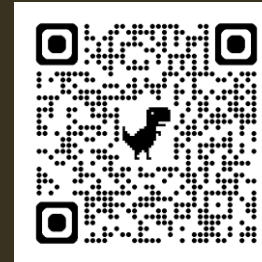
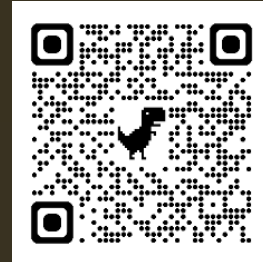


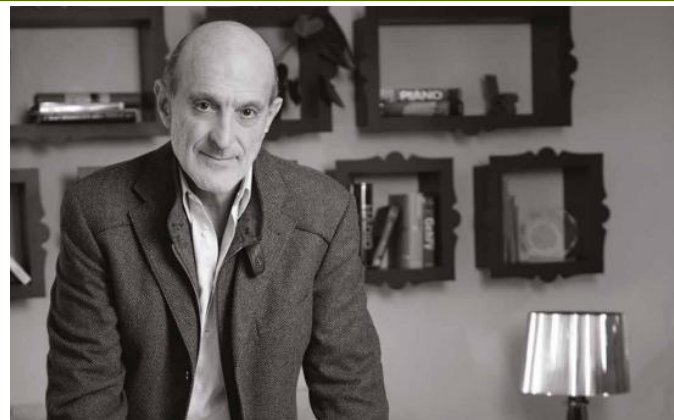
QONDESA: Un caso real para explorar fragilidad, registros sísmicos y diseño basado en riesgo

José Poveda, Carlos Celi

Torrefuerte Estructural,

IUSS-Pavia, PUCE





**Uribe
Schwarzkopf**



mad architects

Qondesa, ubicado en Quito, posee 36 pisos y 6 subsuelos, alcanza una altura de 140,40 metros, posicionándose como el más alto de Quito y el tercero más alto de Ecuador. Desarrollamos su **diseño estructural** utilizando un sistema dual sismorresistente, empleando el estado del arte del análisis matemático lo que asegura la protección de la vida de sus ocupantes y el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales. Además, este diseño optimiza la eficiencia estructural y los costos de construcción a nivel Local.

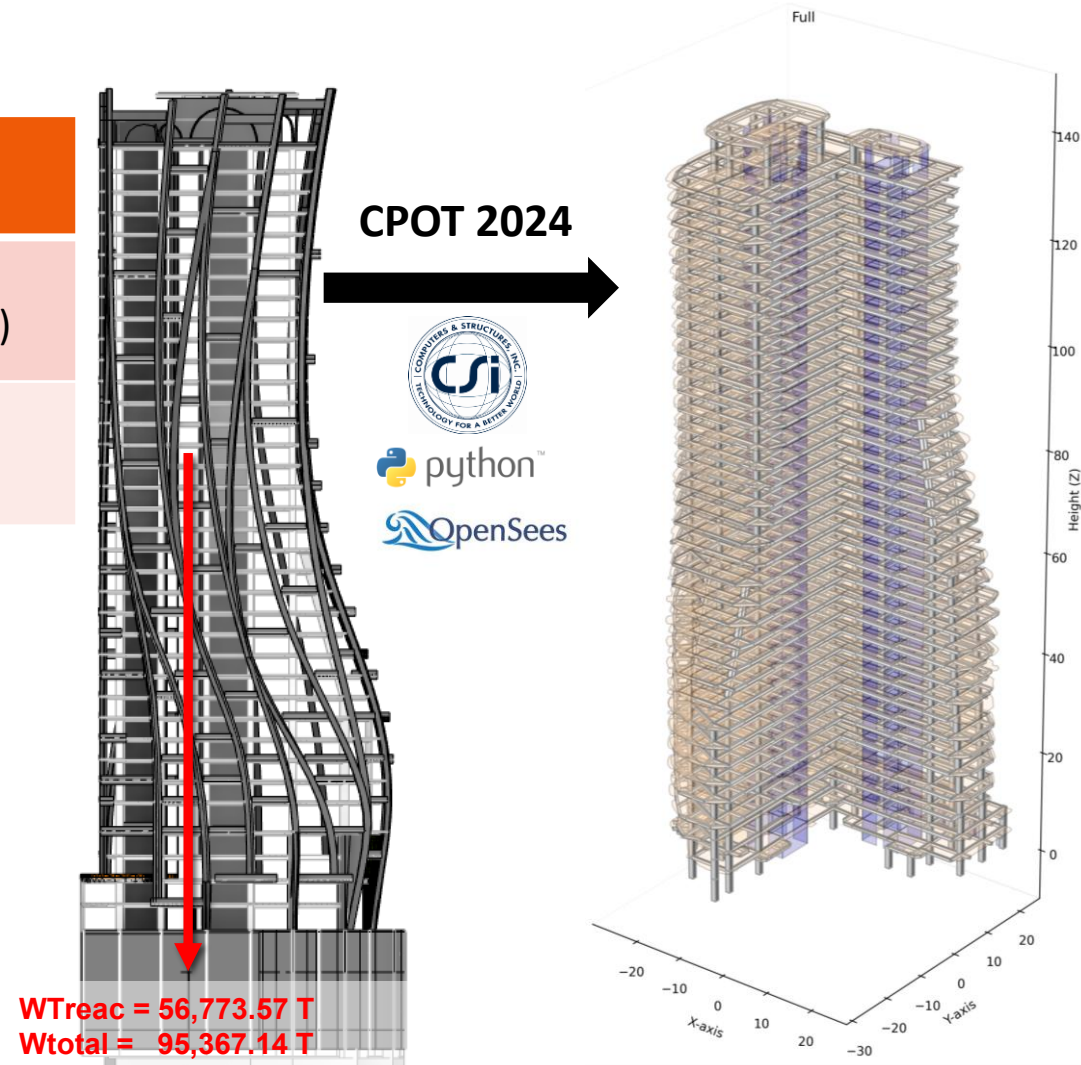
Análisis modal espectral

	Peso Propio (T)	Carga Muerta (T)	Carga Viva (T)	Total
N+0.00 a N+139.40	49756.60	9108.51	7871.10	56773.58 (PP+CM+10%CV)
N-19.60 a N+139.40	73064.06	11532.15	10770.093	56773.58 (PP+CM+CV)

Intensidades Analizadas (TR): 43, 475 y 2500 años

Vmin (NEC-SE-DS-TR475)= 5.48%W = 3110.09 T

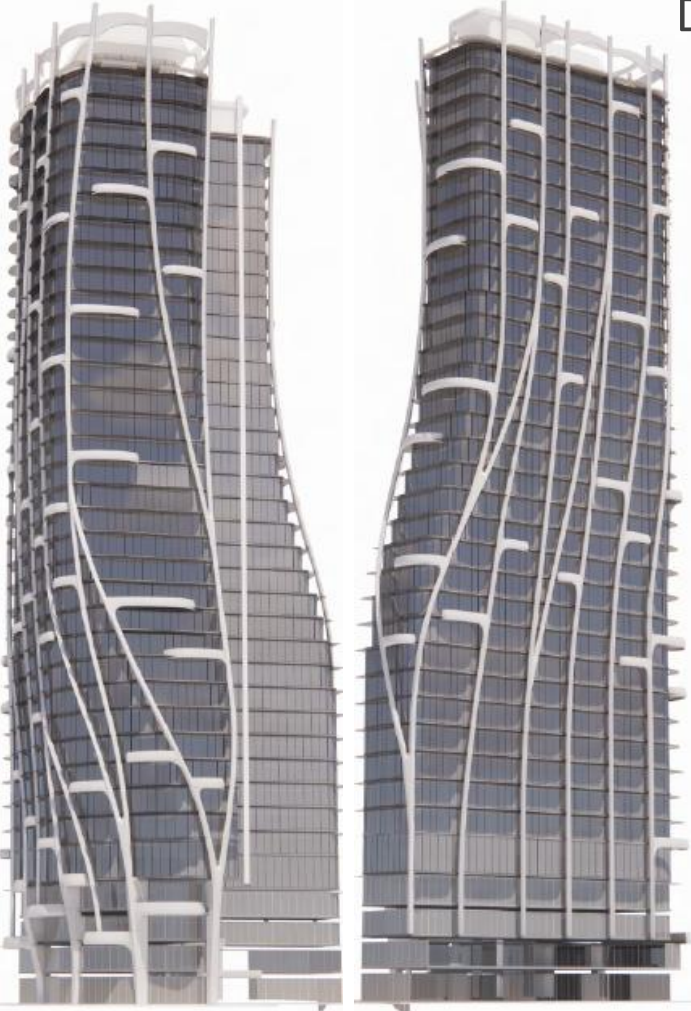
Vmin (ASCE7 TR475)= 5.16%W = 2928.04 T



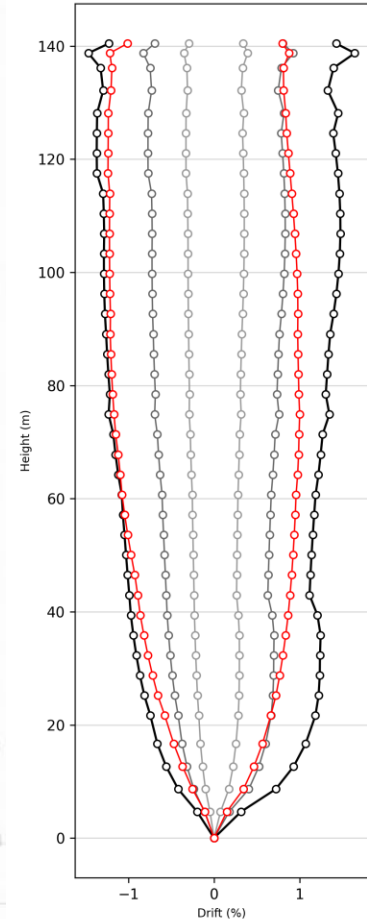
Deriva Máxima (TR475) = 0.927%

Deriva Máxima (TR2500) = 1.65%

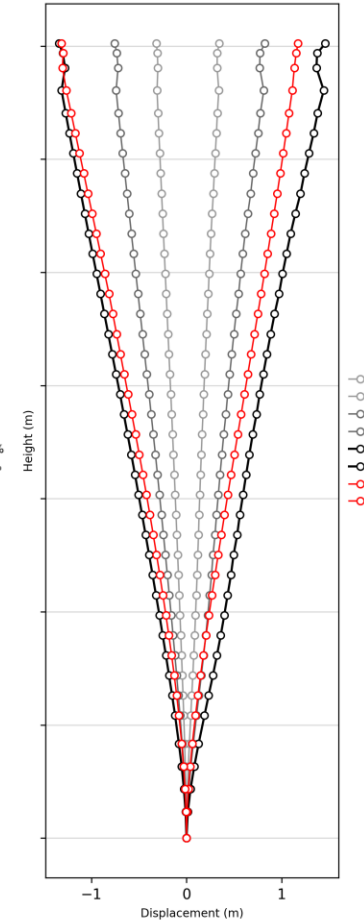
SUMMARY RESULTS, Project: PRY QONDESA
All Return Periods



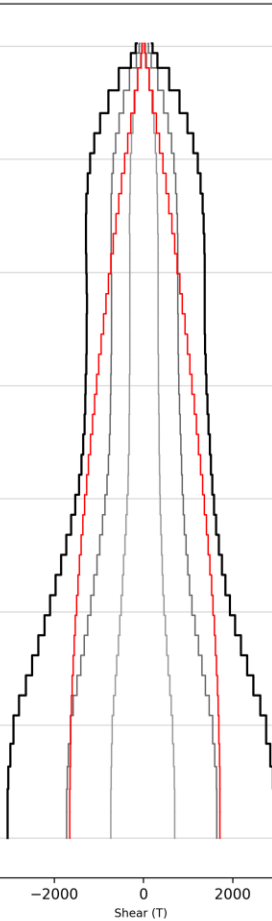
Inelastic Story Drifts, Project: PRY QONDESA
Powered by © TorreFuerte



Inelastic Story Displacement, Project: PRY QONDESA
Powered by © TorreFuerte



Story Shear, Project: PRY QONDESA
Powered by © TorreFuerte











Investigación

- Para evaluar el desempeño, se requieren análisis no lineales de tiempo-historia que consideren los efectos de los modos de vibración superiores y de la resistencia estructural sobre la demanda del edificio.
- Los códigos vigentes (ASCE7) permiten dos alternativas para seleccionar registros (UHS vs. CS)
- Primero, se opta por analizar modelos de edificios simples antes de tomar una decisión en la metodología de selección de registros sísmicos.

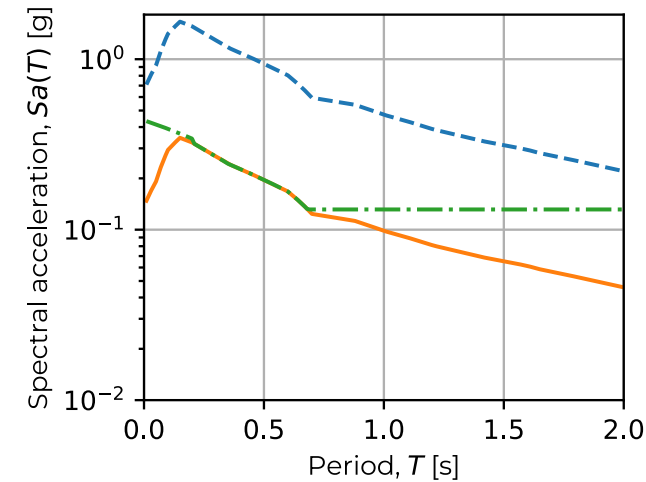
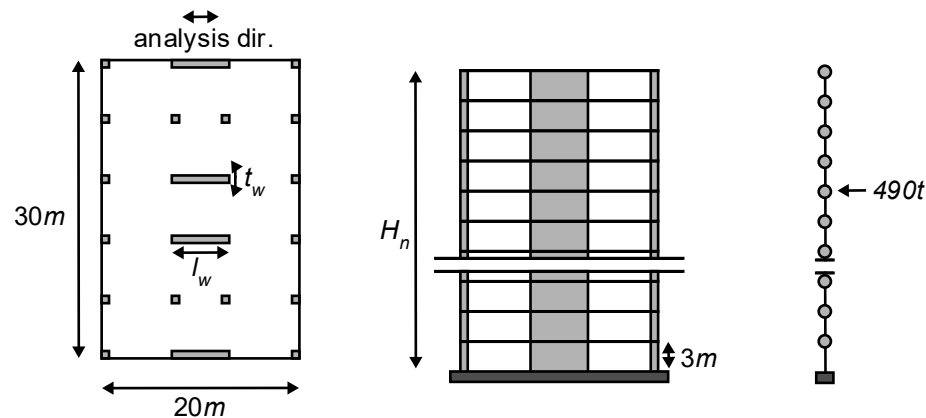
Casos de Estudio

5 edificios: 4,8,12,16, 20 pisos

Distribución típica en planta y elevación con masa uniforme por piso

Diseñado conforme EC8 usando análisis modal.

Rótula concentrada en la base para el análisis no lineal.

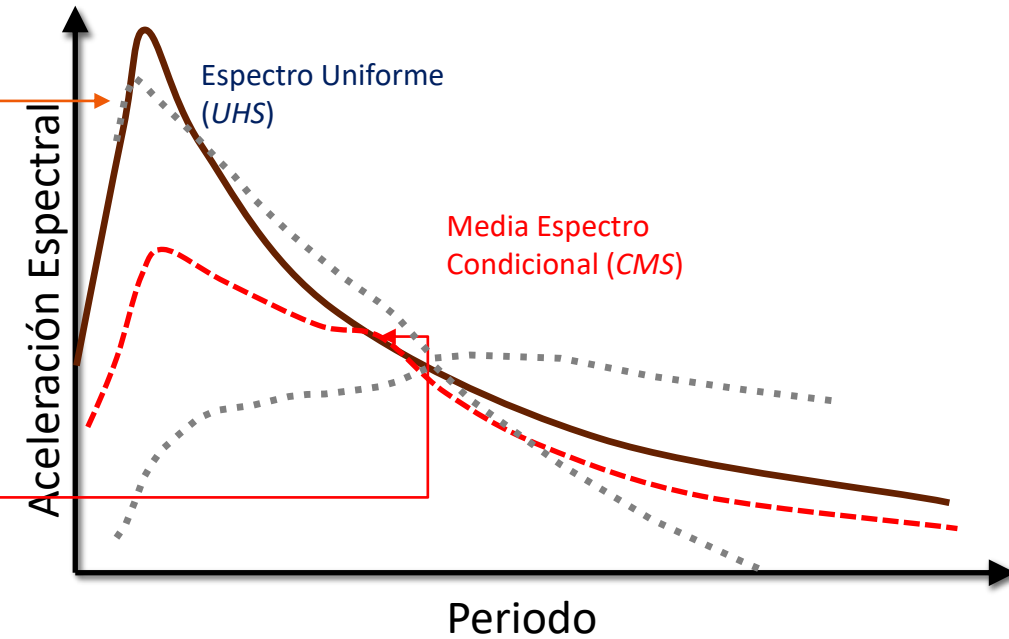
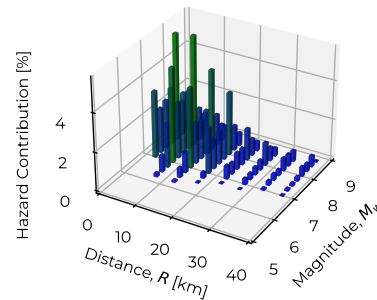
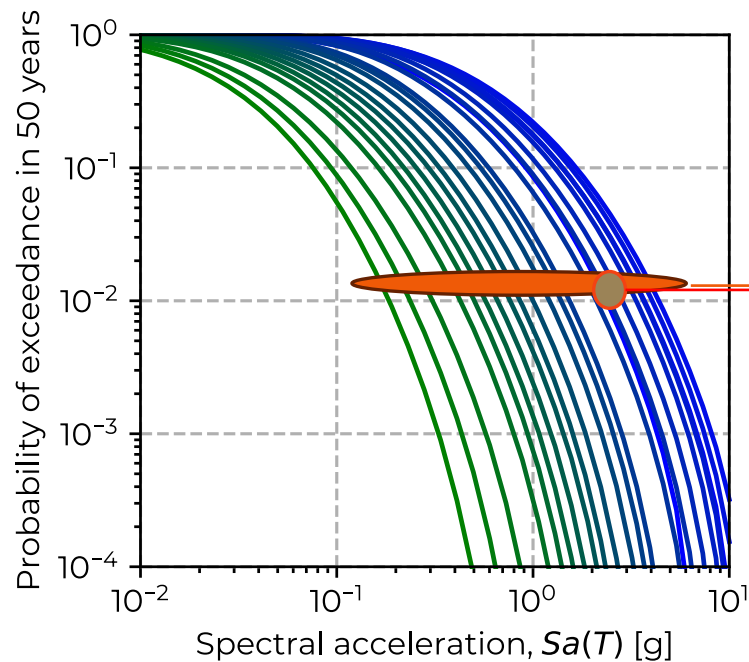


Amenaza Sísmica (PSHA)

Modelo simplificado (ESHM 2013) - $S_a(T=0.05 \text{ a } 4.0 \text{ s})$

Desagregación sísmica

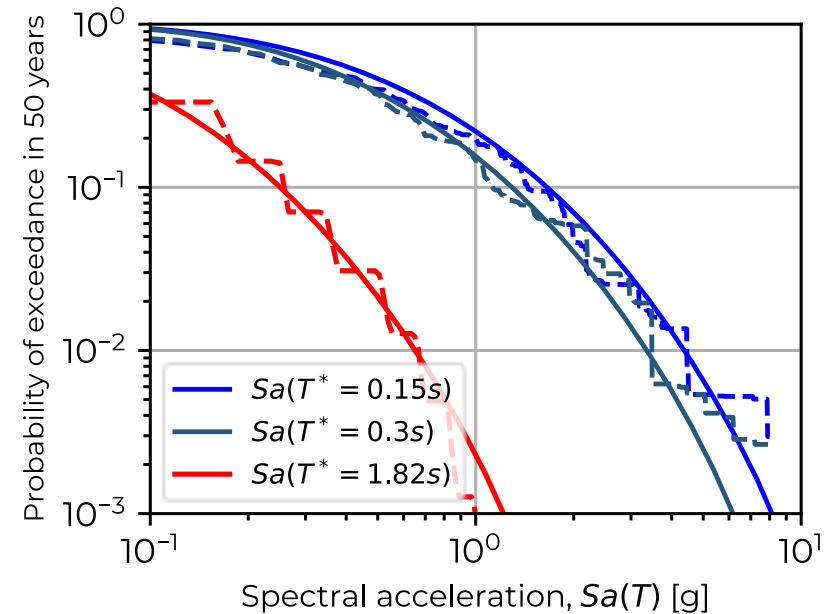
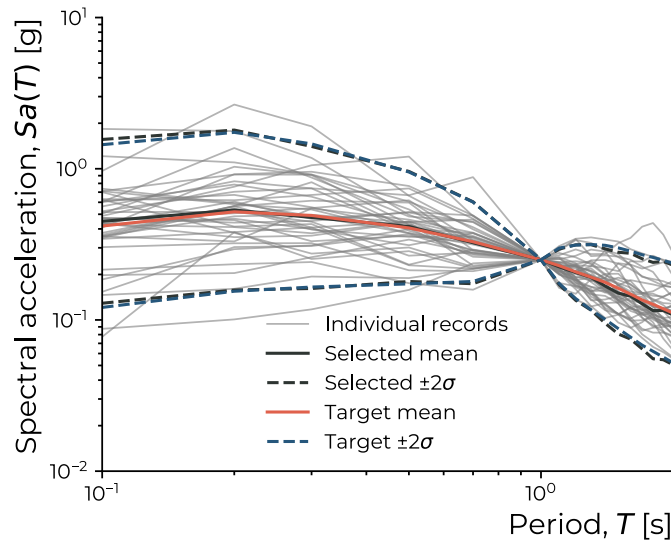
Modelos: Akkar, 2014, para GMM y correlación



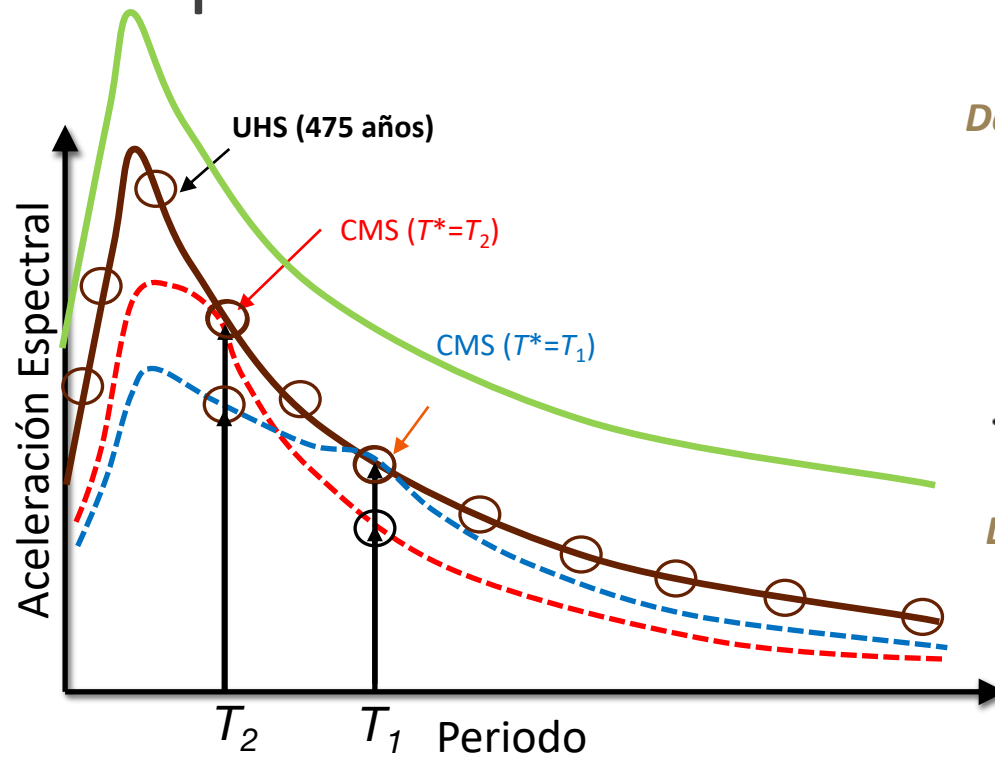
Registros sísmicos

23 conjuntos de 40 registros: UHS + CS ($T^* = 0.05\text{--}4.0\text{ s}$)

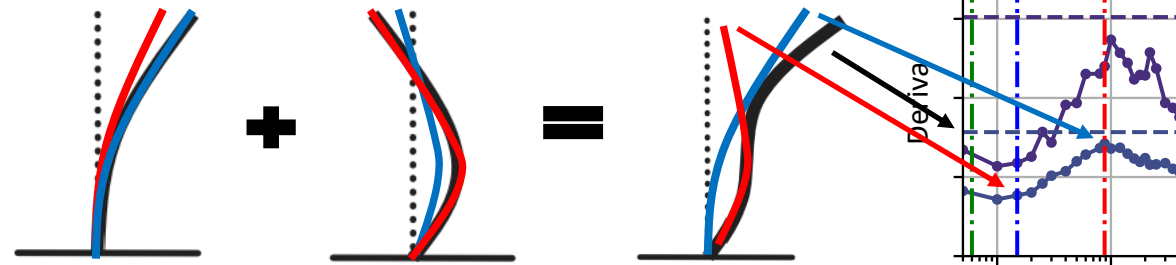
Consistencia sísmica para los conjuntos de CS.



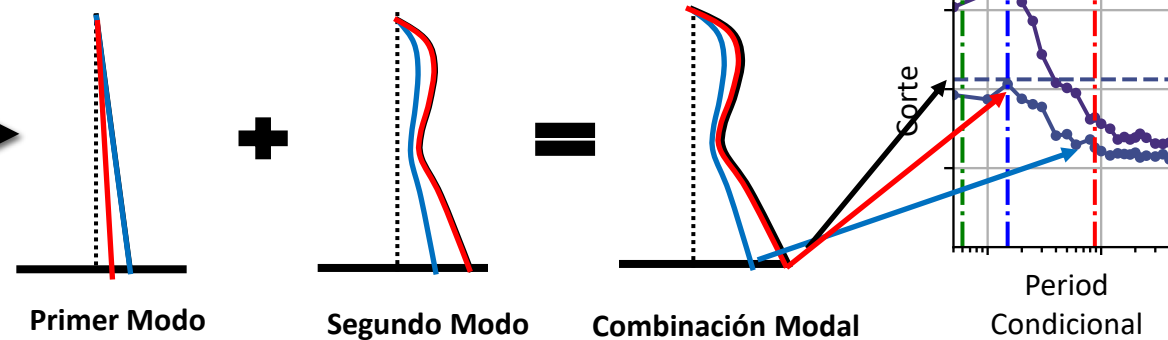
Explicación UHS vs. CS con Análisis modal



Demanda desplazamiento



Demanda Corte

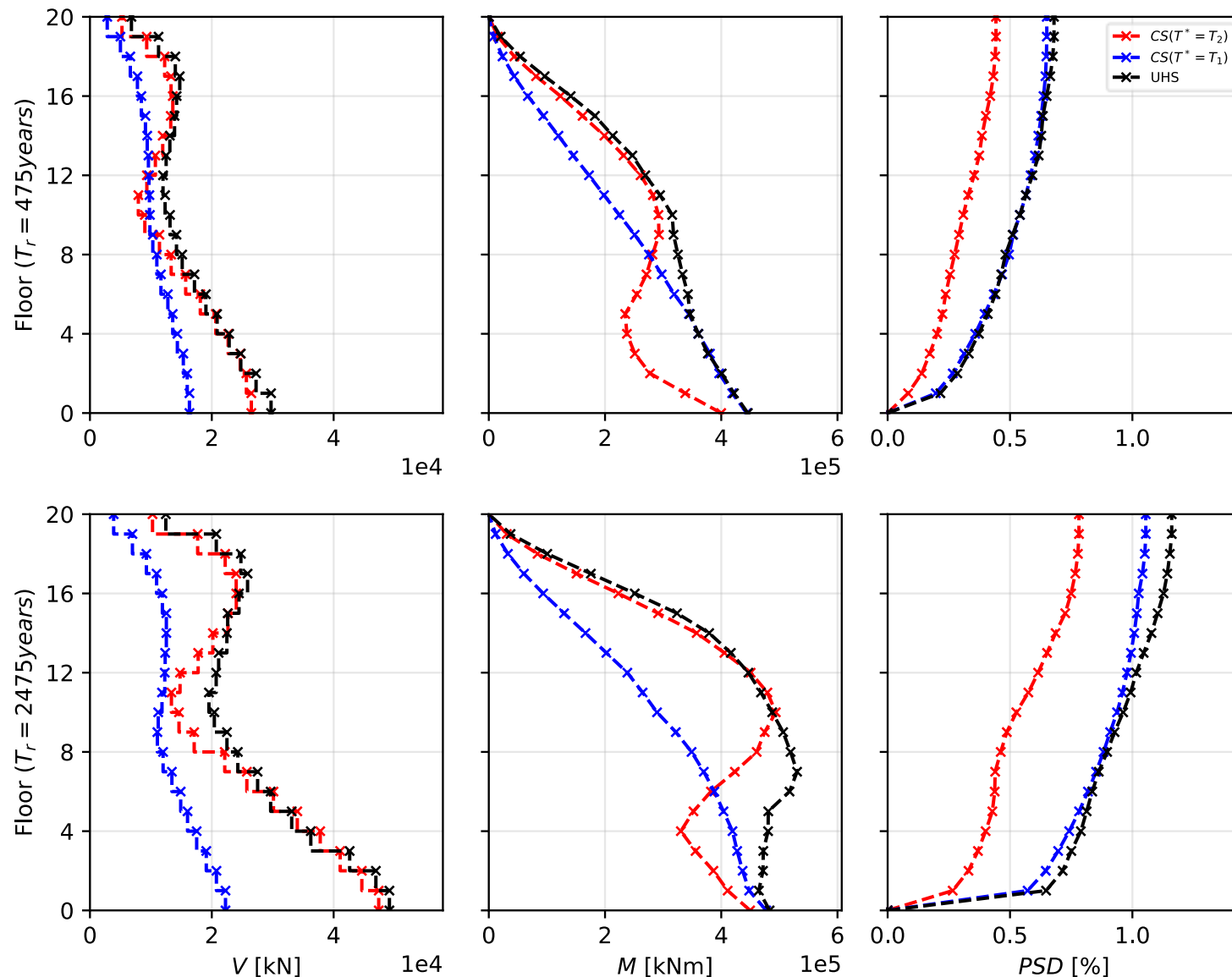


Tendencias en la demanda

UHS tiende a “sobreestimar” en comparación con los CS.

CS(T1) - Referencia para deriva y es muy cercano al UHS, subestima el corte y momento

CS(T2) - Referencia para corte, subestima la deriva



Estimación del Riesgo Sísmico

Cuando hablamos de riesgo, nos referimos a la frecuencia media anual de excedencia de un umbral de demanda conocido.

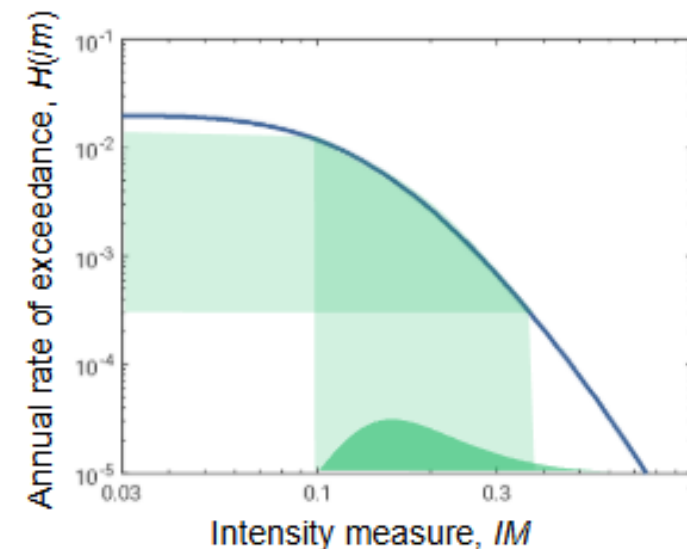
Puede ser cualquier demanda o umbral en la estructura, como:

- Colapso lateral
- Primera fluencia en columna
- 1,5 % de deriva máxima del piso
- 1,2 g de aceleración máxima del piso

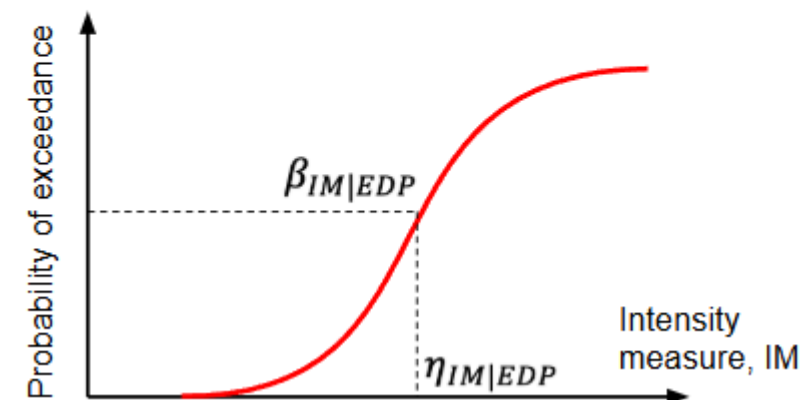
Las funciones de fragilidad pueden utilizarse para describir la superación del límite de demanda o del estado de daño.

Las funciones de fragilidad tienden a tener una distribución lognormal y se describen mediante dos parámetros: media y dispersión

El riesgo de estructuras individuales se calcula integrando **el peligro y la vulnerabilidad**



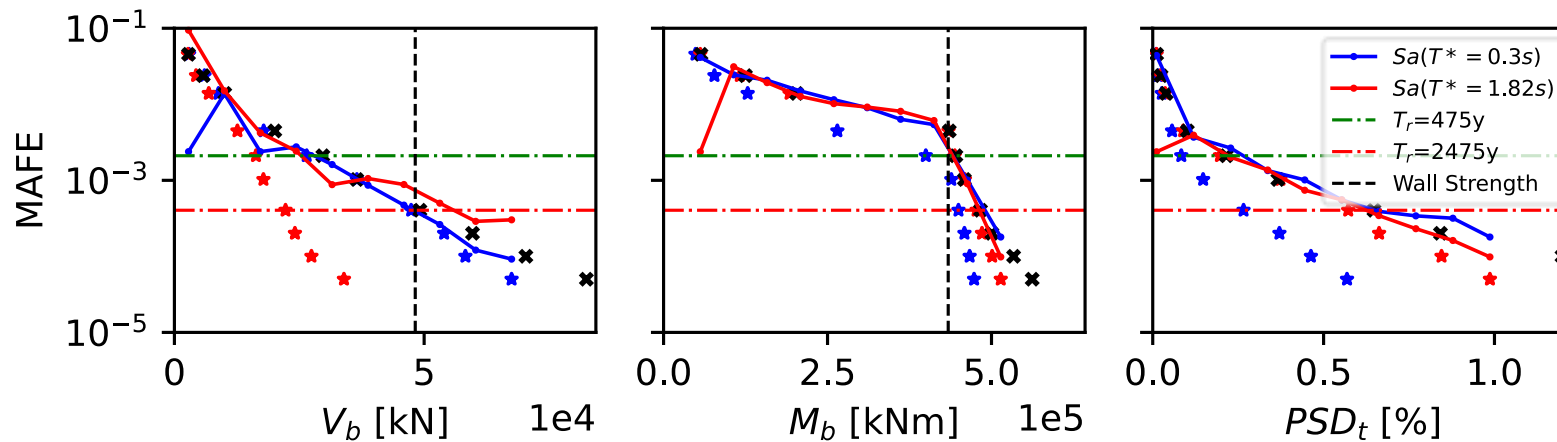
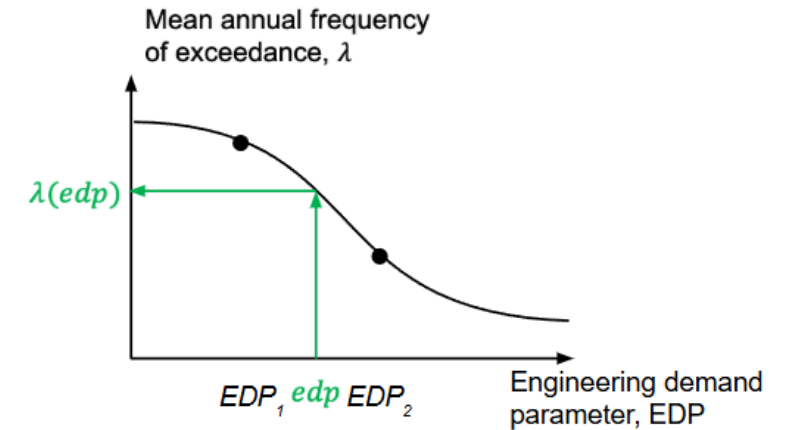
$$\lambda = \int_{-\infty}^{+\infty} P(EDP > edp | IM = im) |dH(im)|$$



Curvas de demanda-riesgo

Se integran funciones de fragilidad en rango amplio de demandas para crear una curva de demanda-riesgo.

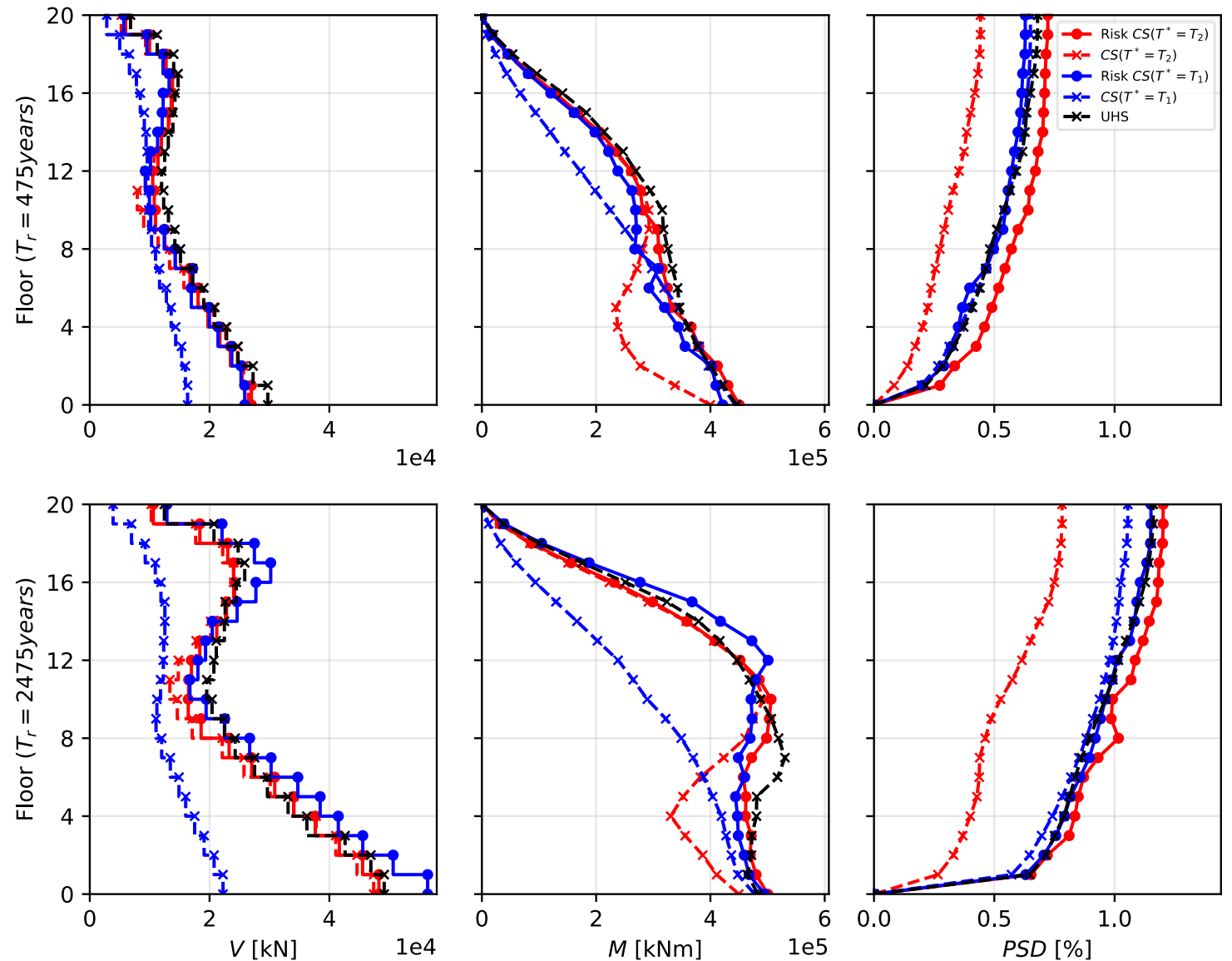
Esto nos permite interpolar cuál es el riesgo (λ) de exceder un determinado valor de demanda en un sitio determinado.



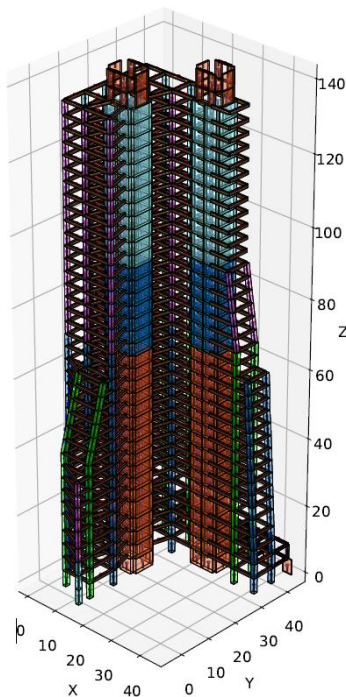
Envolvete de riesgo para corte

Se muestran la media de la demanda de corte y la integración de riesgo a lo largo del muro.

Los resultados del UHS siguen a la demanda de riesgo



Modelo No lineal para Qondesa



- Elementos tipo *frame* con secciones de fibras. Diafragmas rígidos en el centro geométrico.
- *Concrete02* y *SteelMPF* para fibras de hormigón confinado, no confinado y acero de refuerzo longitudinal.
- Secciones agrietadas a corte con *section aggregator*.
- Cargas distribuidas para cargas verticales.
- Masas concentradas en los nodos (100%CM y 30%CV).
- Amortiguamiento tipo Rayleigh
- Resultados modales:

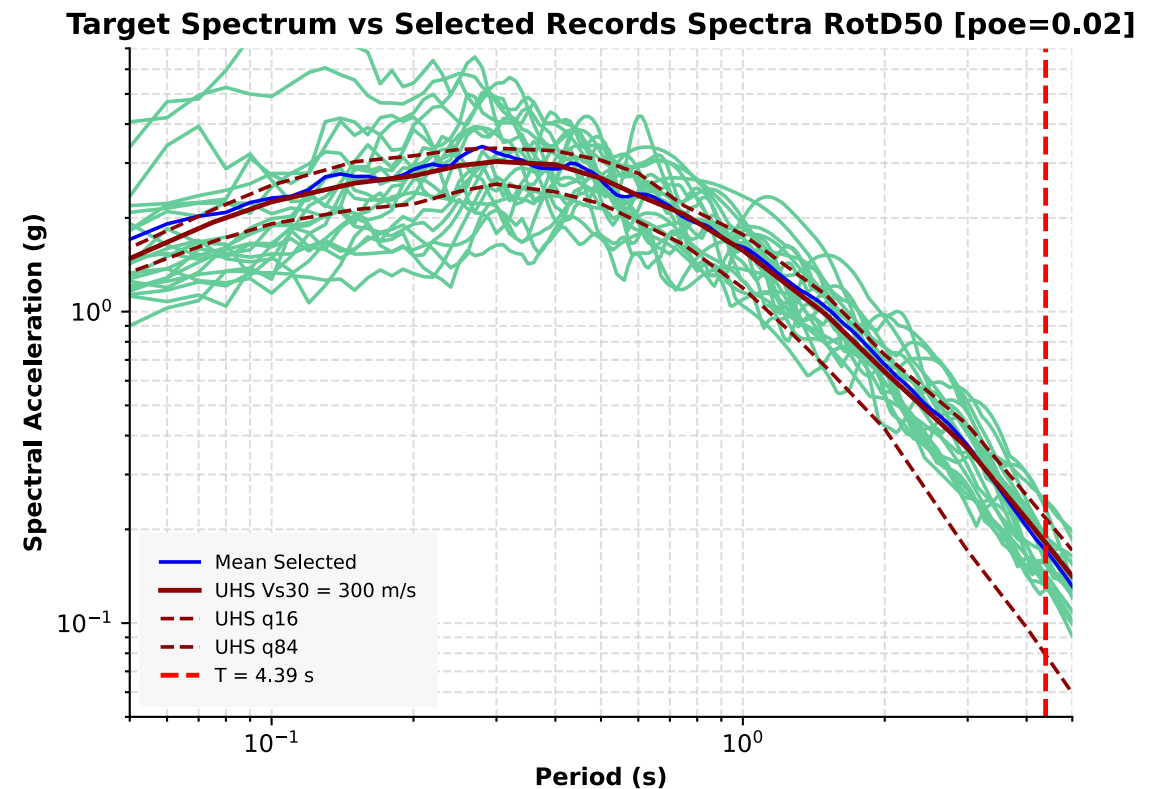
Modo	Periodo (s)	MX (%)	MY (%)
1	4.61	0.0	57.73
2	3.30	59.39	0.0

Selección de registros para Qondesa

Se siguieron las recomendaciones de NEC-15 y ASCE7 para la selección de registros.

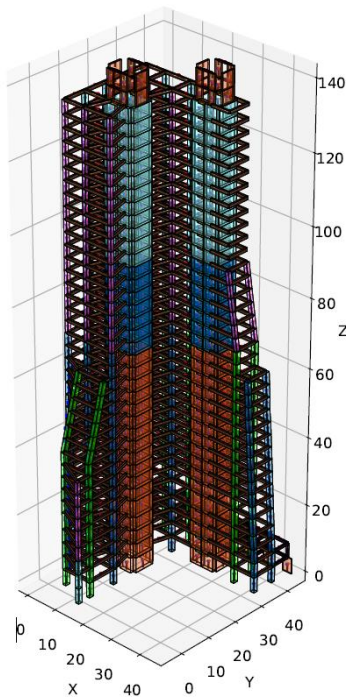
Se utiliza el espectro UHS para 2500 años del modelo PSHA de Palacios, 2024

<https://sdte-torrefuerte.streamlit.app/>

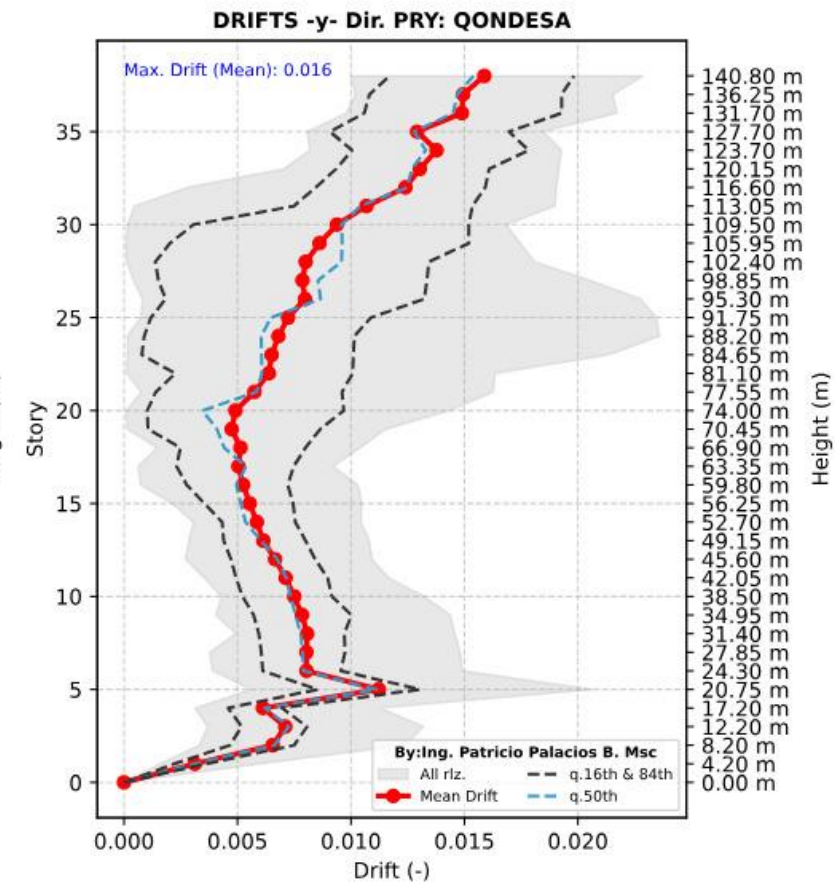
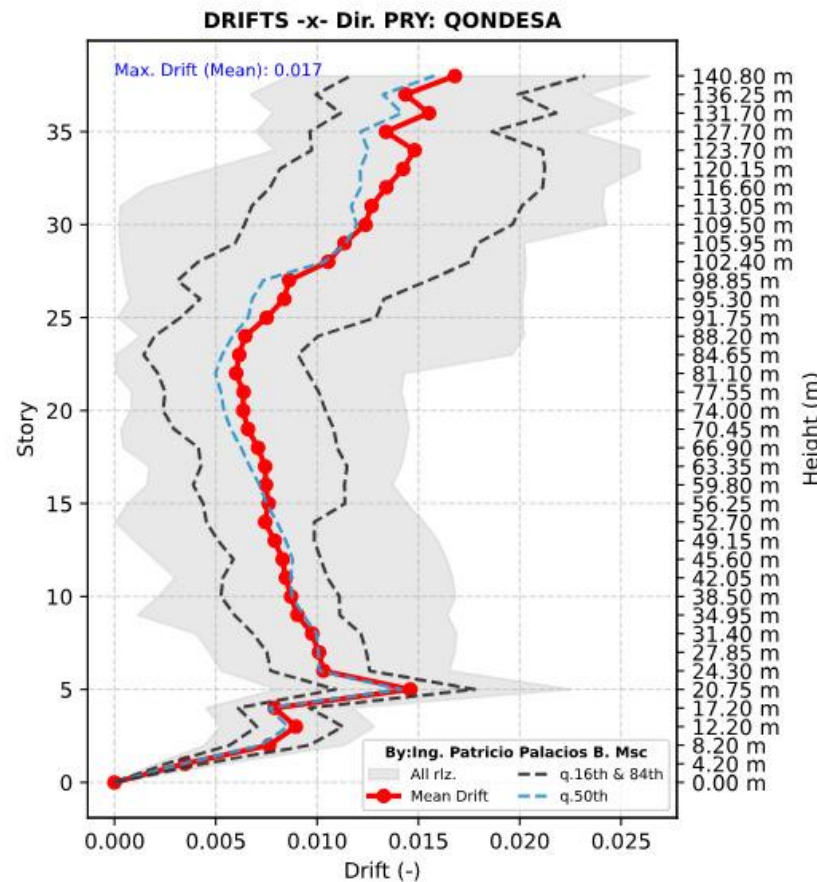


PRY: PRY_QONDESA
© 2025 - Patricio Palacios B.

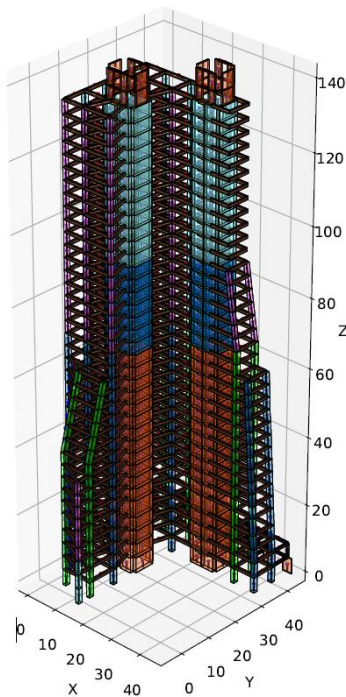
Resultados para Qondesa



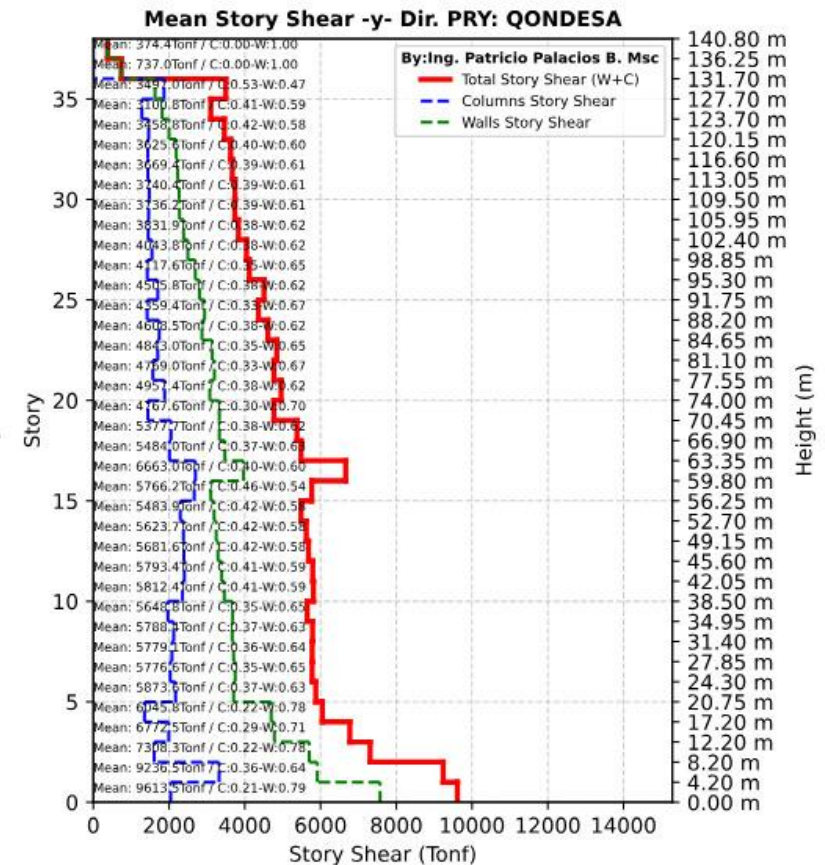
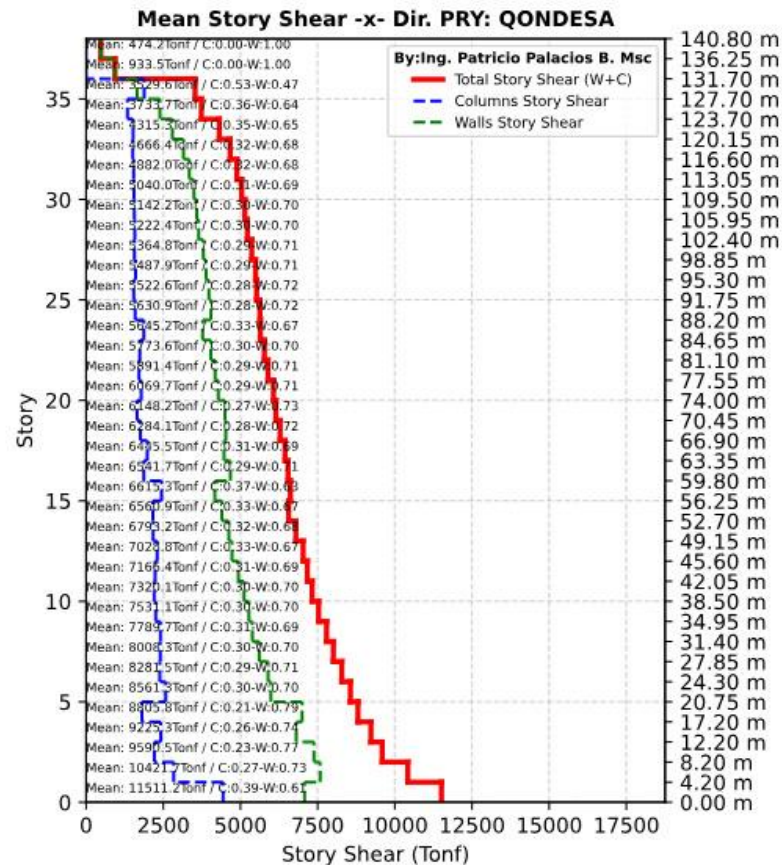
Deriva media máxima (TR2500) = 1.7%



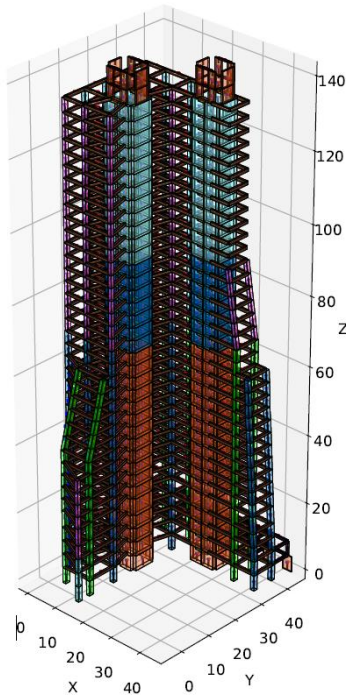
Resultados para Qondesa



Distribución corte entre columnas y muros. $V_{max,x}=11500T$

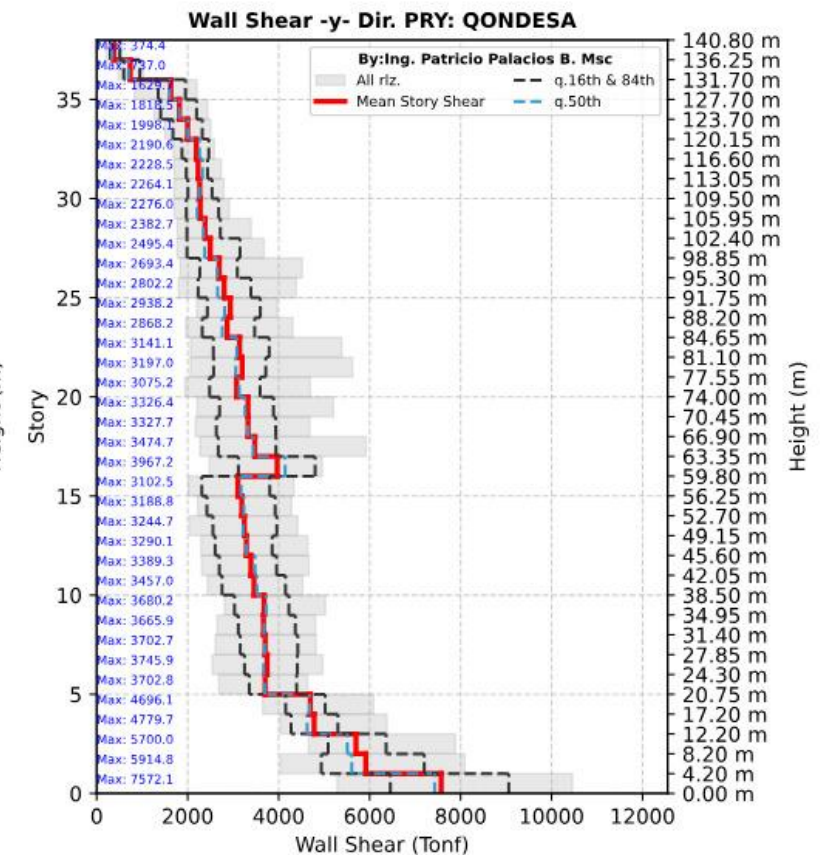
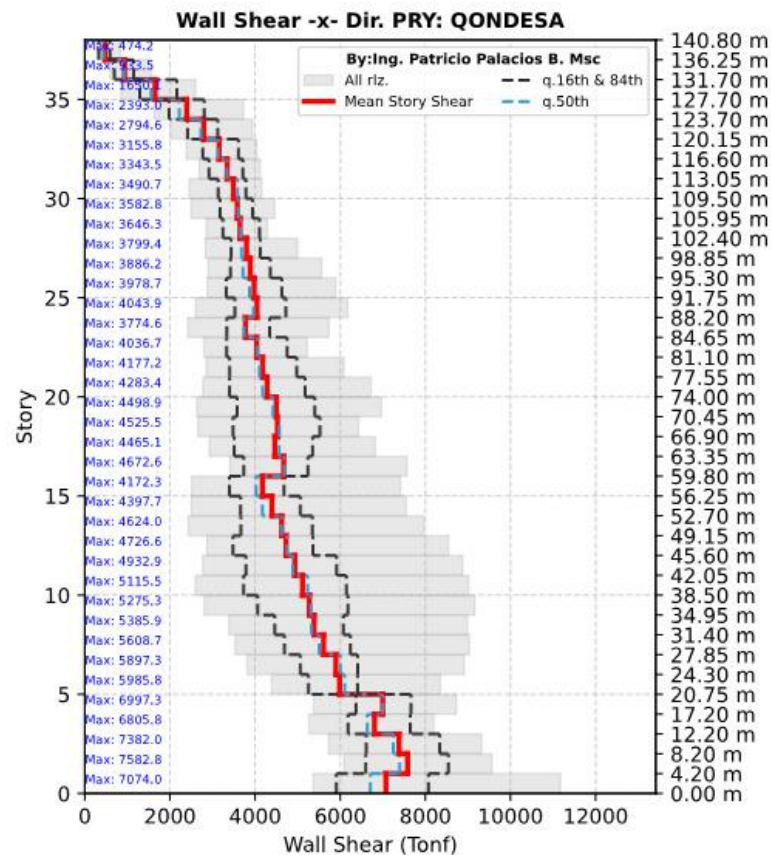


Resultados para Qondesa



$$V_{muro,x} = 7000 \text{ T}$$

$$V_{muro,y} = 7500 \text{ T}$$



Conclusiones

Se propone pasar del diseño por intensidad al diseño por riesgo, definiendo tasas anuales de excedencia para la demanda y asegurando la coherencia entre la demanda, el peligro y el desempeño estructural.

Los envolventes del UHS se asemejan al diseño por riesgo, pero, en general, resultan más conservadores en estructuras con modos superiores dominantes. El método basado en el riesgo ofrece predicciones más precisas y coherentes con el peligro.

Webinar gratuito



Tema:

Aprende a automatizar y documentar la selección de registros sísmicos según el NEC-15 y estándares internacionales, utilizando la plataforma web [Djura](#).

Fecha y hora:



Jueves 20 de noviembre de 2025



18:00 (GMT-5, Ecuador)

Regístrate y asegura tu lugar.

Ingeniería estructural

SERVICIOS

Soluciones que
permiten
construcciones seguras
con altos estándares



<https://torrefuerte.ec/>