

3 SIME

3er Simposio de Ingeniería de Materiales y Estructuras

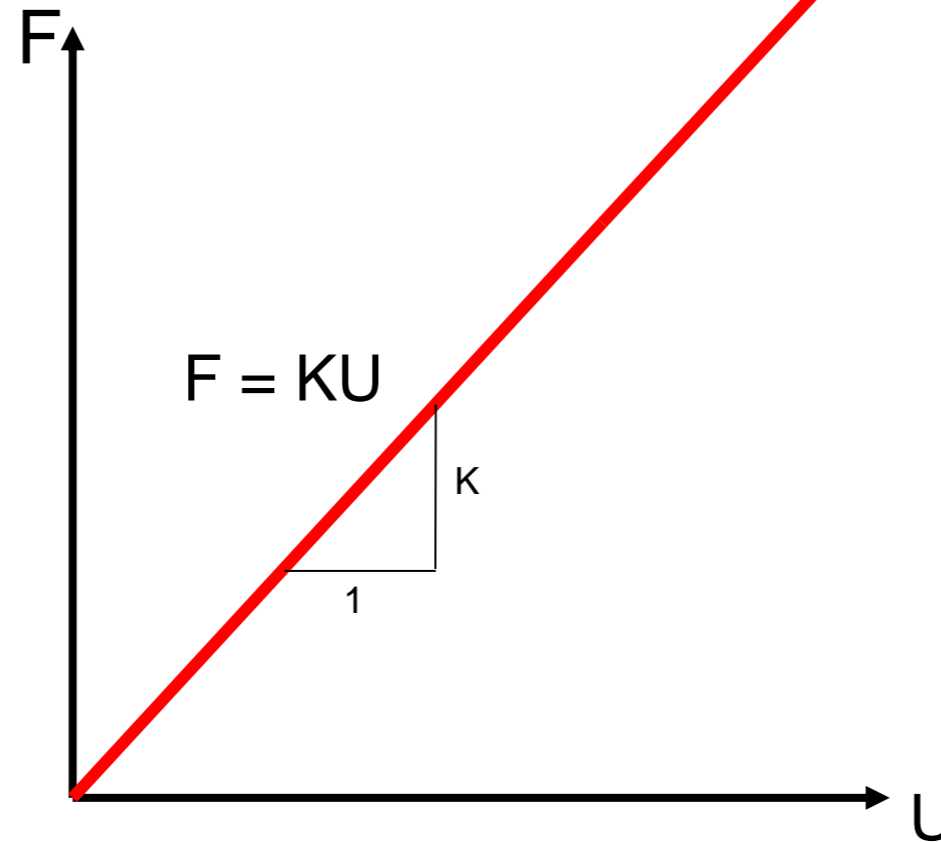
26 de Octubre de 2015, Bogotá, Colombia

Análisis no lineal de edificaciones Conceptos básicos e implicaciones

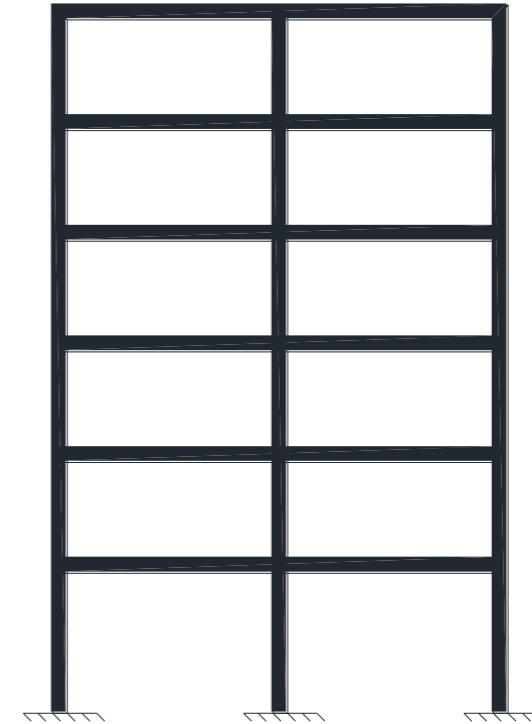
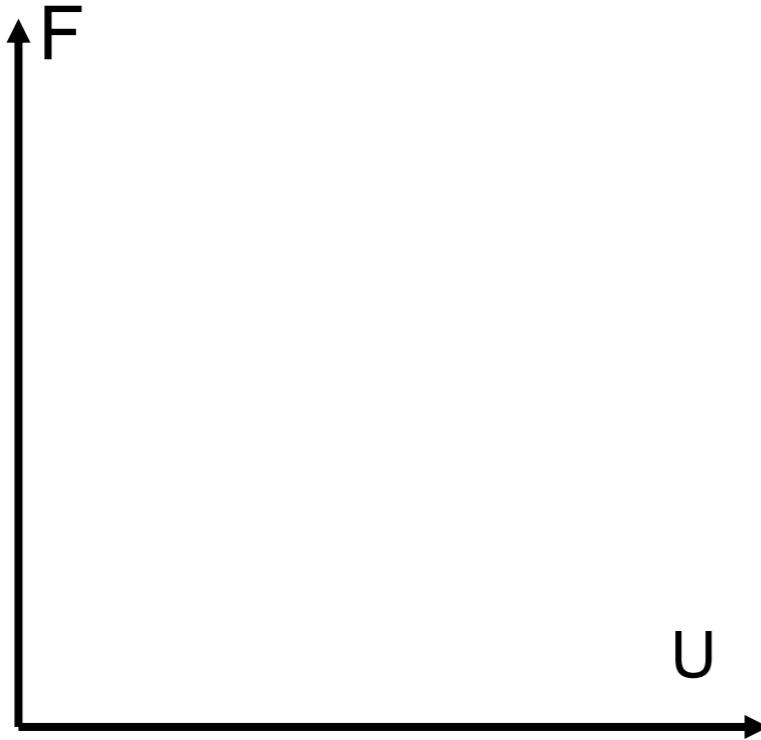
Oscar Eduardo Pinzón Vargas. IC, MSc.
Universidad Militar Nueva Granada



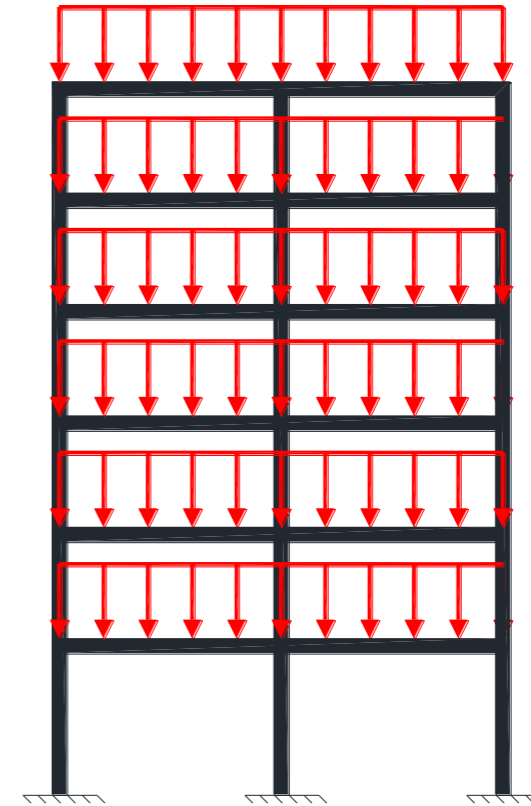
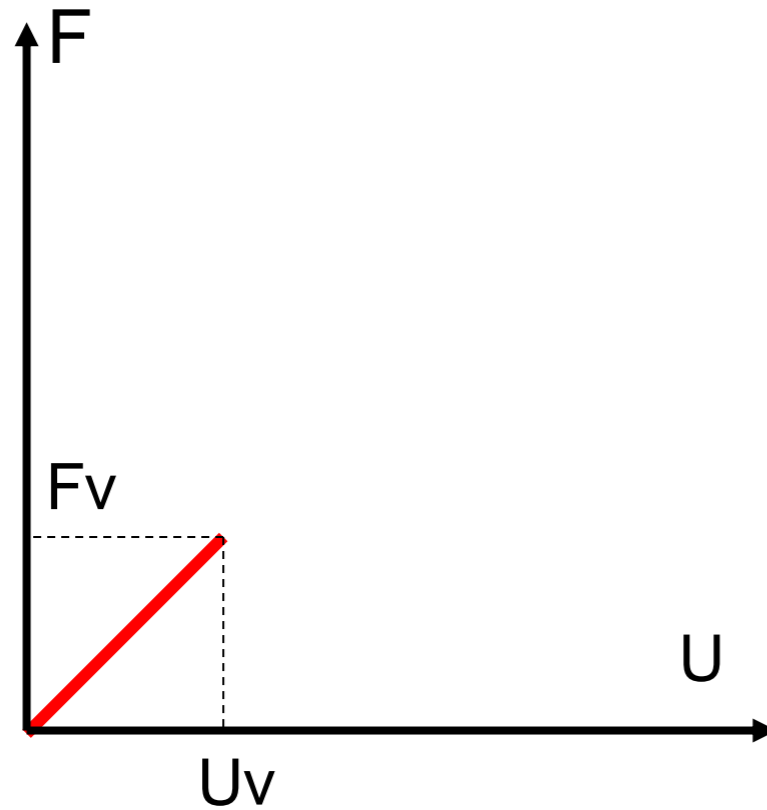
Diseño convencional de estructuras



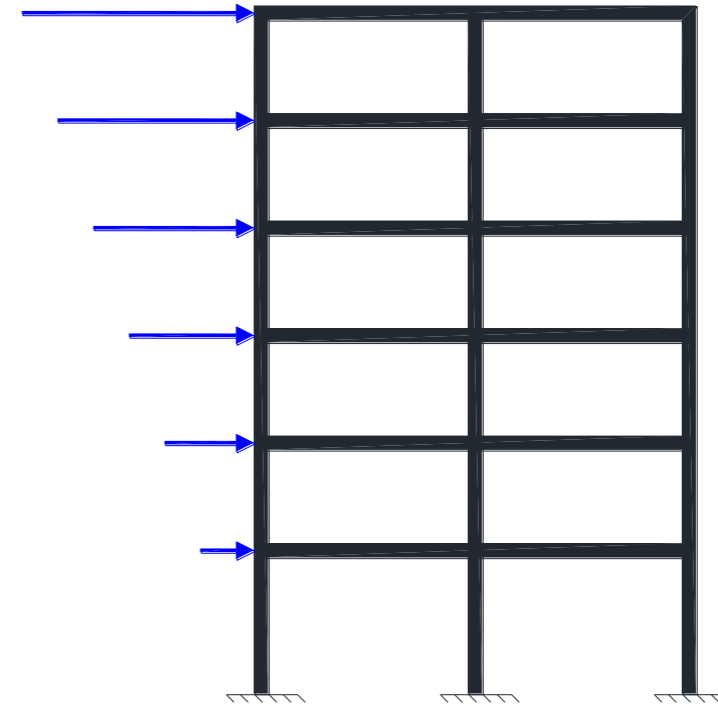
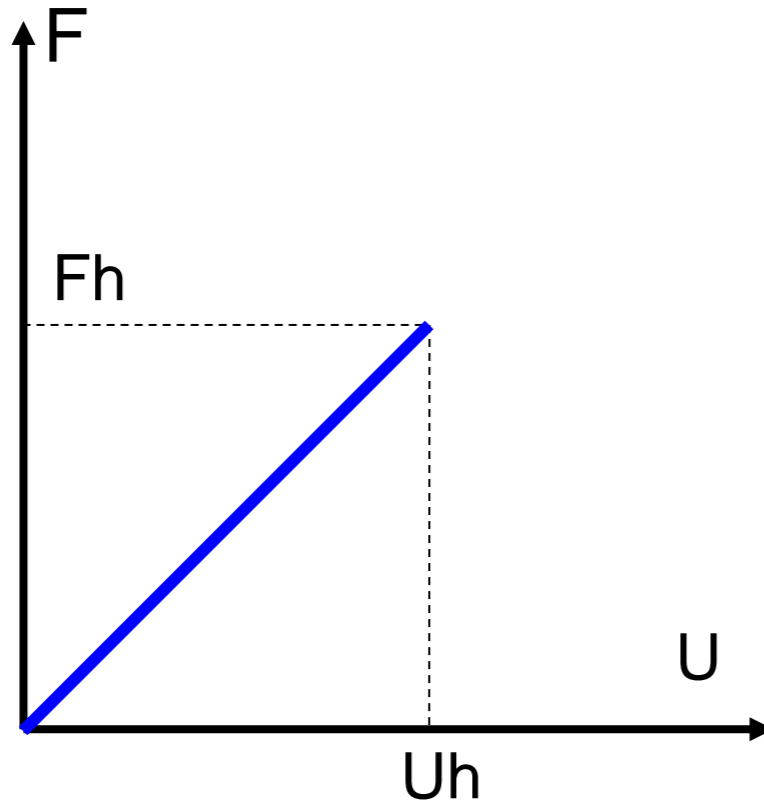
Diseño convencional de estructuras



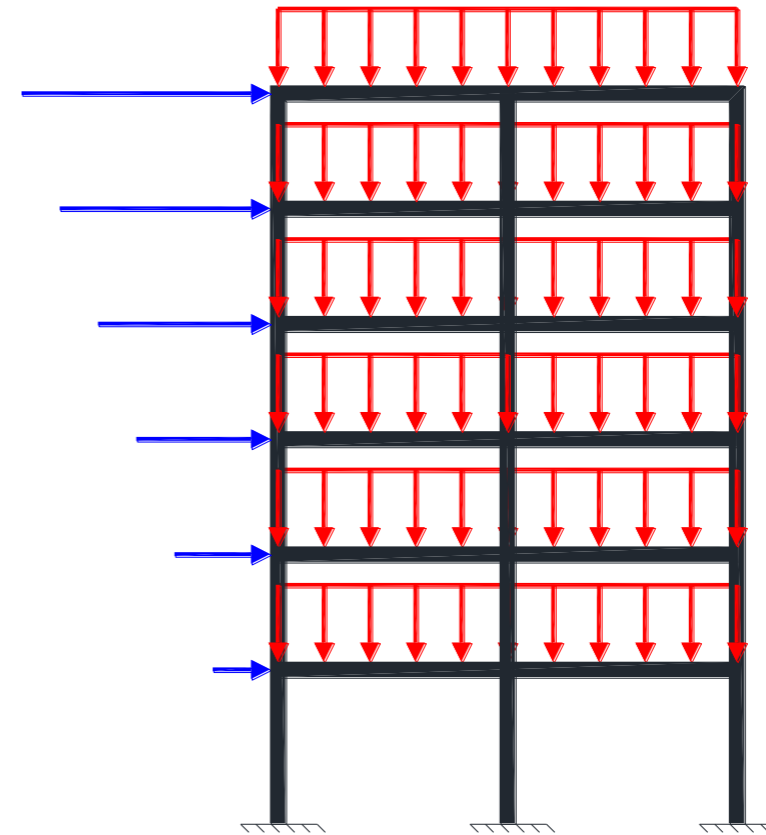
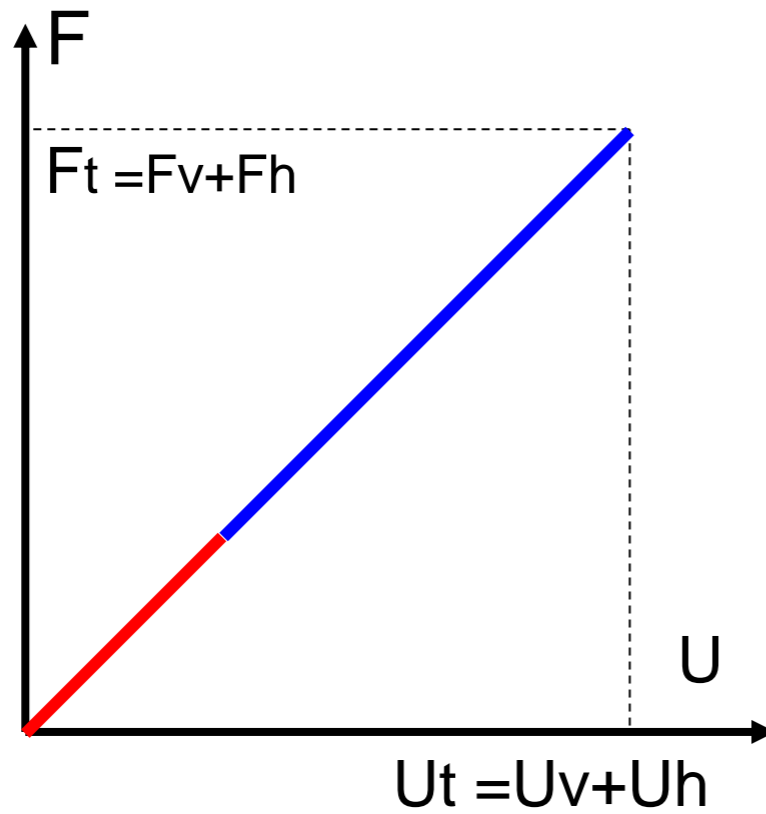
Diseño convencional de estructuras



Diseño convencional de estructuras



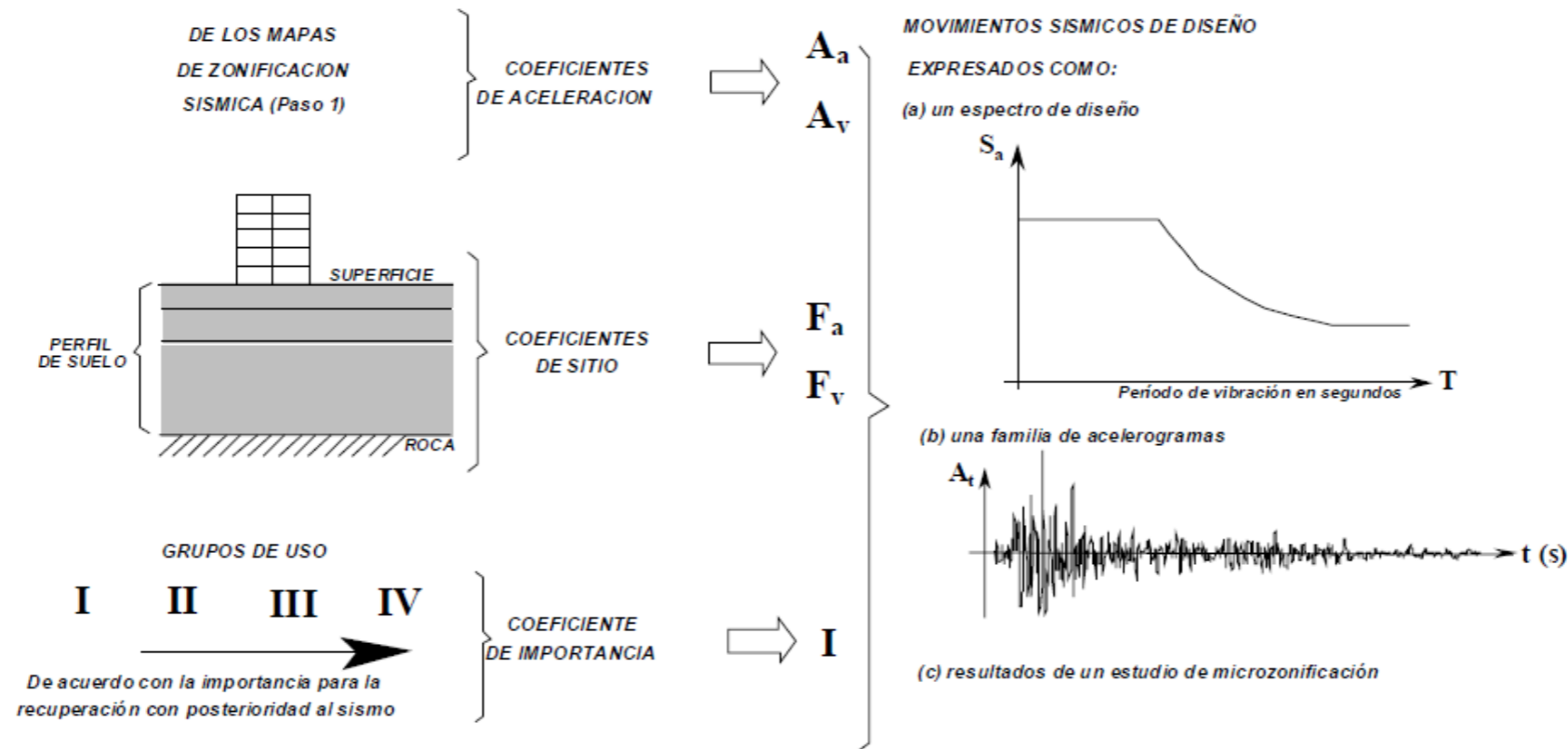
Diseño convencional de estructuras



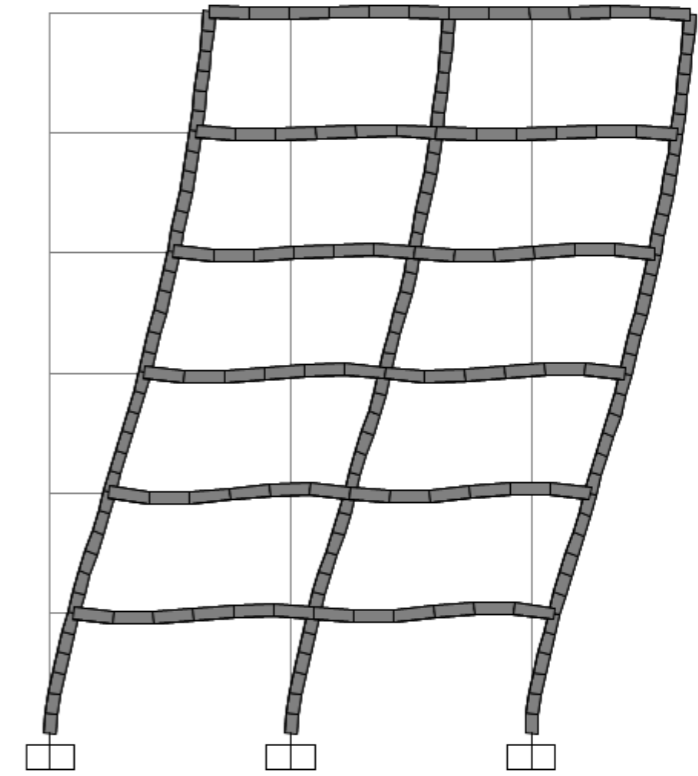
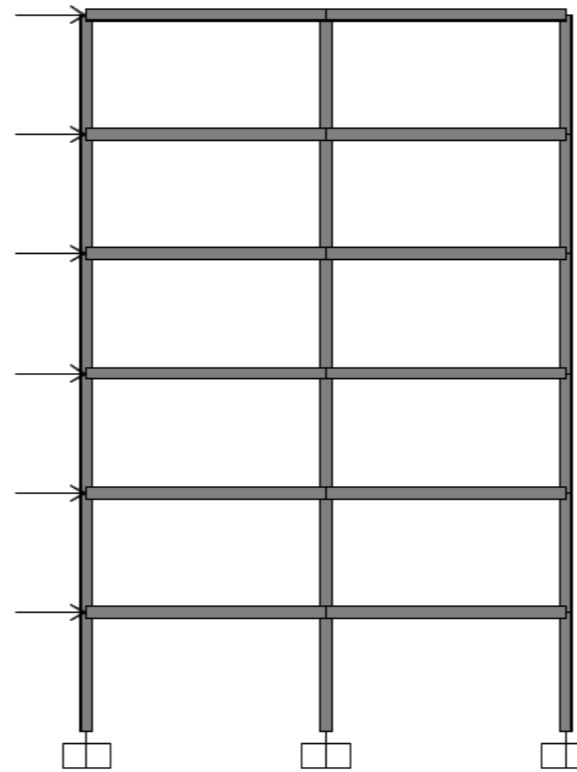
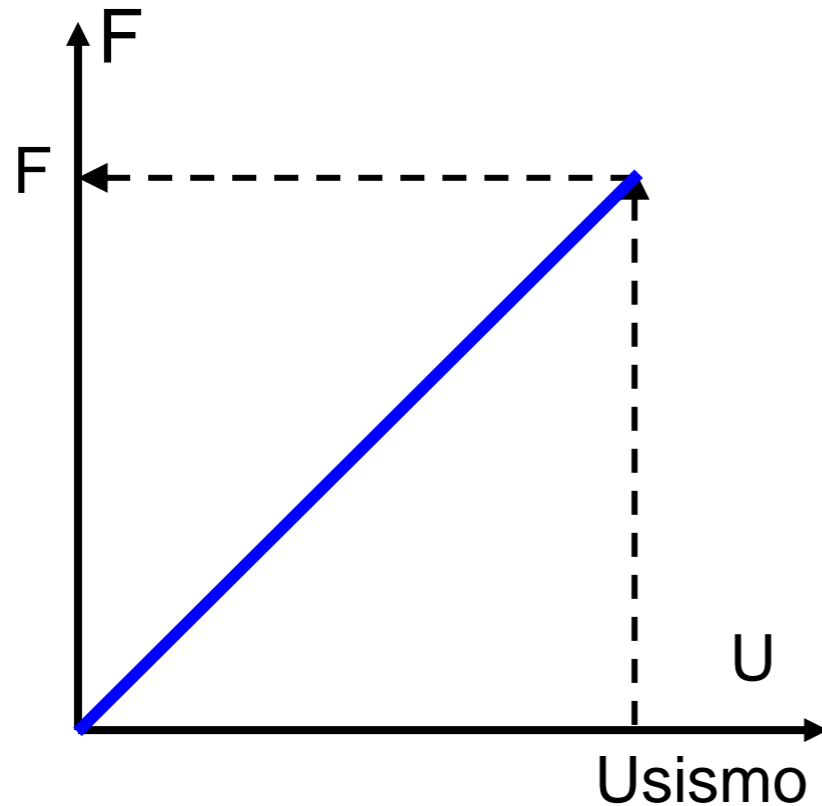
Diseño convencional de estructuras

Prefacio – Apéndice I

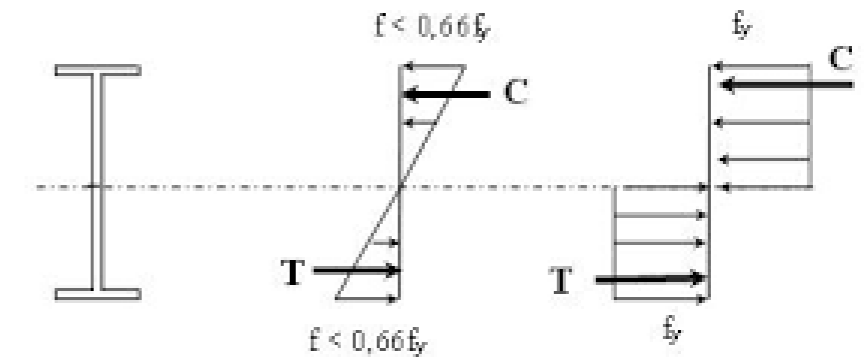
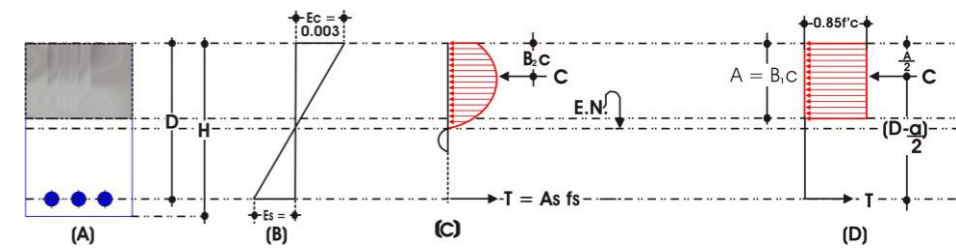
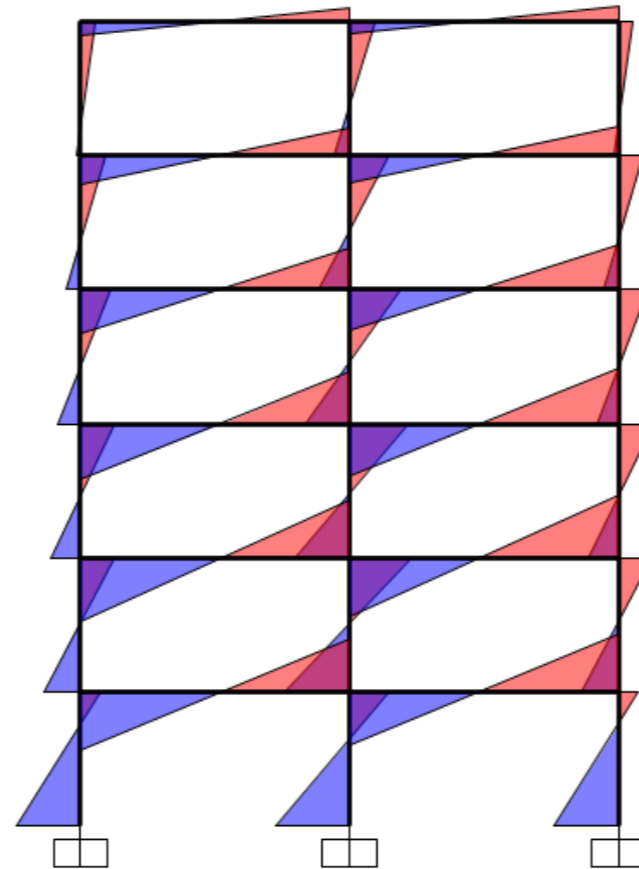
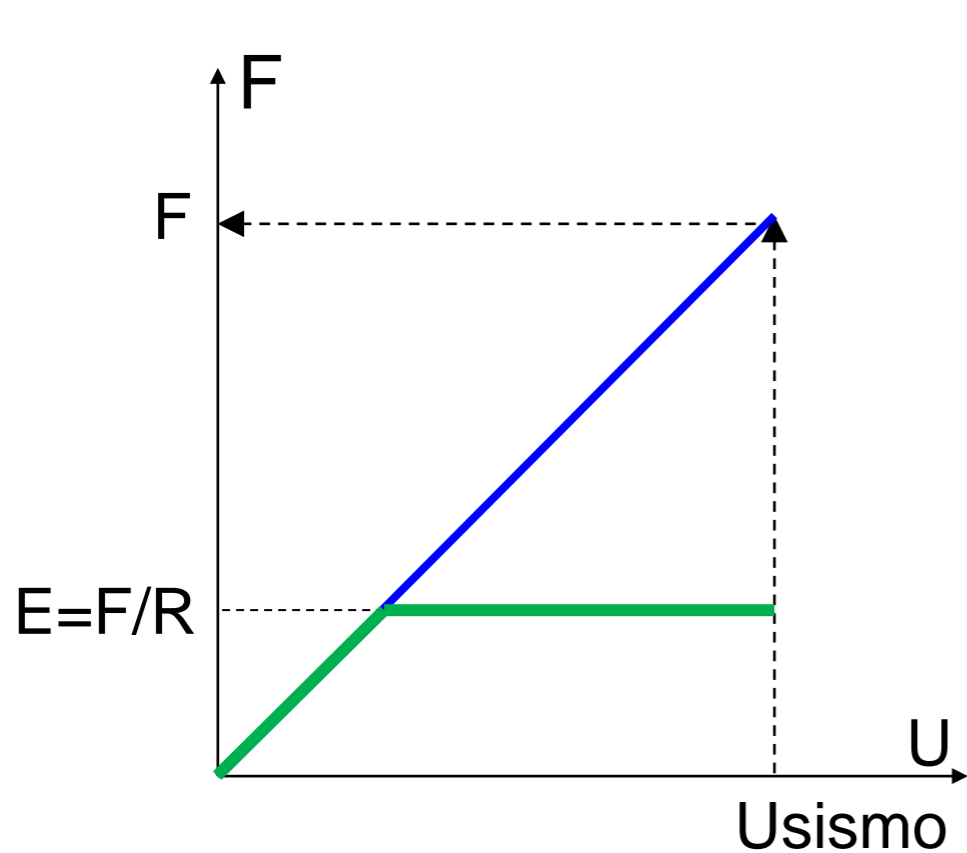
Paso 2 - Definición de los movimientos sísmicos de diseño



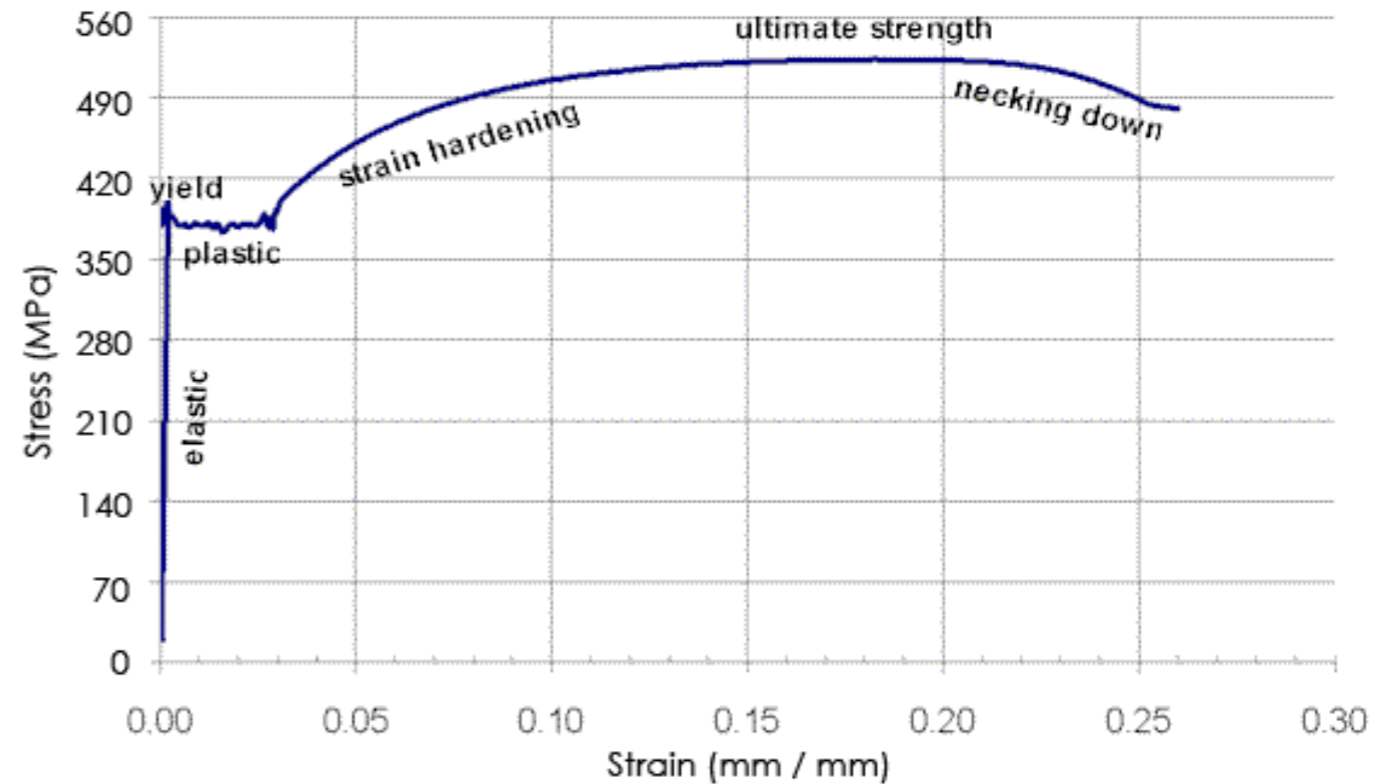
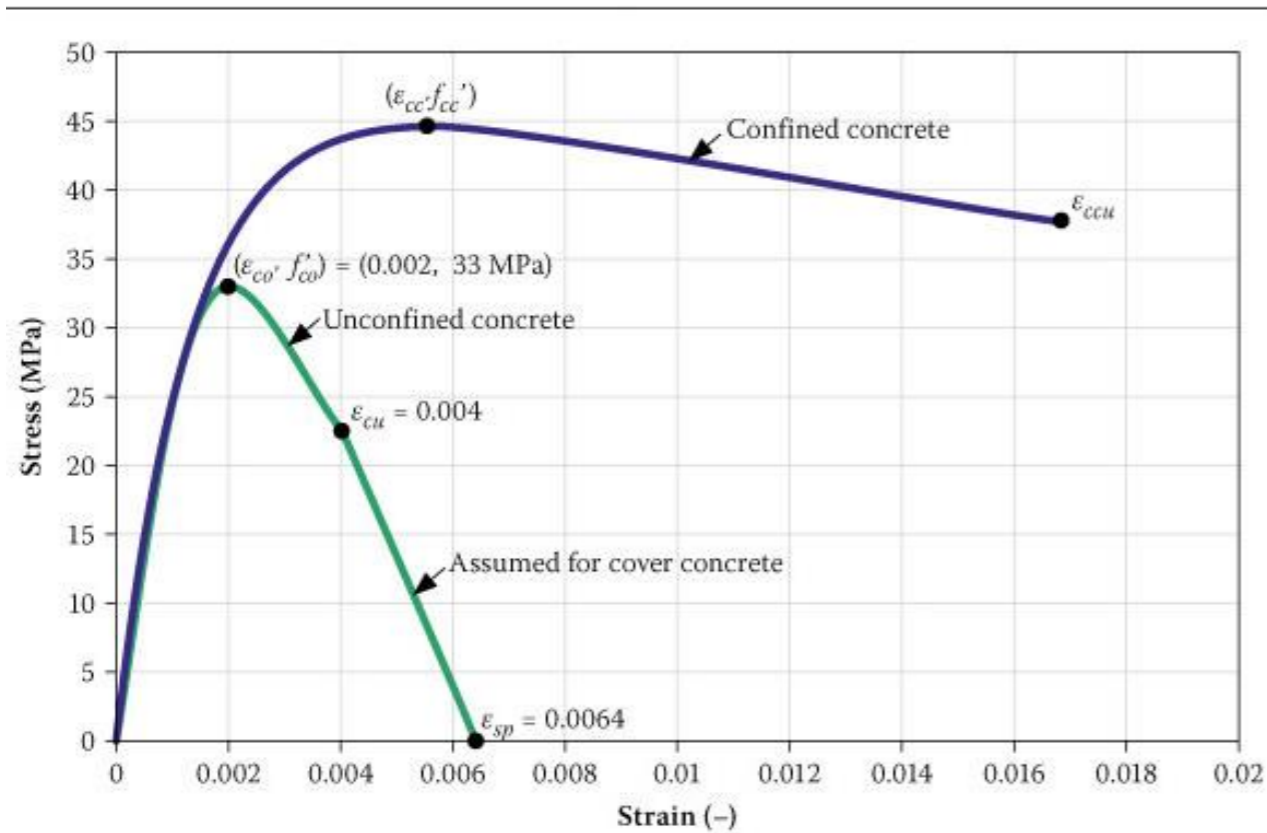
Diseño convencional de estructuras



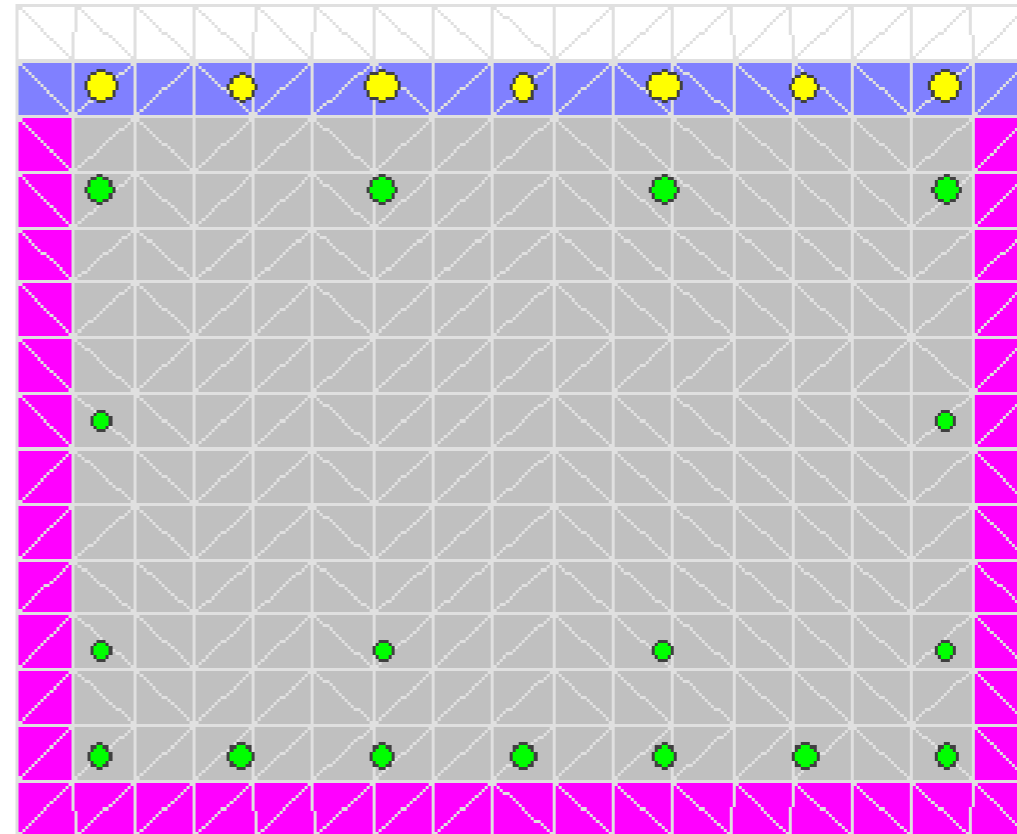
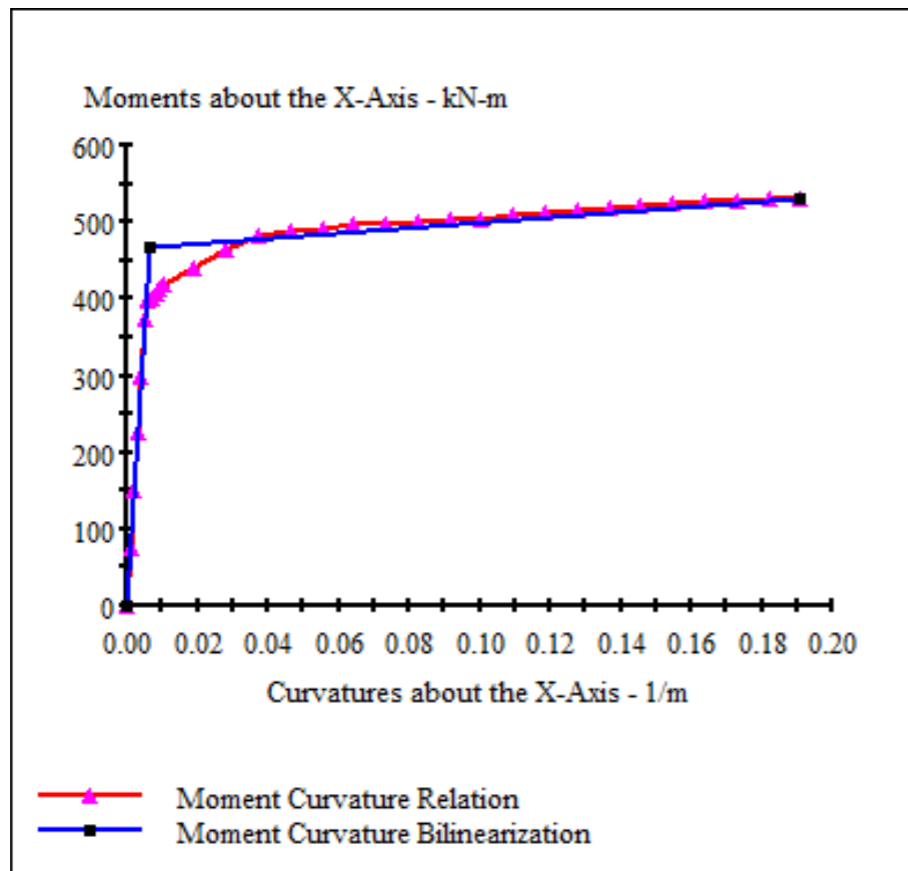
Diseño convencional de estructuras



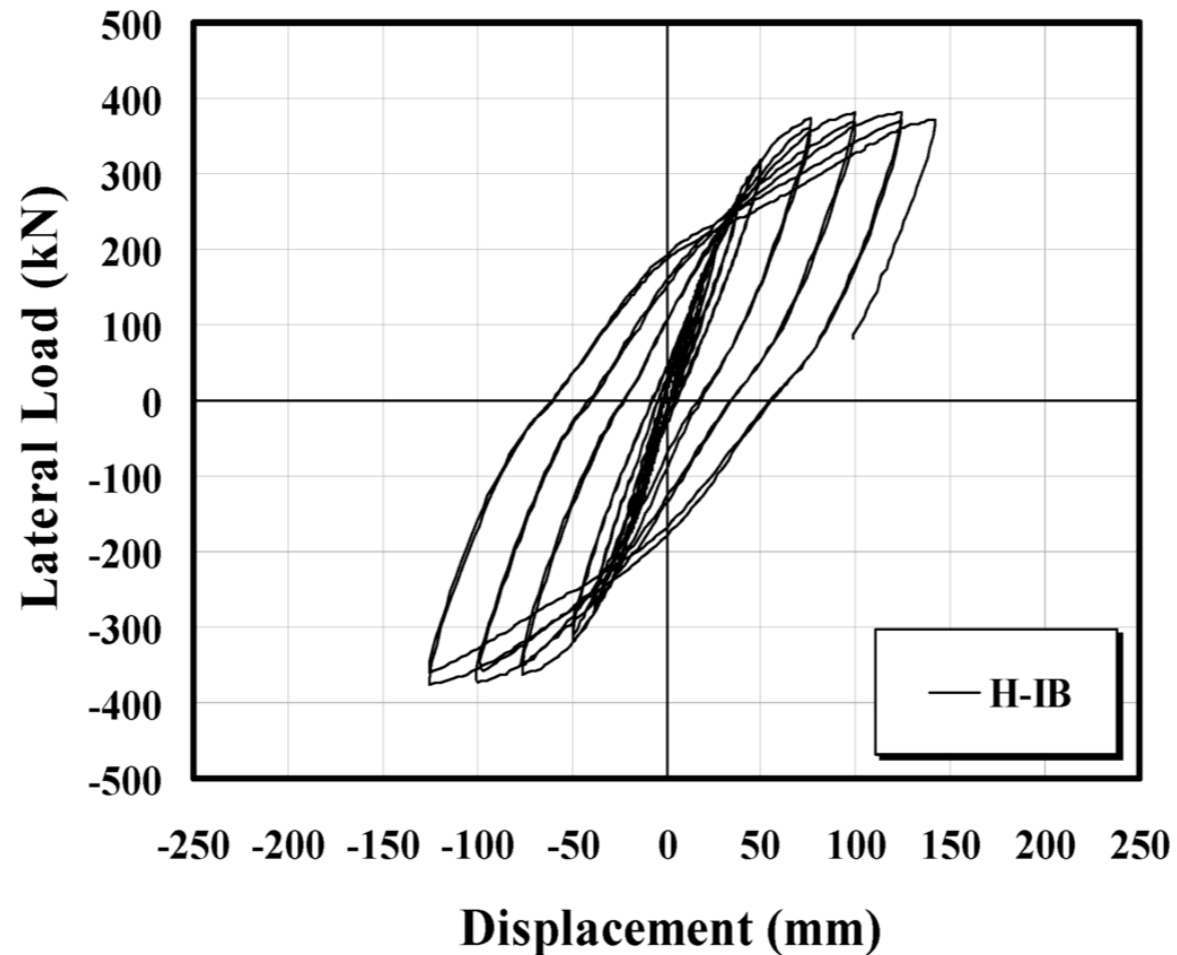
Comportamiento no lineal de los materiales



Comportamiento no lineal de las secciones



Comportamiento no lineal de las estructuras



NSR-10 – Apéndice A-3 – Procedimiento no lineal estático de plastificación progresiva “Push-Over”

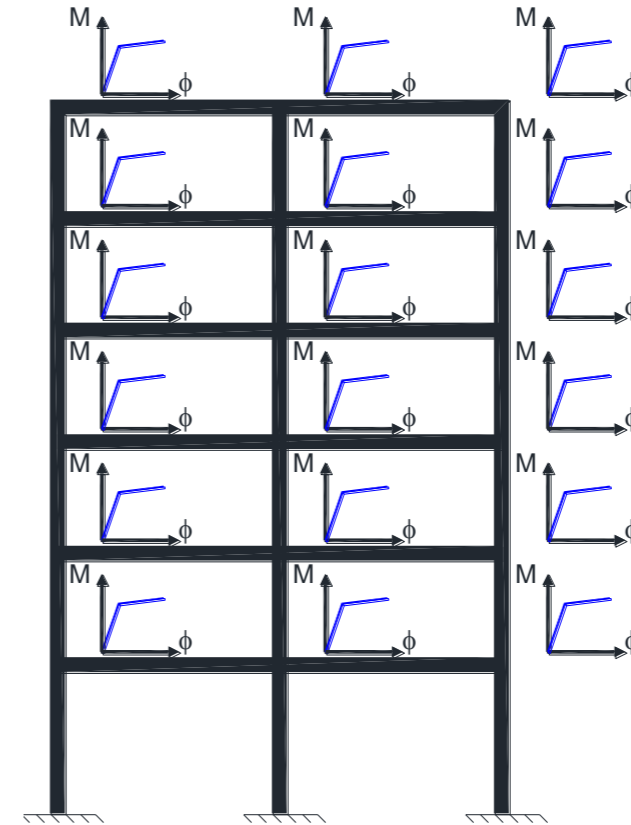
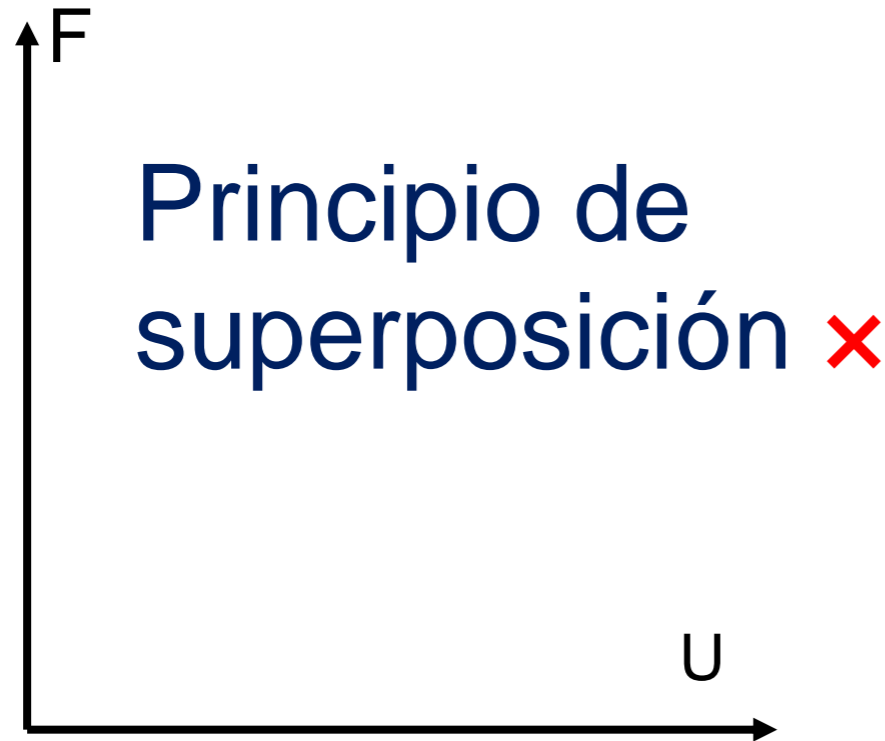
APÉNDICE A-3 PROCEDIMIENTO NO LINEAL ESTÁTICO DE PLASTIFICACIÓN PROGRESIVA “PUSH-OVER”

PREFACIO — Este apéndice trata del análisis no lineal estático, un procedimiento de análisis sísmico también conocido algunas veces como análisis “push-over”, o método de capacidad, o método de la curva de capacidad.

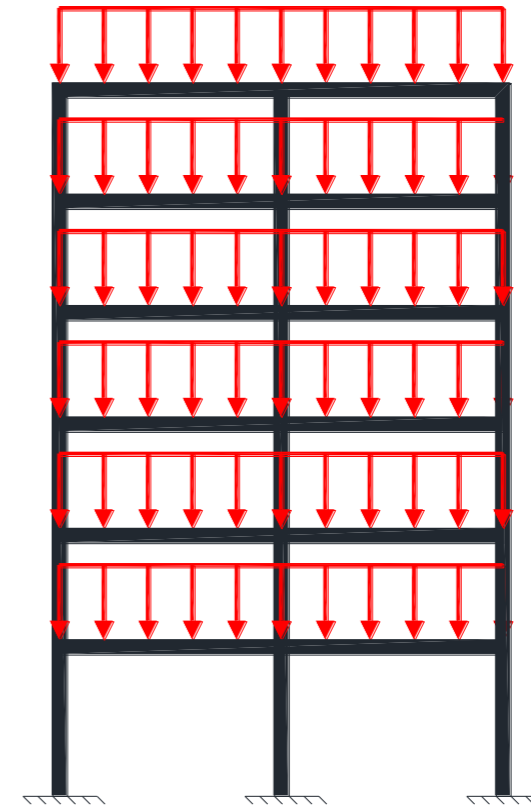
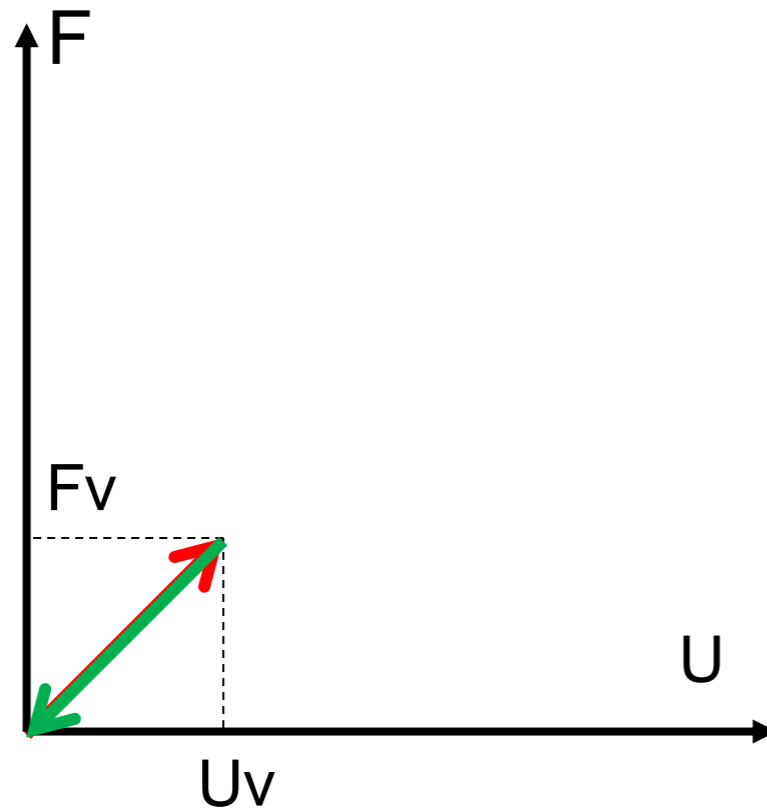
Este apéndice no es de carácter obligatorio y se ha incluido con el fin de que se estudie preliminarmente con el fin de adoptarlo en ediciones futuras del Reglamento si se considera conveniente.

Aunque el análisis estático no lineal se ha incluido solo recientemente en las disposiciones de diseño y construcción de edificaciones, el procedimiento en sí mismo no es nuevo y ha sido utilizado durante muchos años tanto en investigación como en aplicaciones de diseño. Por ejemplo, el análisis no lineal estático ha sido utilizado durante muchos años como metodología estándar en el diseño de estructuras para plataformas marinas para efectos hidrodinámicos, y ha sido adoptado recientemente en varias metodologías estándar para la evaluación y rehabilitación sísmica de edificaciones, incluyendo los *Criterios Recomendados de Diseño Sísmico para Edificios con Estructura de Acero Resistente a Momentos (FEMA-350, 2000a)*, *Pre-estándar y Comentarios para la Rehabilitación Sísmica de Edificios (FEMA 356, 2000b)* y *Evaluación Sísmica y Mejoramiento de Edificios (ATC 40, 1996)*. El análisis no lineal estático constituye el fundamento para los procedimientos de estimación de pérdidas por sismos contenida en HAZUS (NIBS, 1999), que es el modelo de estimación de pérdidas sísmicas de la oficina de atención de desastres norteamericana (FEMA). Aunque no aparece explícitamente en el Reglamento, la metodología del análisis no lineal estático también constituye la base para los procedimientos de la fuerza lateral equivalente contenidos en las disposiciones para estructuras aisladas en la base y estructuras con disipadores de energía.

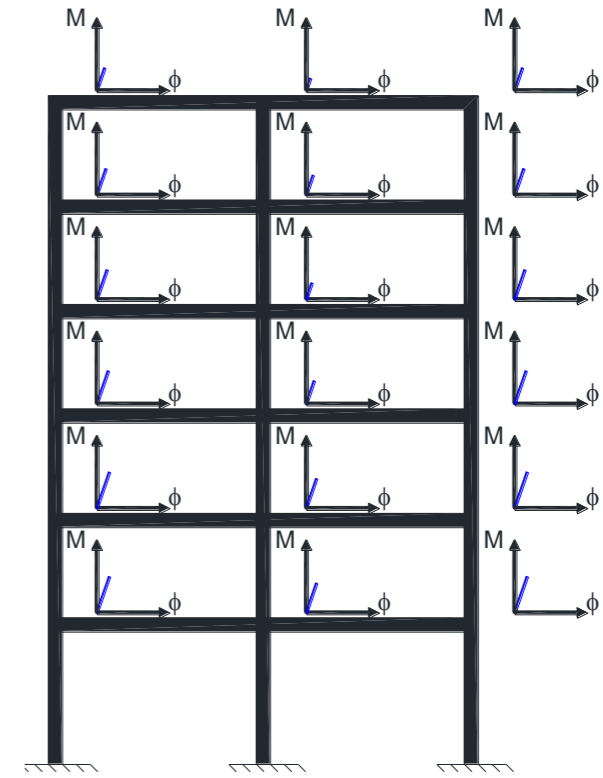
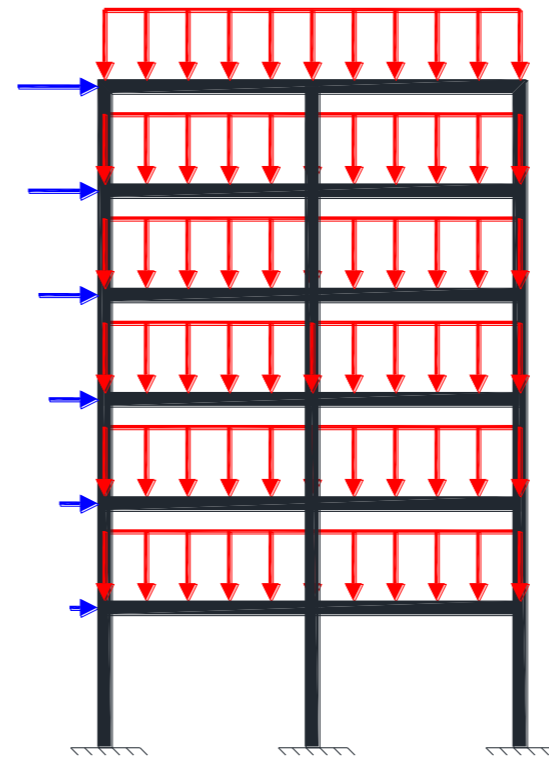
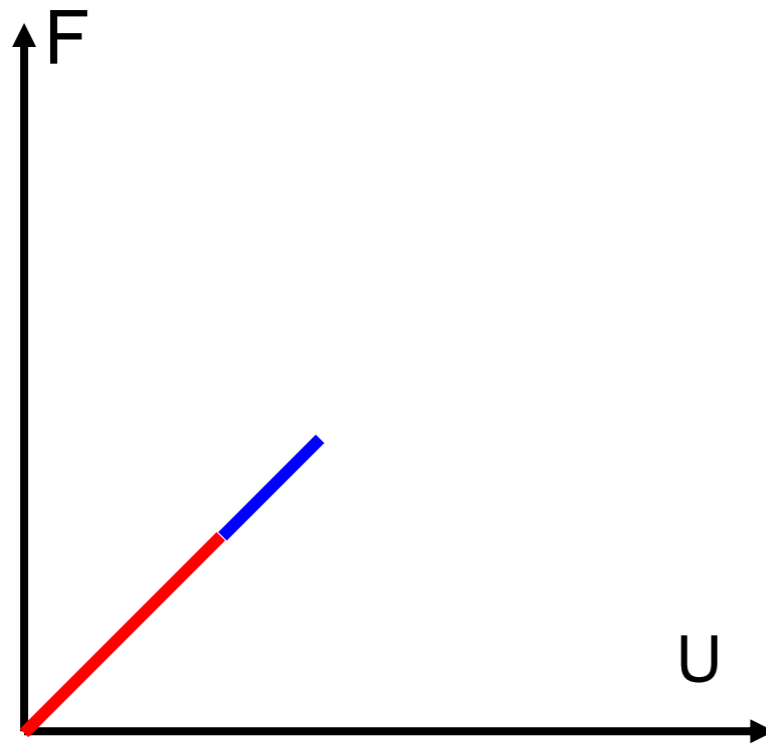
Análisis NO lineal de edificaciones



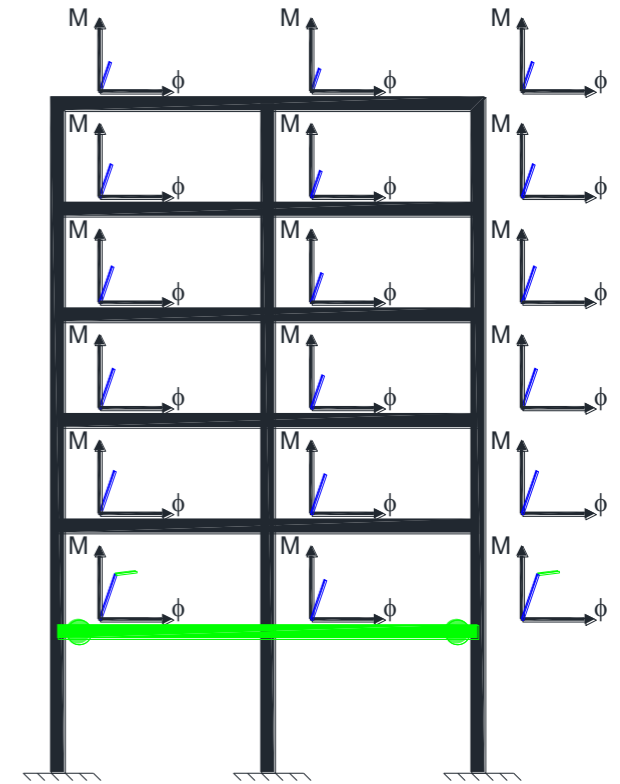
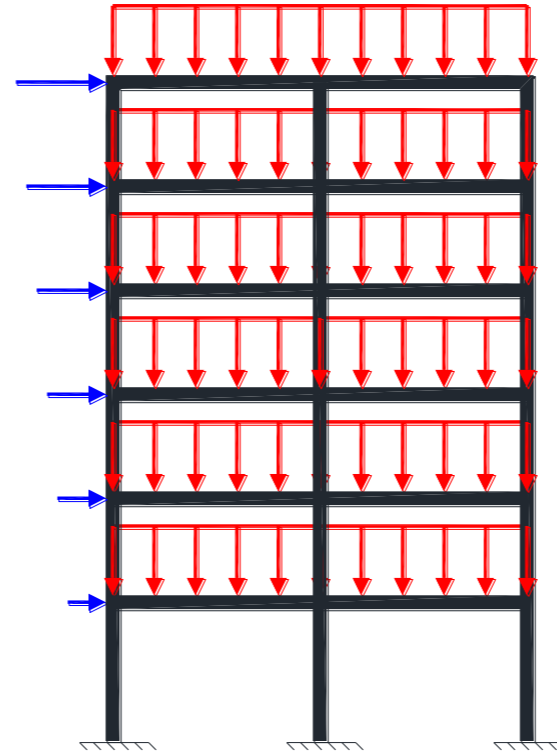
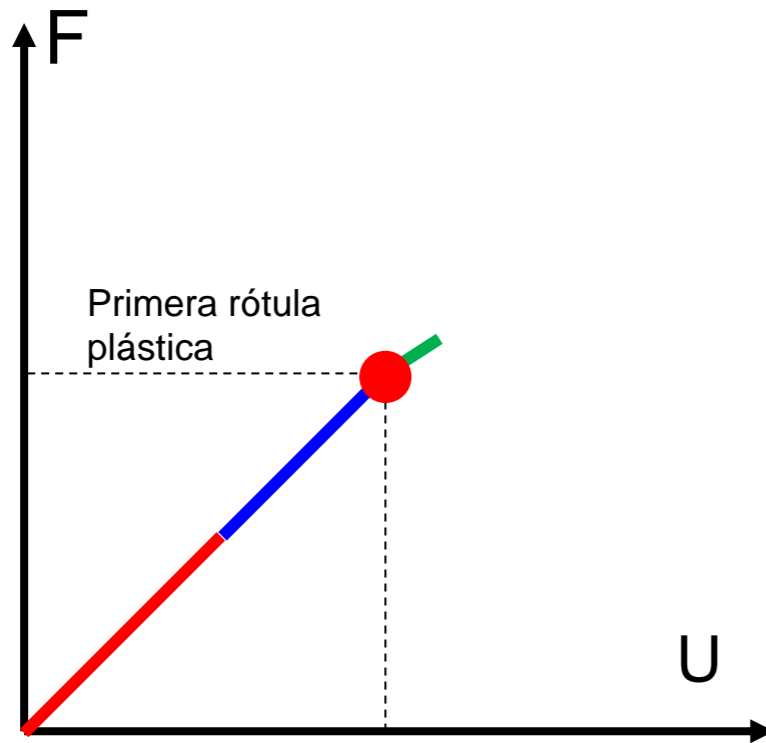
Análisis NO lineal de edificaciones



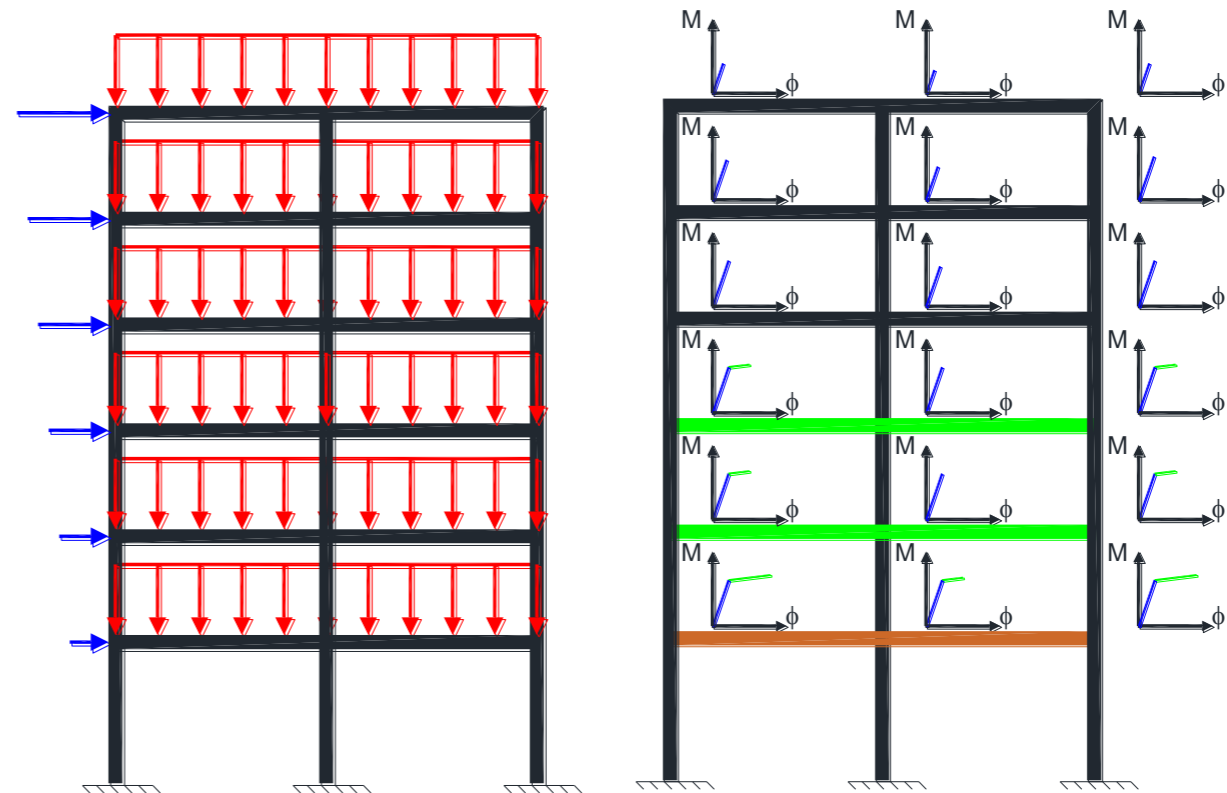
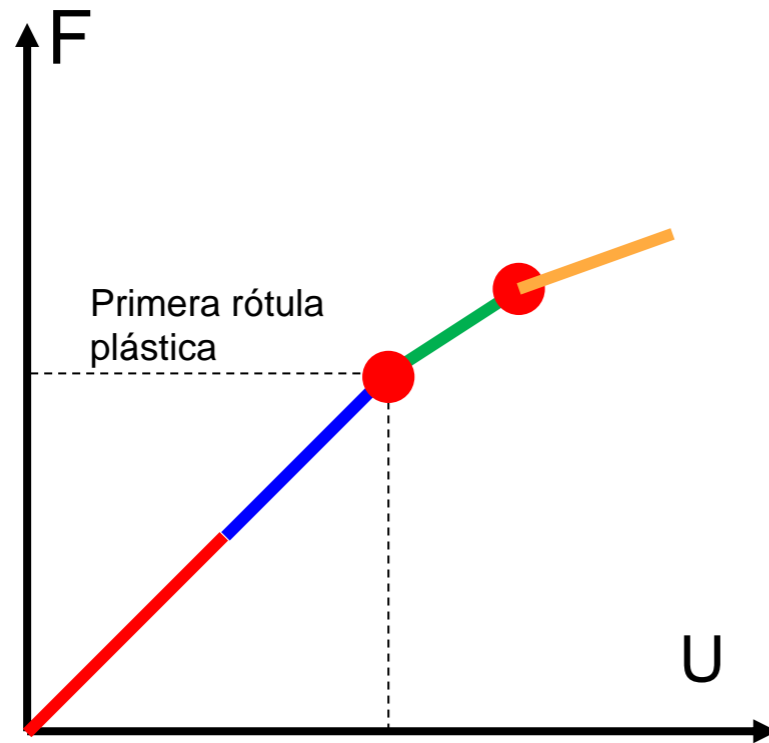
Análisis NO lineal de edificaciones



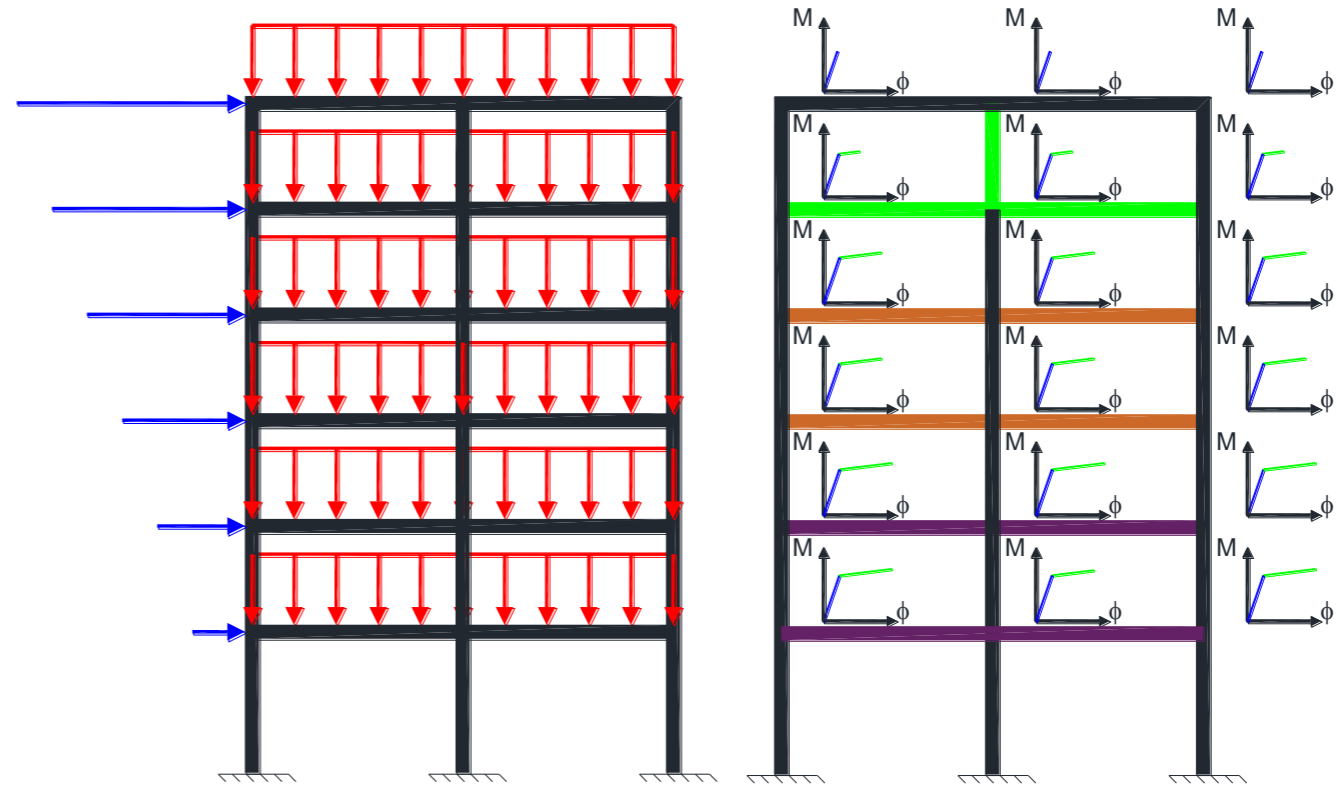
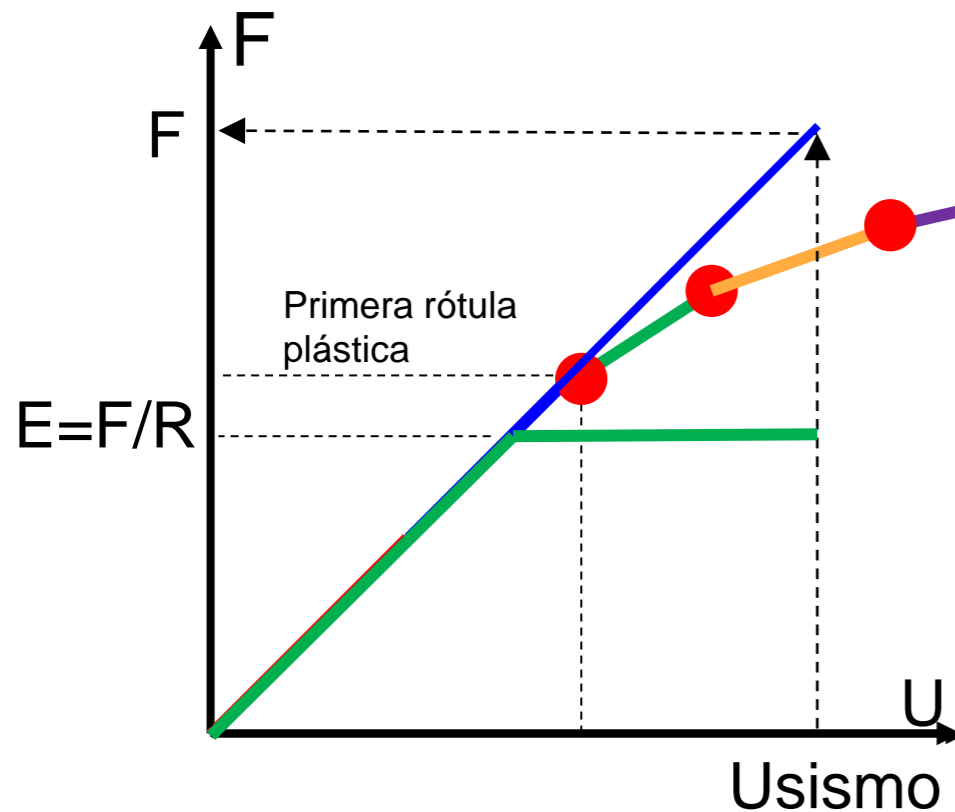
Análisis NO lineal de edificaciones



Análisis NO lineal de edificaciones

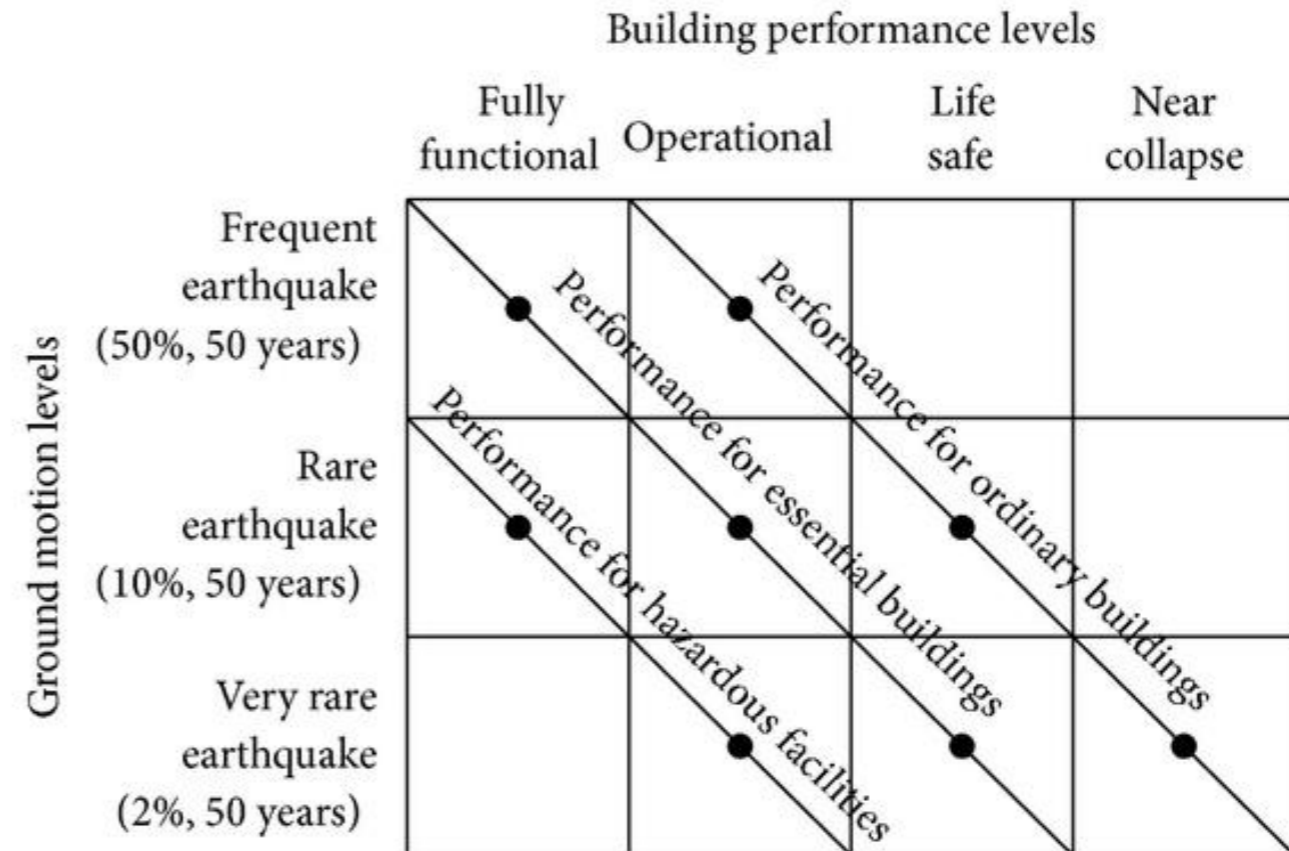


Análisis NO lineal de edificaciones

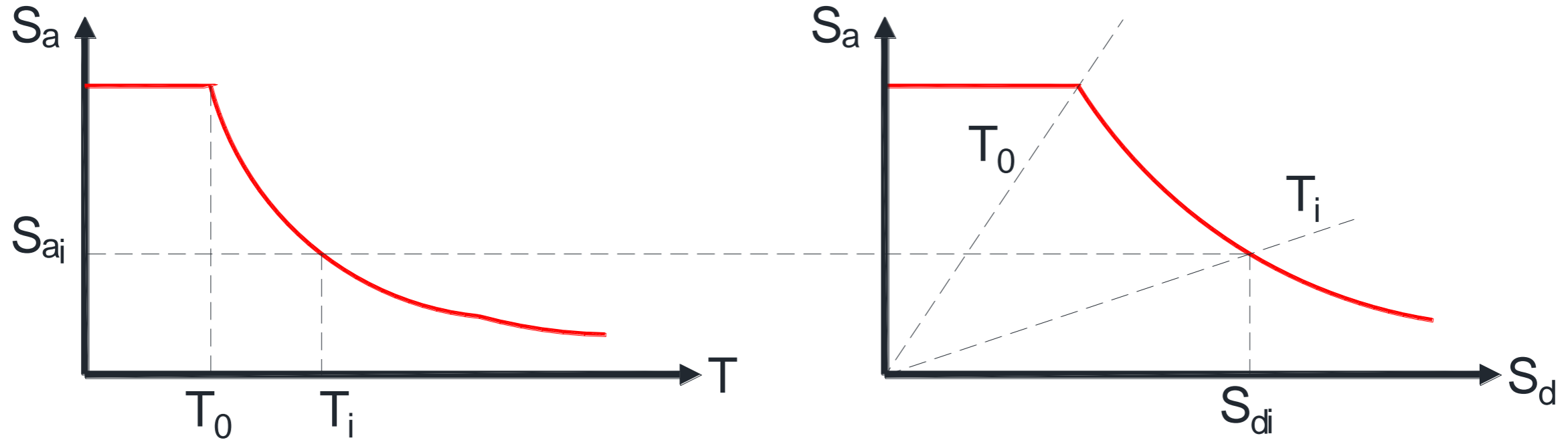


Conceptos básicos

- Capacidad
- Demanda
- Desempeño

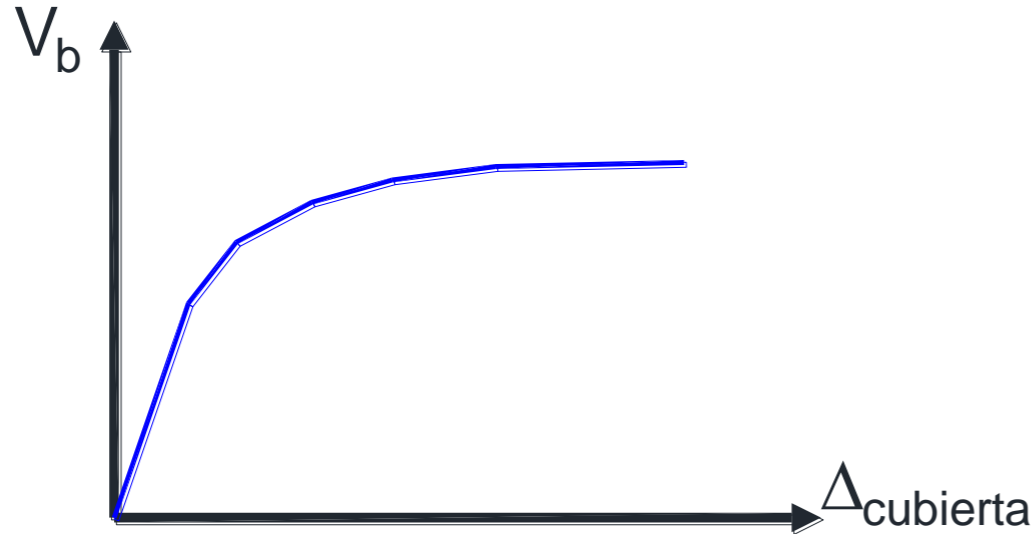


Capacidad Vs. Demanda

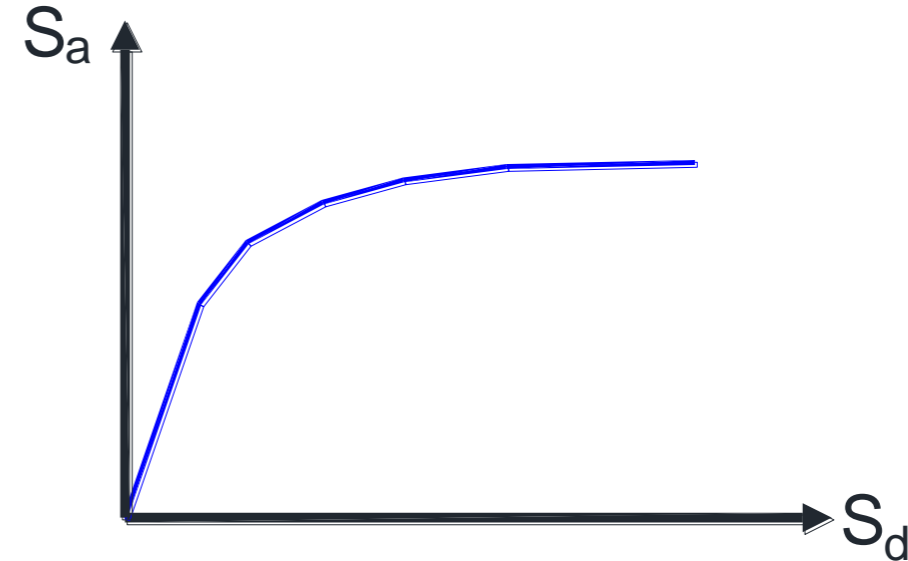


$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{ai} g$$

Capacidad Vs. Demanda

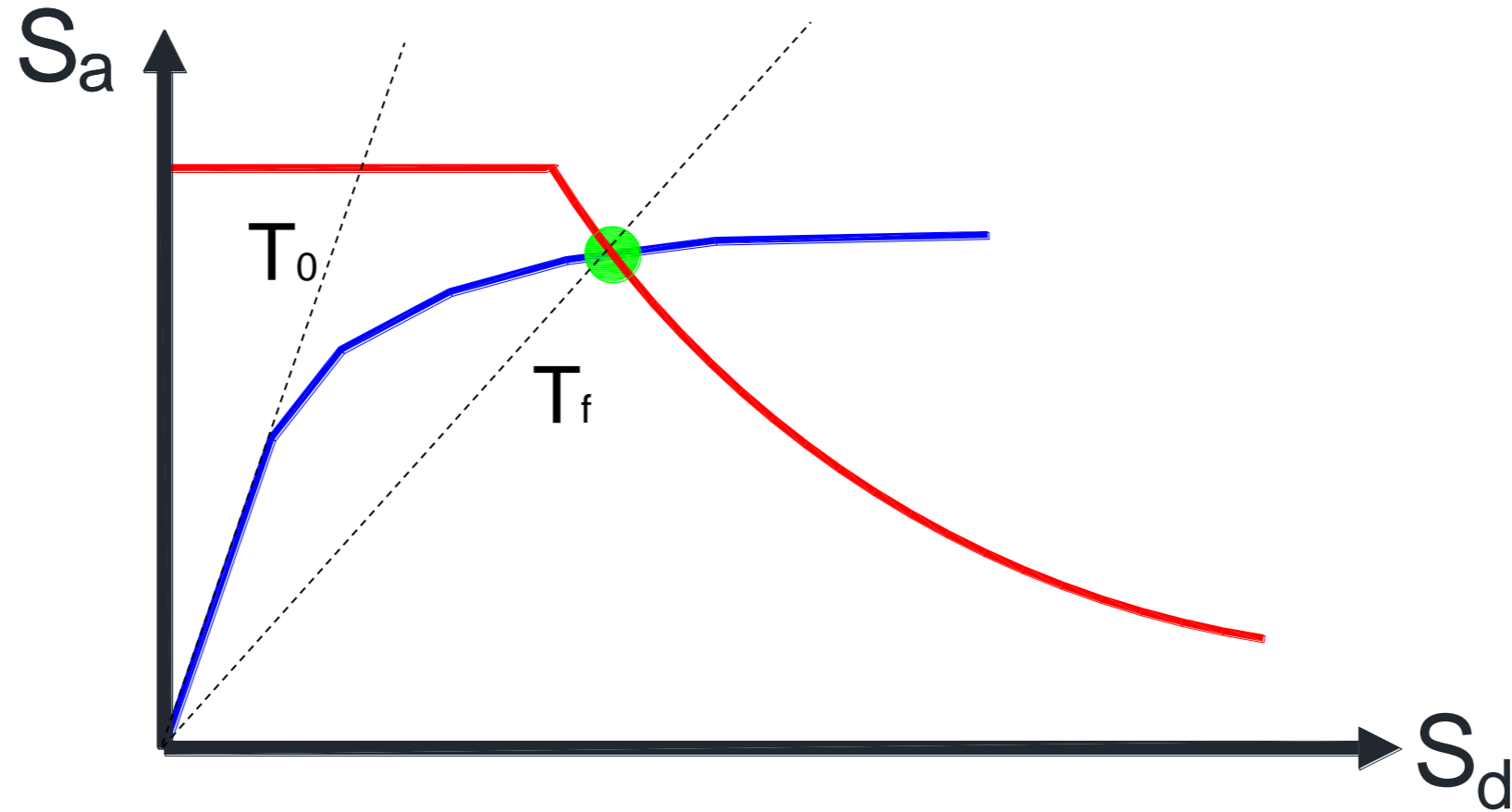


$$S_{ai} = \frac{V_i}{W \alpha_i}$$

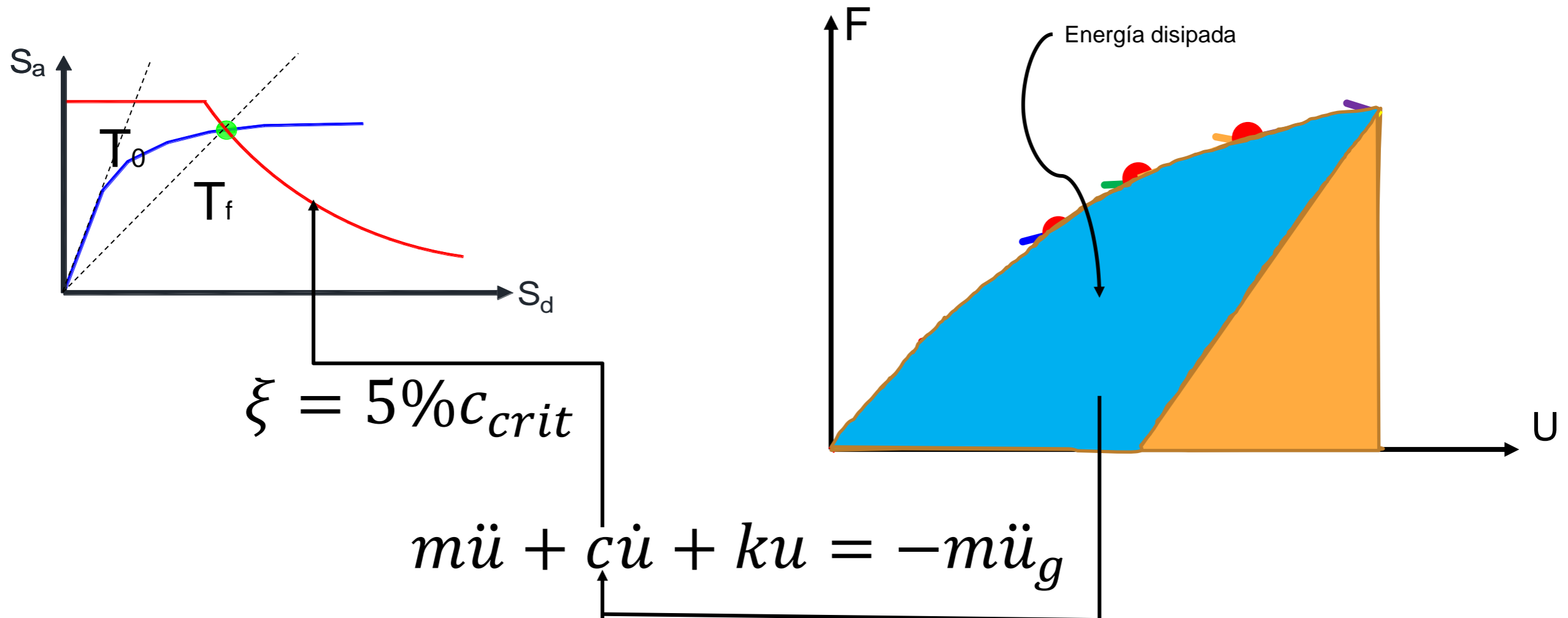


$$S_{di} = \frac{\Delta_{cubierta}}{PF_1 \times \phi_{1,cubierta}}$$

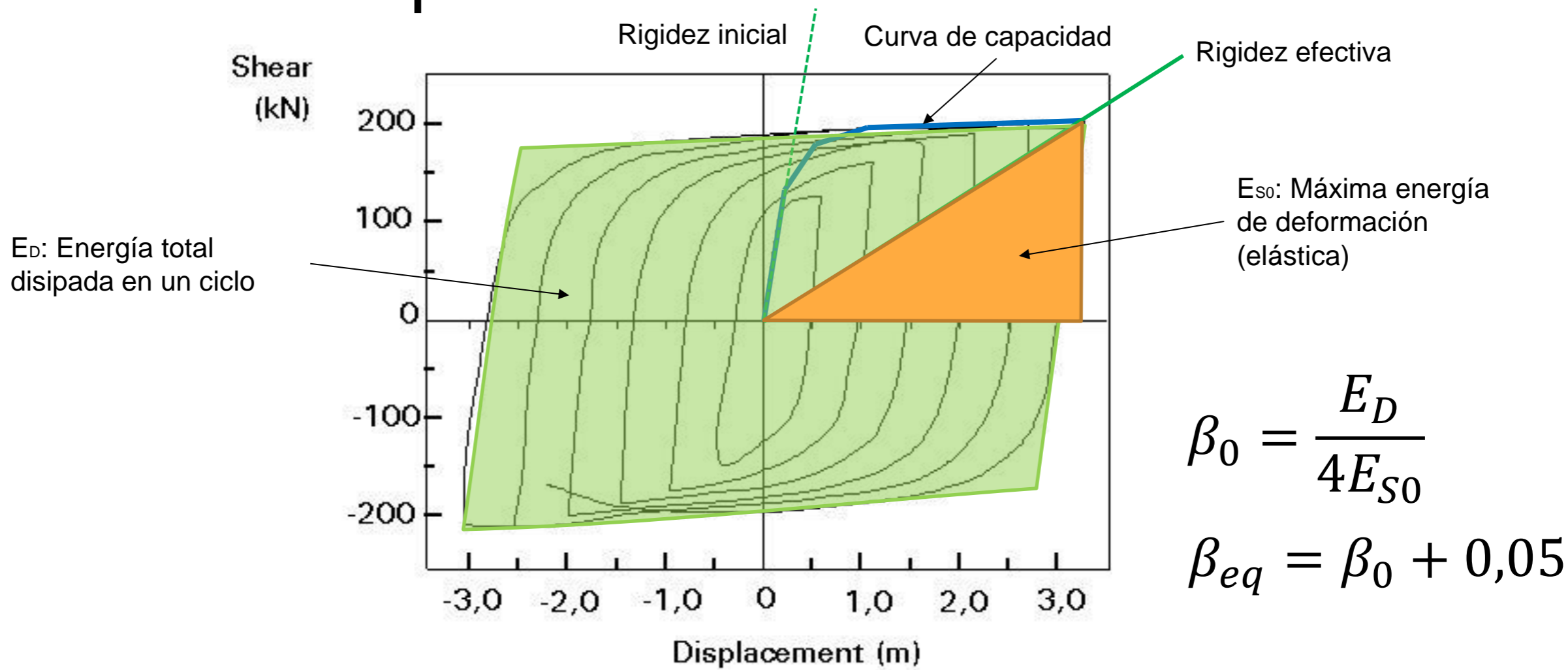
Capacidad Vs. Demanda



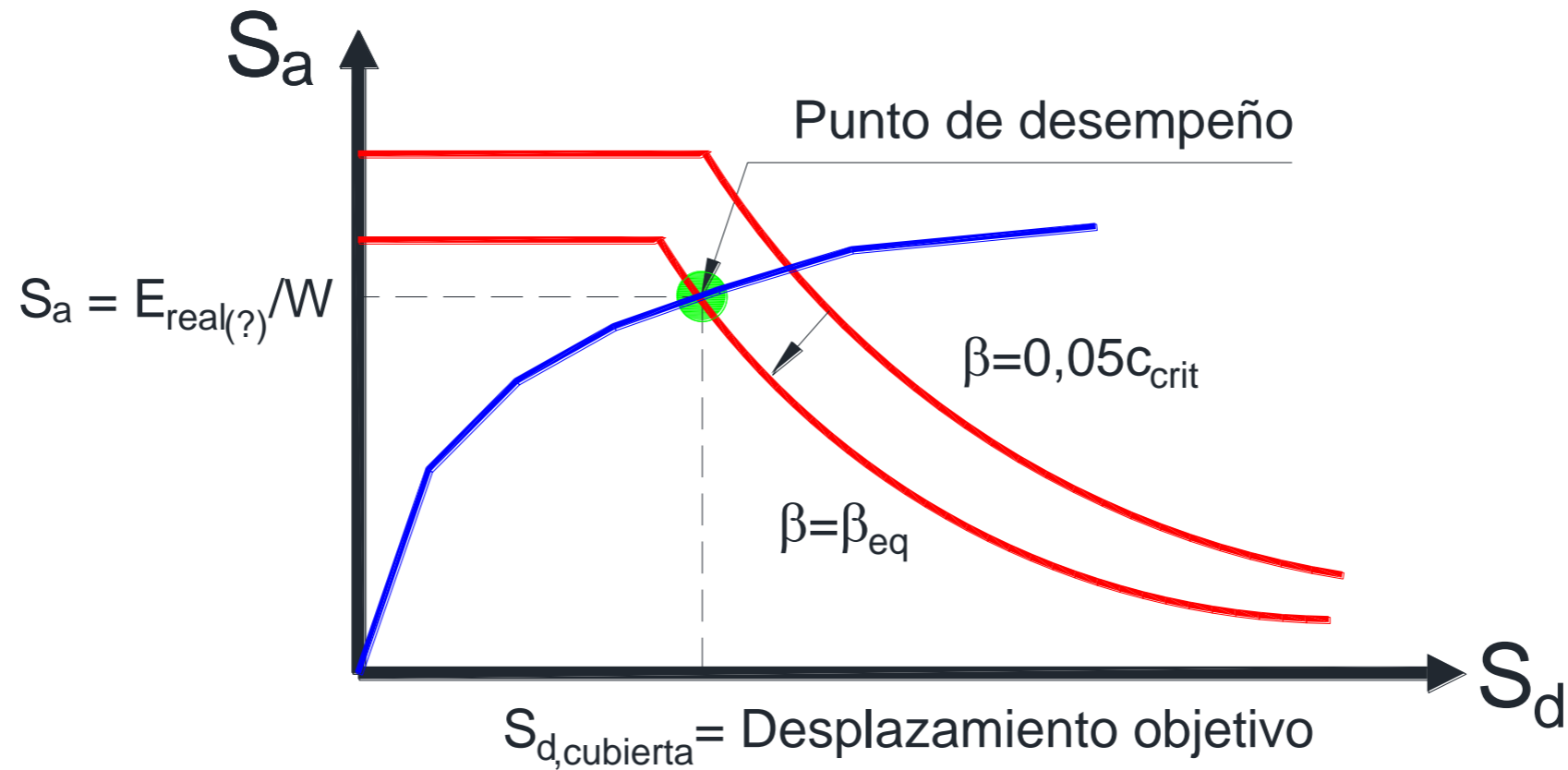
Capacidad Vs. Demanda



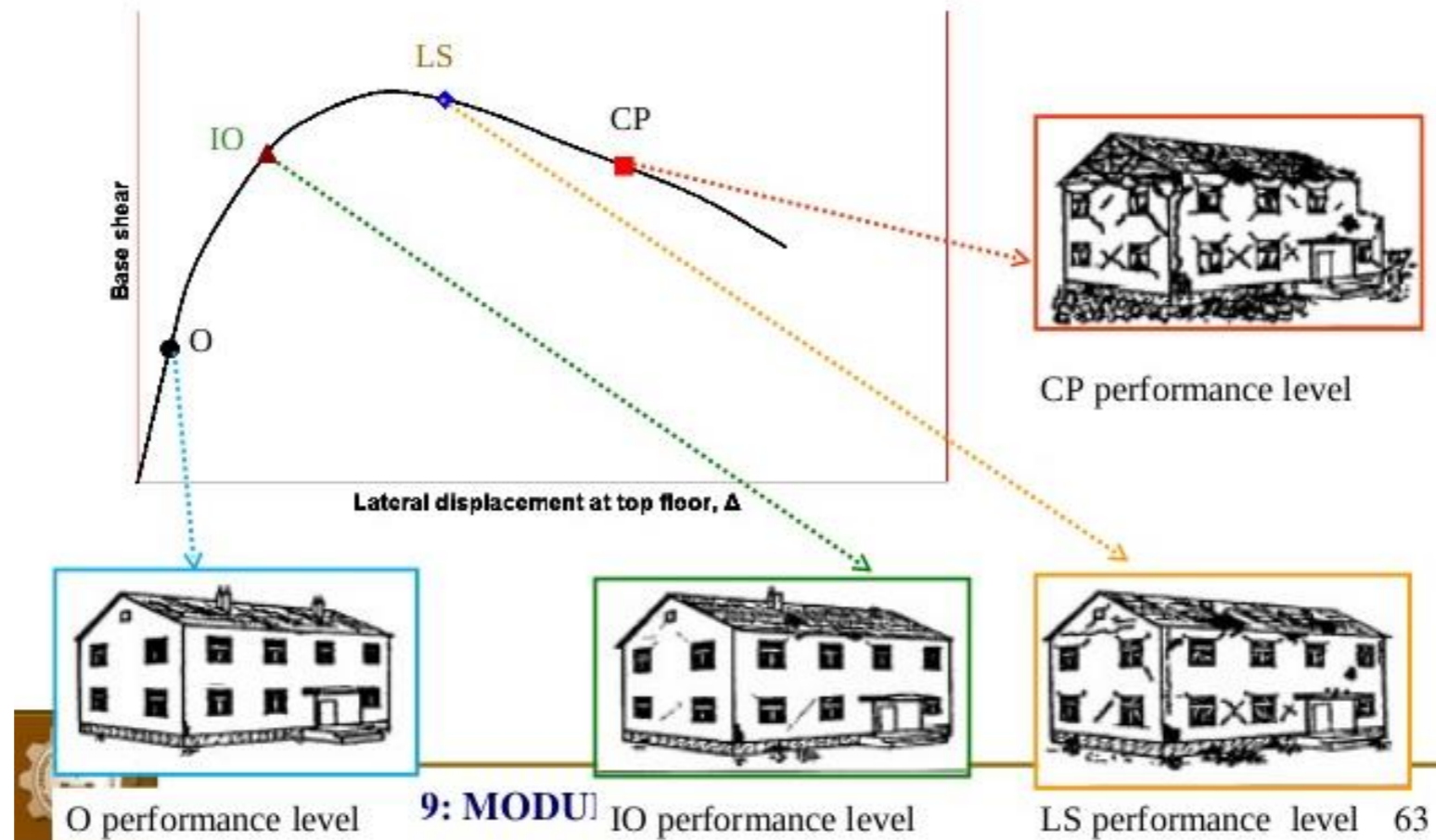
Capacidad Vs. Demanda



Capacidad Vs. Demanda



Desempeño



Análisis lineal

- El análisis no depende del refuerzo, la fisuración o el detallado de las secciones de los elementos
- No se puede identificar la secuencia de plastificación en los elementos
- Se presume que el principio de superposición es válido en todo momento
- El desempeño se “garantiza” por medio del coeficiente de importancia y los factores de seguridad
- La capacidad se obtiene a partir de un coeficiente “R” que depende únicamente del sistema estructural
- El diseño debe complementarse con las “provisiones sísmicas”

Análisis NO lineal

- El análisis depende del refuerzo, el grado de fisuración y el detallado de las secciones de cada uno de los elementos
- Se puede conocer la secuencia de plastificación y así verificar jerarquías
- El principio de superposición opera por rangos de carga y no es lineal
- Se puede verificar el verdadero desempeño de la estructura, a partir de cargas sin mayorar.
- El coeficiente R y la curva de capacidad, son parámetros propios de la estructura.
- Las provisiones sísmicas son el resultado de un análisis de capacidad, lo que las hace fácilmente verificables

Implicaciones

- El análisis no lineal de edificaciones es un concepto relativamente nuevo, por lo que todavía se encuentra en una etapa de implementación práctica (no así académica). Las normativas vigentes aún no tienen suficiente definición al respecto
- El análisis no lineal es una herramienta muy poderosa para los estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural, ya que permiten “justificar” de una manera formal, que así no se cumplan a cabalidad todos los requerimientos de las normas vigentes, la edificación aun puede comportarse adecuadamente ante un evento sísmico
- Bajo el mismo principio, es necesario controlar que no se produzcan mecanismos de falla indeseables.
- El método se puede extrapolar a analizar otro tipo de comportamientos no lineales como el comportamiento del suelo de fundación, siempre y cuando se cuente con información adecuada.

¿INQUIETUDES?

Structural engineering is the art of molding materials we don't wholly understand, into shapes we can't fully analyze, so as to withstand forces we can't really assess, in such a way that the community at large has no reason to suspect the extent of our ignorance.

James E. Amrhein - Masonry Institute of America

La duda es uno de los nombres de la inteligencia

Jorge Luis Borges

osedpinzon@gmail.com