

Introducción a la Ingeniería Civil

Ingeniería Estructural



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Ingeniería Estructural (definición de la IA)

- La ingeniería estructural es una rama de la ingeniería civil que se enfoca en **el diseño, análisis y construcción** de **estructuras** seguras y funcionales. Su objetivo principal es garantizar que las estructuras puedan soportar las cargas y fuerzas a las que estarán sometidas a lo largo de su vida útil, manteniendo su integridad y estabilidad.

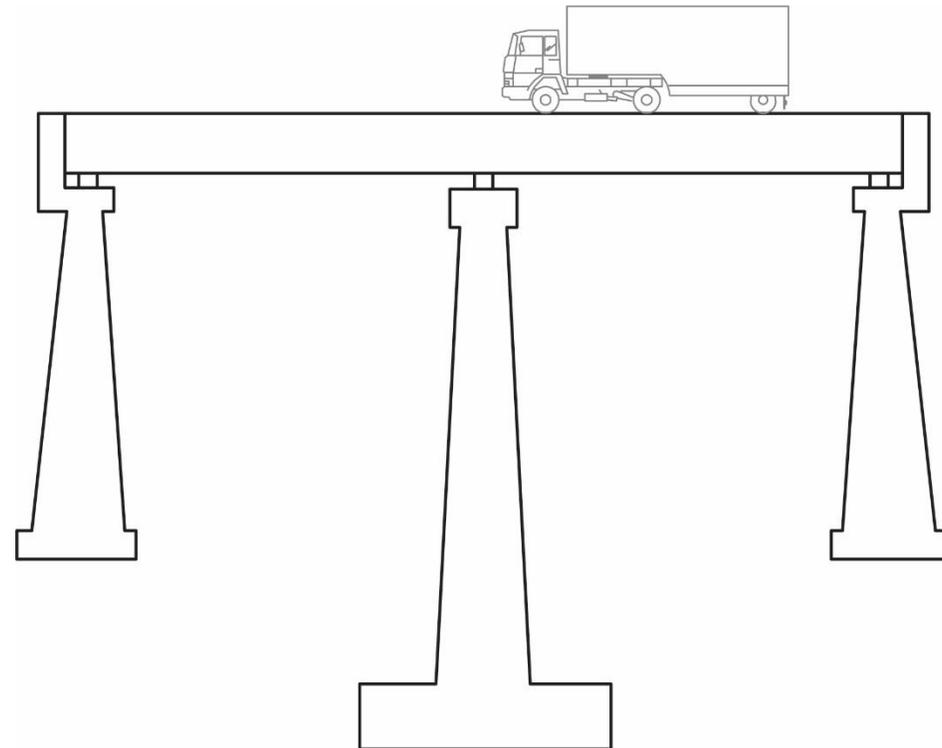
Para que construimos estructuras?

- 1) **Aislar un determinado volumen** del exterior. Techos, cobertizos, muros de cierre.



Para que construimos estructuras?

2) **Sostener cargas** cargas fijas o móviles. Puentes, pasarelas, techos de edificios.



Para que construimos estructuras?

3) **Contener empujes** horizontales. Muros de contención, presas, silos.



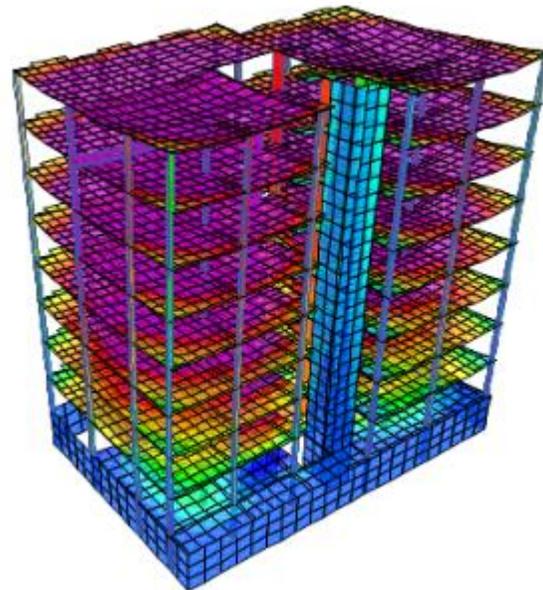
Diseño

- Los ingenieros estructurales diseñan **las estructuras**, considerando factores como las **cargas**, el tipo de **materiales** a utilizar, las condiciones **ambientales**, y los **requisitos legales**.



Análisis

- Realizan **cálculos** y evaluaciones para determinar la resistencia y **estabilidad** de las estructuras, utilizando herramientas de **software** y principios de la **mecánica de sólidos**.



Materiales

- Los ingenieros estructurales tienen conocimientos sobre las **propiedades y comportamientos de diferentes materiales** de construcción, como acero, hormigón, madera y otros, para elegir los más **adecuados para cada proyecto**.



Construcción

- Supervisan el **proceso de construcción** para asegurar que la estructura se construya de acuerdo con los **planos y especificaciones**, y que cumpla con los estándares de seguridad.



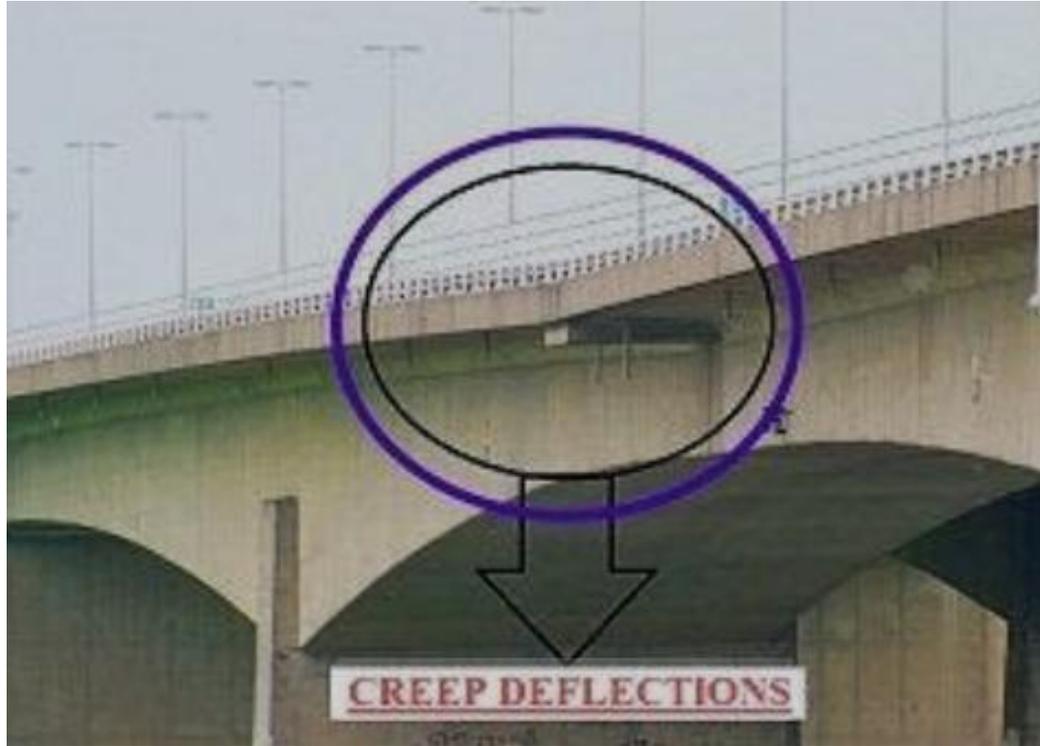
En resumen: La ingeniería estructural es la disciplina que asegura la **seguridad y estabilidad** de las estructuras, desde la fase de **diseño** hasta la **construcción** y mantenimiento.

Falta de diseño Estructural

- El correcto diseño estructural asegura un correcto desempeño de las construcciones con un uso racional de los recursos.



Problemas de diseño





Edificios



Edificios

Desafíos en construcciones modernas con formas y conceptos estéticos fuera de lo tradicional





Puentes

Puente Arco

- Utilizados desde la antigüedad, funcionan con materiales como piedra o mampostería, aunque se pueden construir de acero. Funcionan en compresión, bajo el denominado arco que se forma para trasladar las cargas verticales a los apoyos.



Puentes

- Colgantes
- Suspendidos

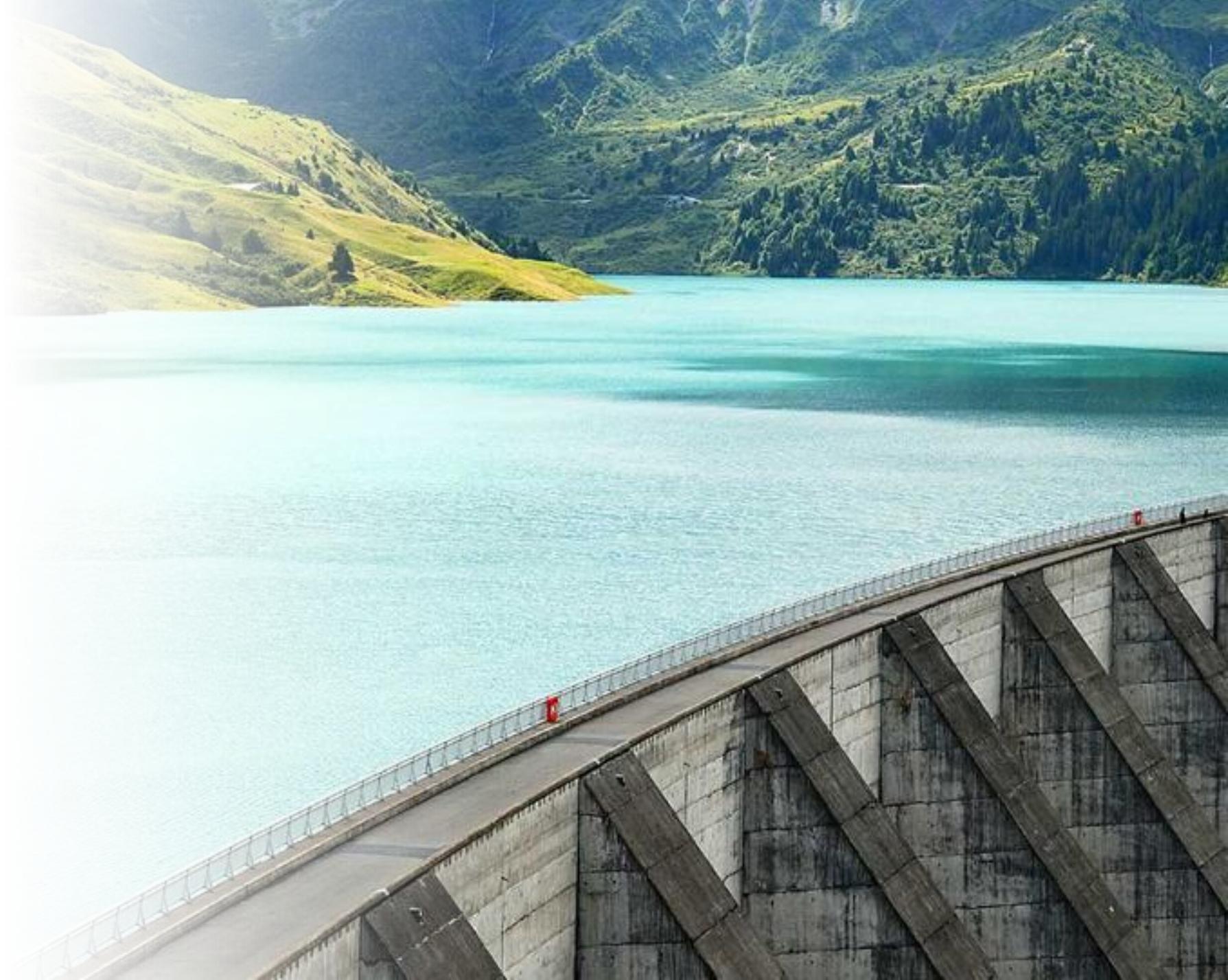


Puentes de Vigas

- Vigas rectas o con poca curvatura apoyadas en pilas



Presas



Presas

- Como reservorio de agua para riego o generación de energía eléctrica



Estadios y Grandes Naves



Estadios y Grandes Naves

- Estas estructuras de grandes dimensiones sirven para albergar encuentros multitudinarios en espacios cerrados o abiertos.



Historia breve





Uso de la
Piedra como
material de
construcción





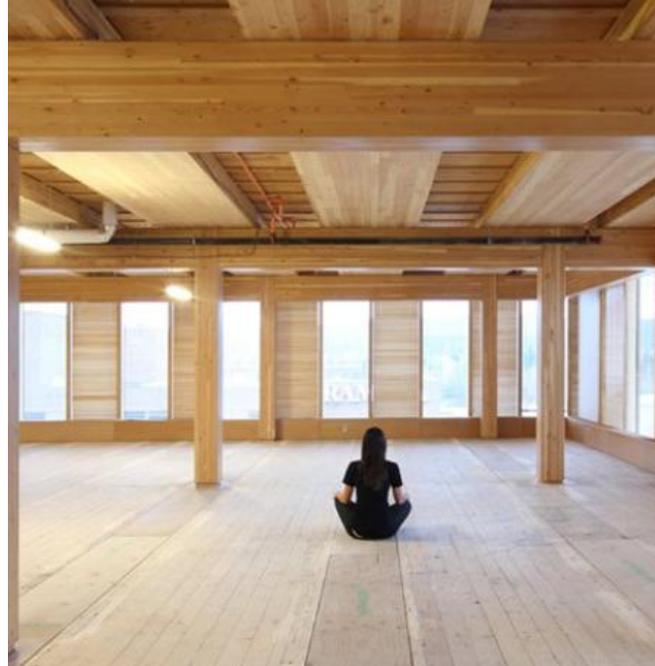
Uso del acero

El uso del acero como material de construcción permite mayores alturas y cubrir luces mayores.



Uso de madera

- Pasando de estructuras de baja altura, a edificios de hasta 18 pisos en la actualidad gracias a los productos de ingeniería de la madera (Paneles CLT y vigas glulam).

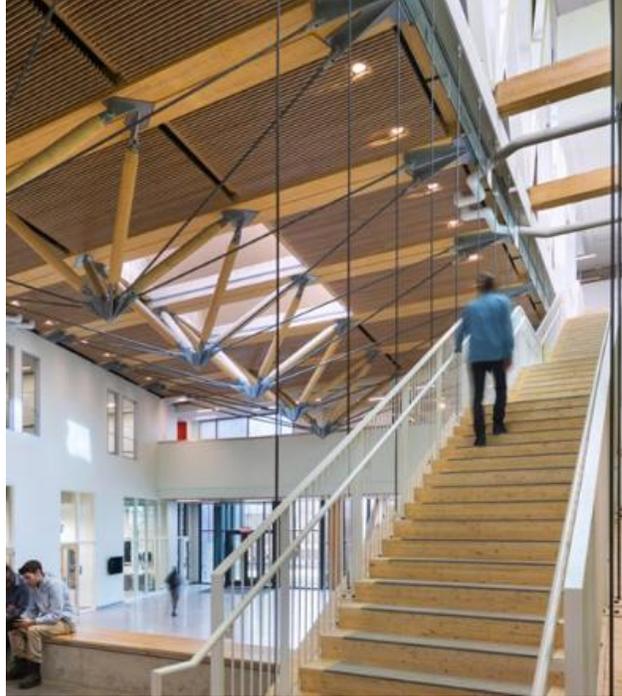




Hormigón armado

- El hormigón armado permite desarrollar formas a través de los encofrados que antes eran impensables.



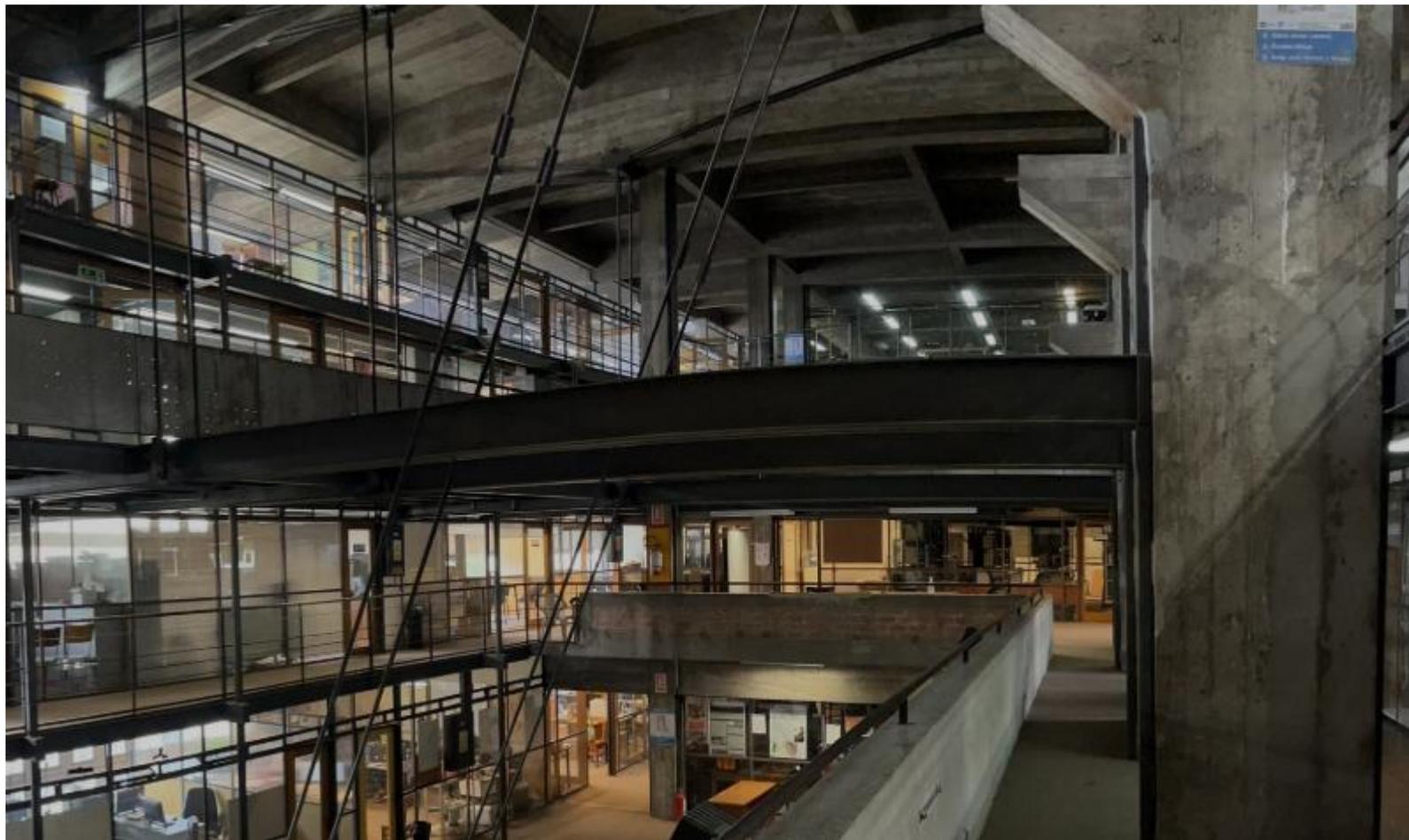


Materiales Compuestos

- Acero - Madera
- Acero - Hormigón-Madera
- Acero - Hormigón
- Mampostería Armada



Acero-Hormigón





La obra del Ing. Eladio Dieste

- Ingeniero Civil uruguayo, que su obra fue reconocida a nivel internacional, por el uso de la mampostería armada y las formas para generar grandes luces libres.





Teatro de Verano



Terminal municipal de Salto

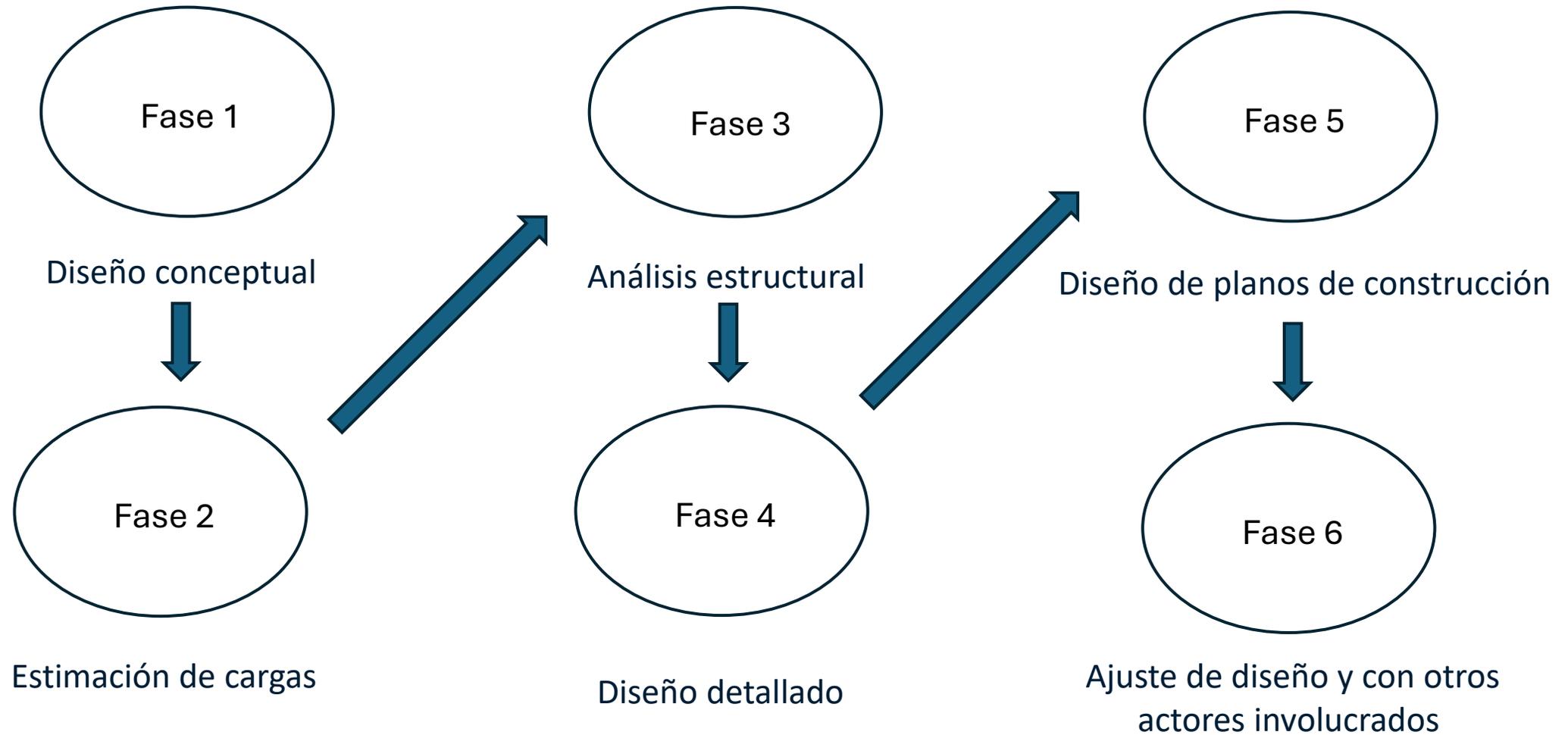


Otras obras del Ing. Eladio Dieste

- Uso de mampostería armada para obras de gran porte y obras de arte.



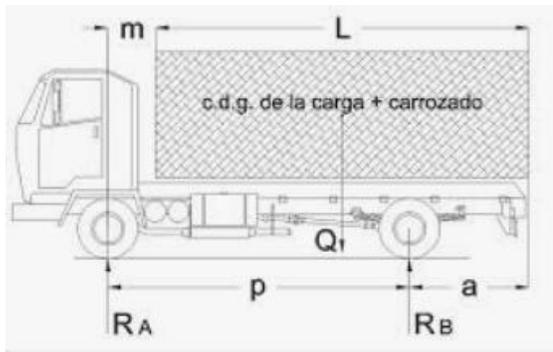
Fases del Diseño Estructural



Esquema de Conceptual

Clasificación de Cargas

Las cargas en estructuras se dividen en muertas, vivas y ambientales. Cada una con características específicas que afectan el diseño y análisis estructural.



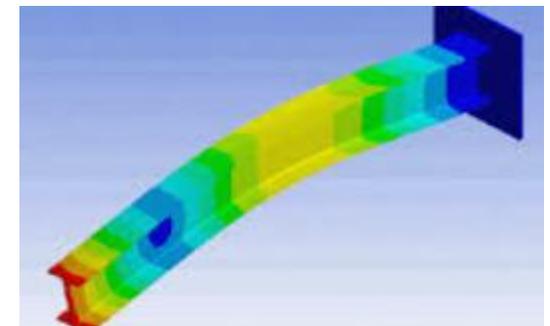
Ecuaciones de Equilibrio

Las ecuaciones de equilibrio son fundamentales para asegurar que las fuerzas y momentos en una estructura sean equilibradas por los apoyos garantizando su estabilidad.

$$\sum \vec{F} = 0 \begin{cases} \sum \vec{F}_x = 0 \\ \sum \vec{F}_y = 0 \\ \sum \vec{F}_z = 0 \end{cases} \quad \sum \vec{M} = 0 \begin{cases} \sum \vec{M}_x = 0 \\ \sum \vec{M}_y = 0 \\ \sum \vec{M}_z = 0 \end{cases}$$

Métodos de Análisis Estructural

Se utilizan modelos físicos y matemáticos para analizar el comportamiento estructural. Ayuda a simplificar las complejidades de las estructuras.

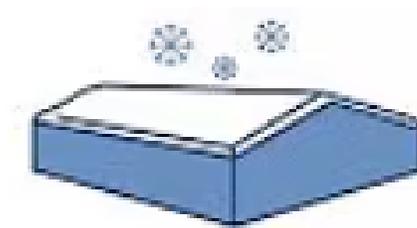
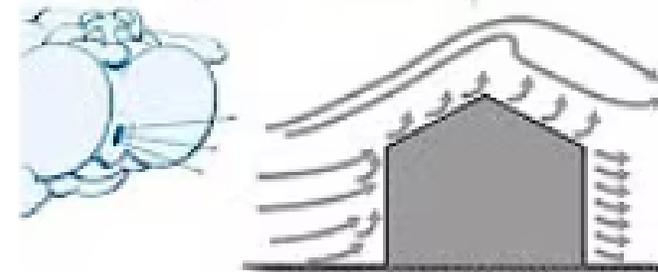
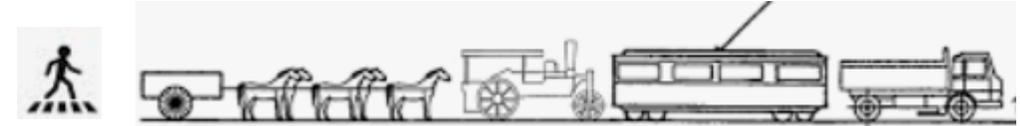


Cálculo de Cargas y Reacciones

Cálculo de Cargas y Reacciones

Las cargas se dividen en permanentes, variables y accidentales, cada una con características que influyen en el diseño y análisis estructural.

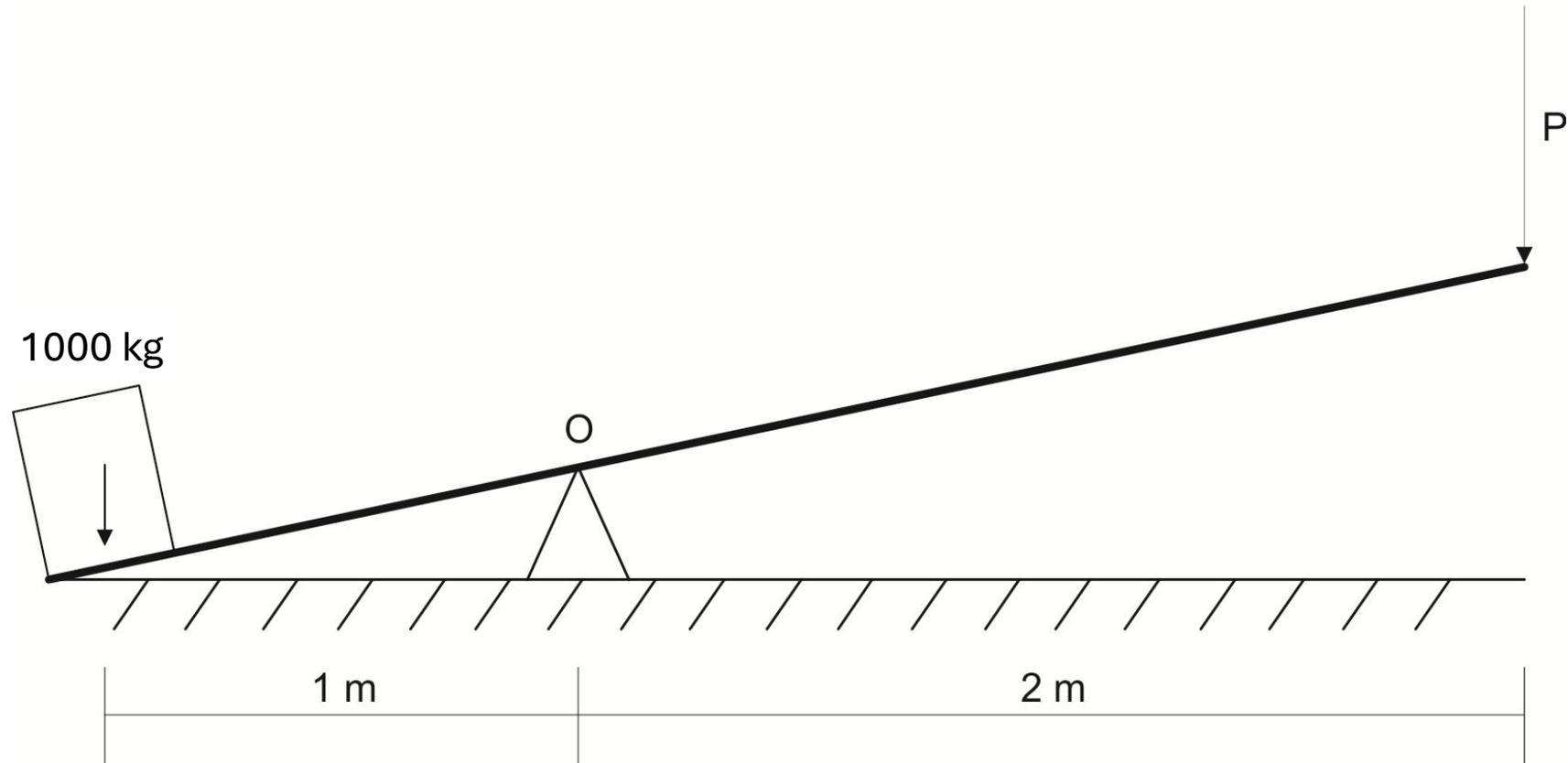
$$\sum \bar{F} = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum \bar{F}_x = 0 \\ \sum \bar{F}_y = 0 \\ \sum \bar{F}_z = 0 \end{array} \right. \quad \sum \bar{M} = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum \bar{M}_x = 0 \\ \sum \bar{M}_y = 0 \\ \sum \bar{M}_z = 0 \end{array} \right.$$



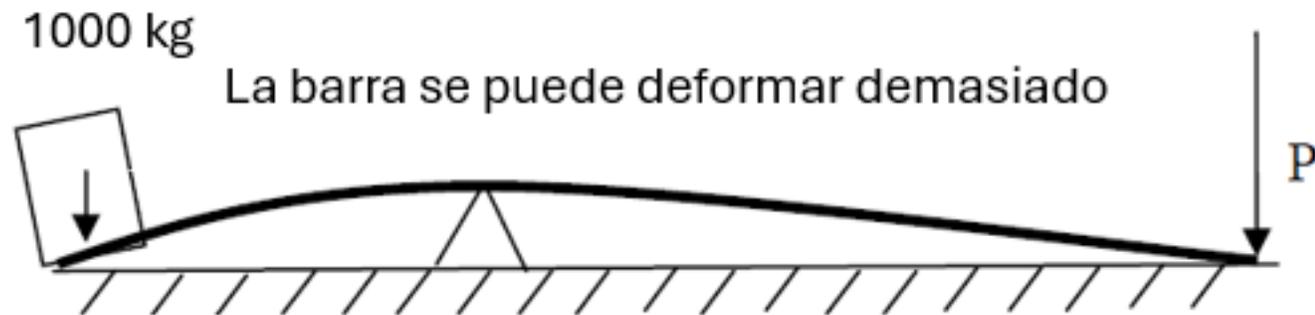
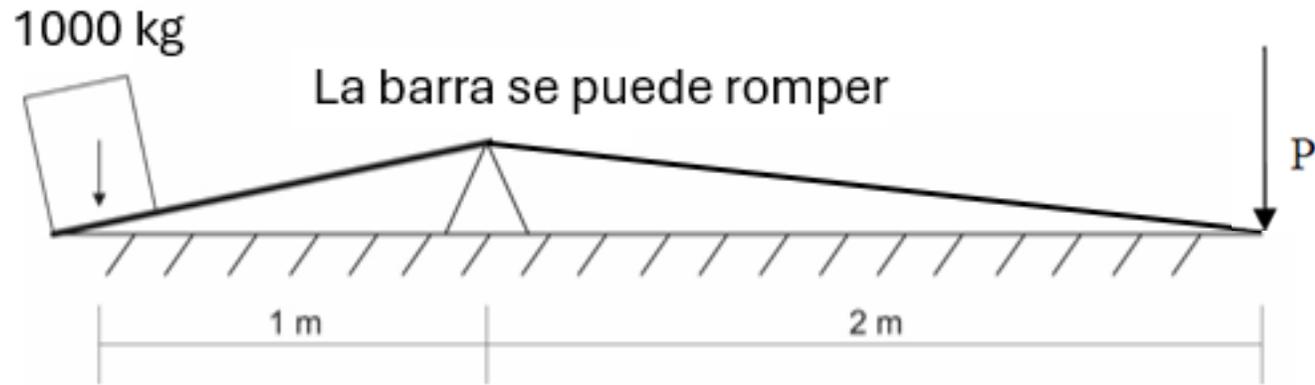
Métodos de Análisis

Implican métodos de equilibrio y análisis estructural para calcular reacciones en apoyos, asegurando la estabilidad y seguridad de la estructura.

Conceptos anteriores



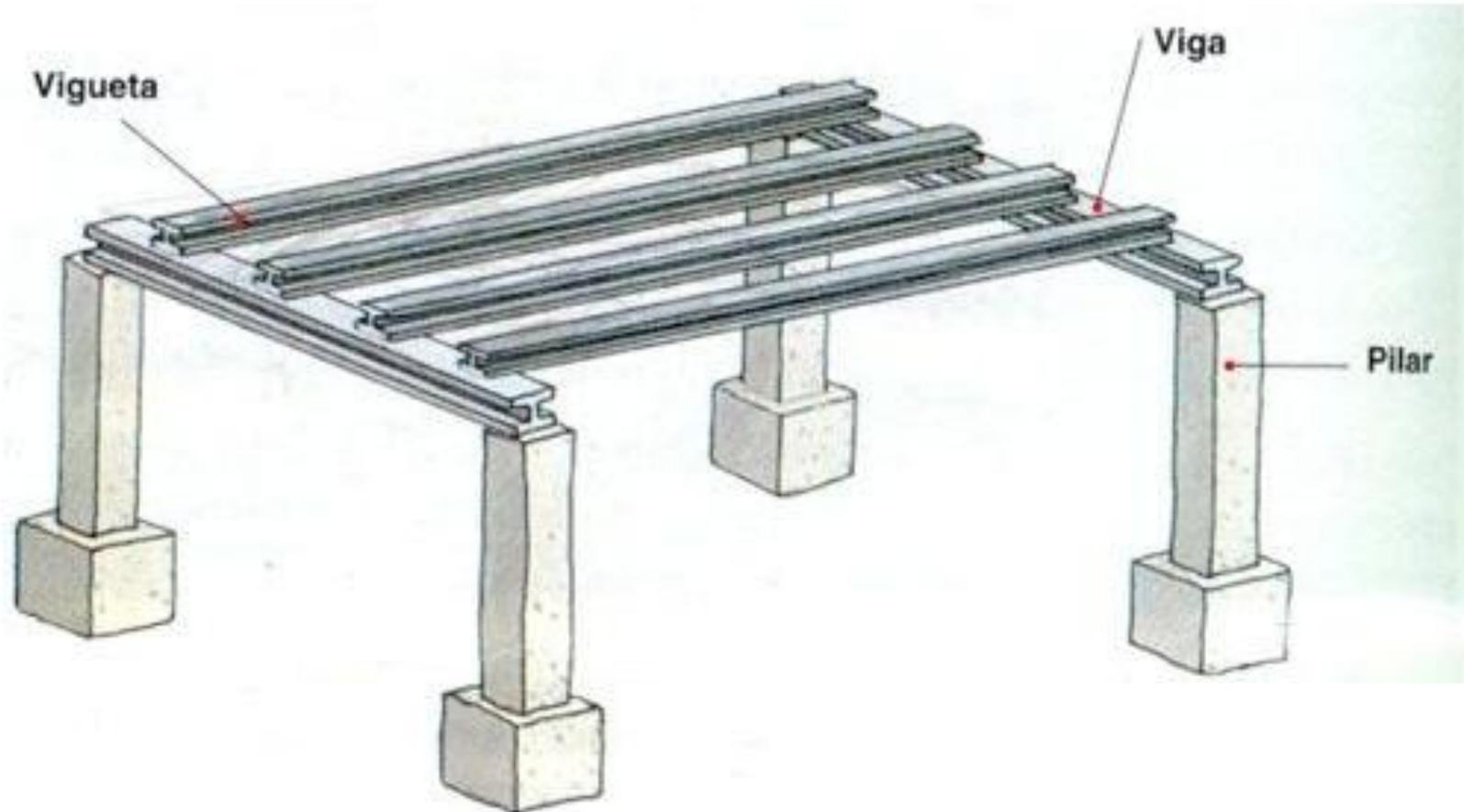
En un mundo ideal lo saben, pero en la realidad... Qué puede pasar?



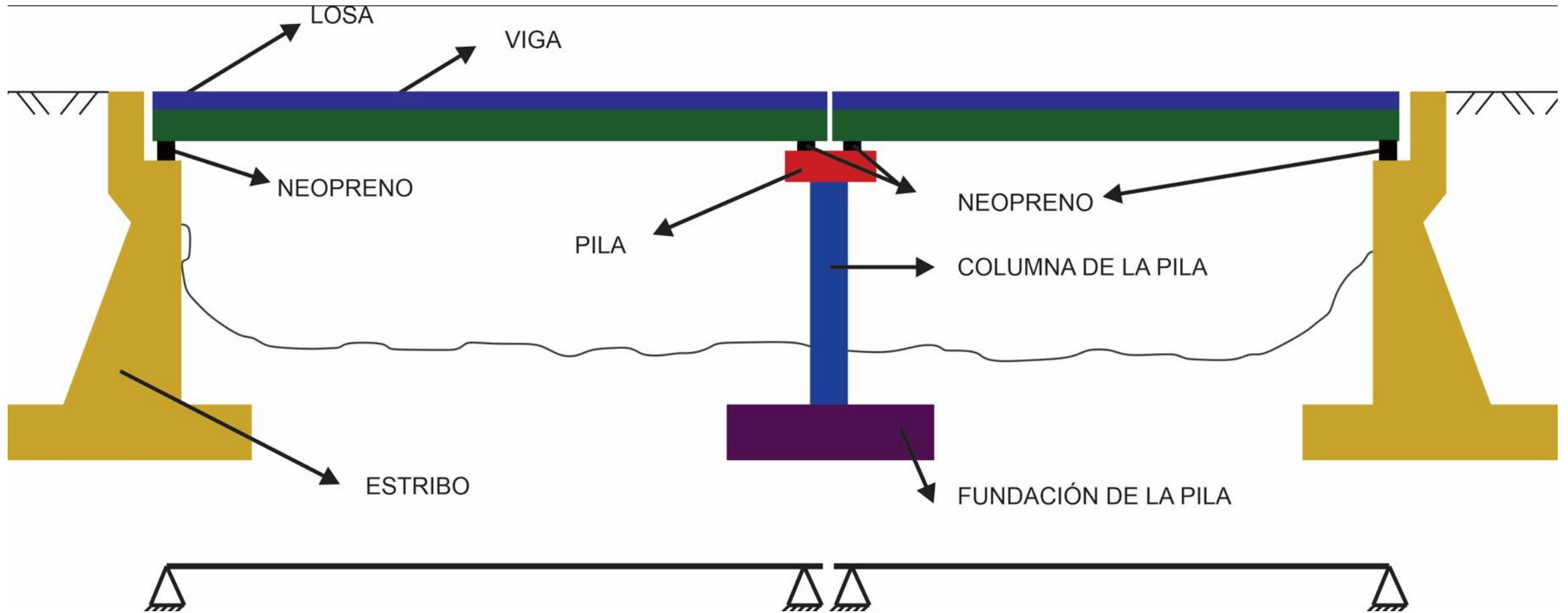
Requisitos que deben cumplir las estructuras

- Que sea lo suficientemente **rígida** para cumplir de forma eficiente sus objetivos (motivos **funcionales, de seguridad, estéticos y normativos**).
- Que sea **estable** para poder cumplir su función de forma efectiva.
- Debe ser **resistente**, que cada elemento de una estructura sea capaz de soportar los **esfuerzos** a los que esta sometida (**que no se rompa**).
- Debe ser lo más **liviana y económica** posible (aspectos ambientales de sostenibilidad y de utilización de recursos materiales).

Elementos estructurales básicos

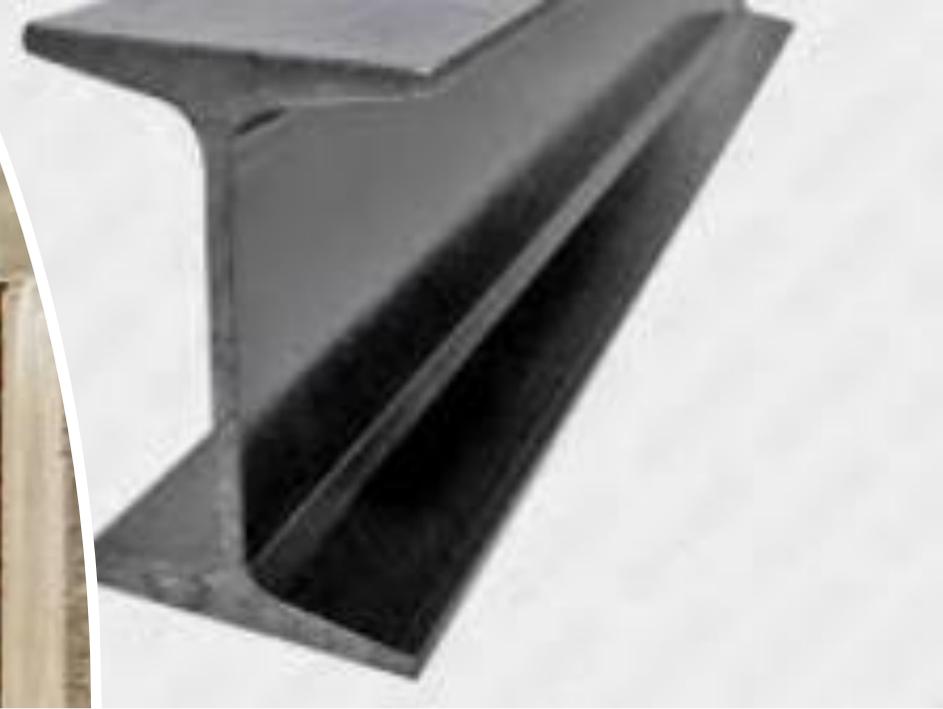


Esquema básico de puente



Vigas

- Son elementos con un eje mucho más largo que los otros 2. Por lo general son elementos que trabajan soportando cargas perpendiculares a dicho eje.



Reticulados

- Son elementos estructurales formados por barras atornilladas o soldadas, que se unen para formar elementos más largos, por lo general forman triángulos entre sí para su conformación.



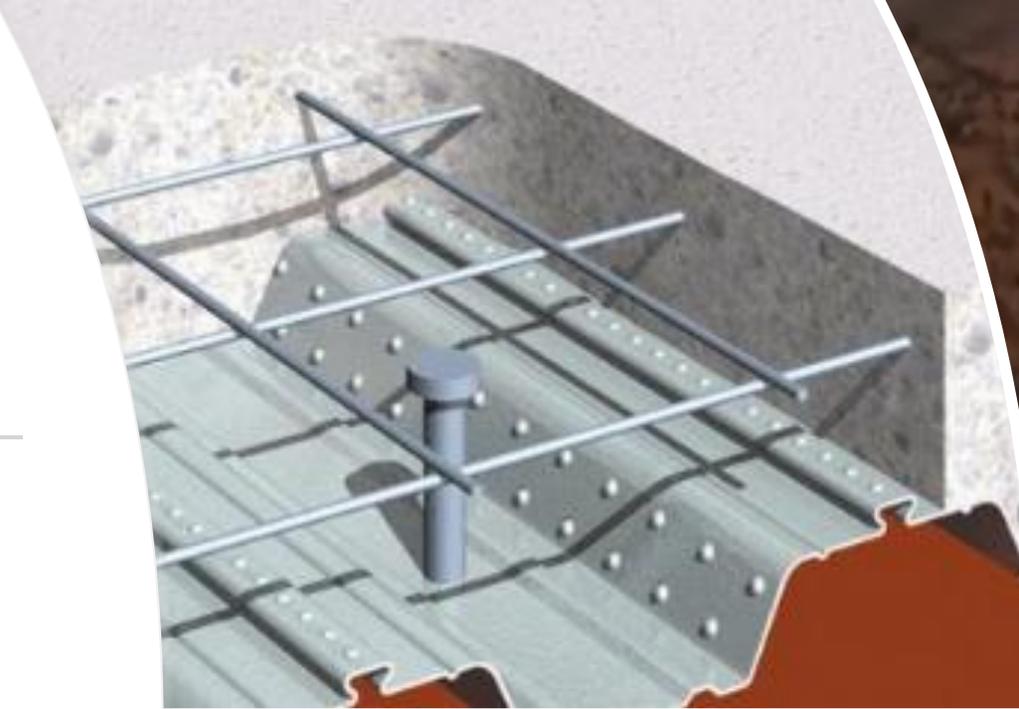
Pilares

- Elementos generalmente con eje vertical, que cumplen la función principal de llevar las cargas verticales al suelo. También tiene que ser capaz de resistir empujes horizontales.



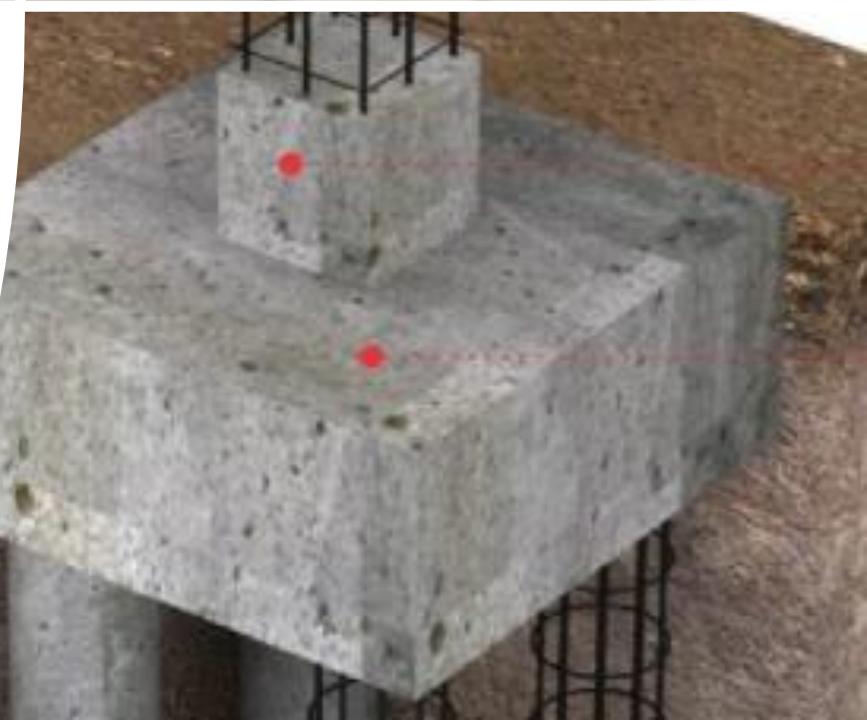
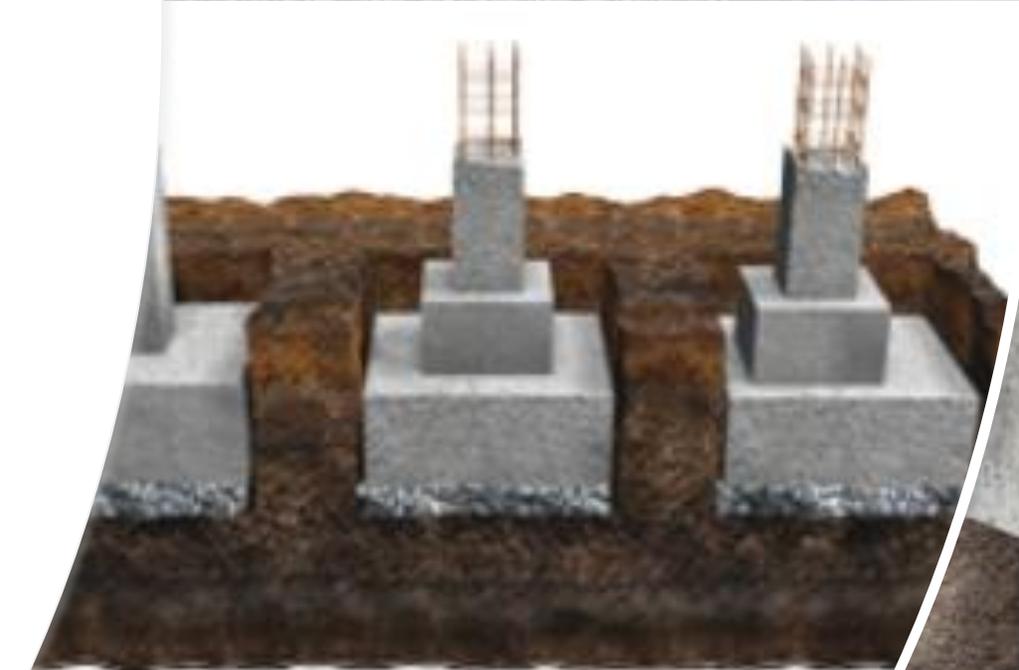
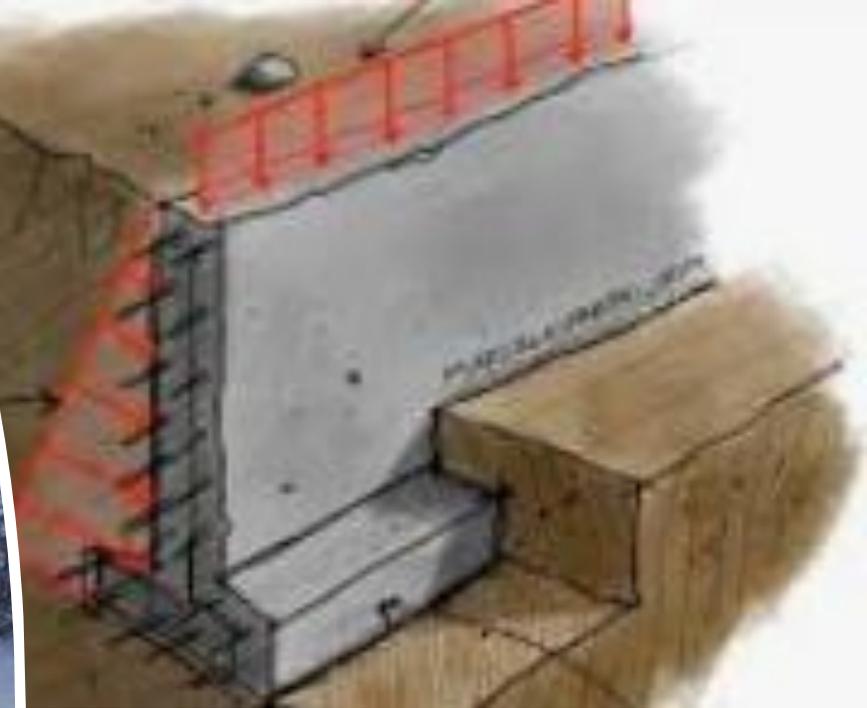
Losas

- Son elementos estructurales planos (dos dimensiones mayores y espesor menor), que sirven para cubrir o dar soporte a cargas distribuidas en una área extensa. Están expuestas principalmente a cargas perpendiculares a su plano



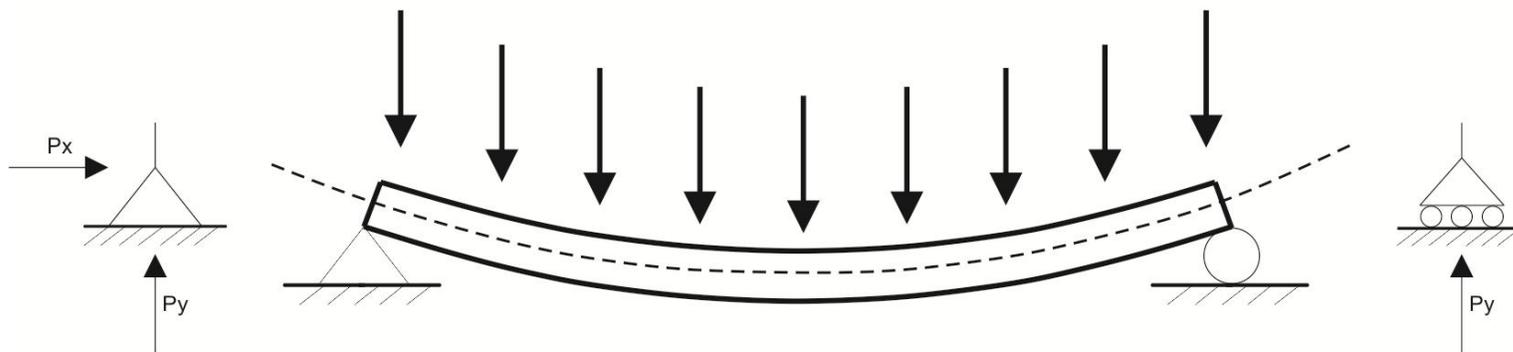
Fundaciones

- Son los elementos estructurales responsables de transferir las cargas que actúan sobre las estructuras al suelo. Pueden ser losas de cimentación, zapatas, zapatas corridas, o pilotes. También pueden ser muros colados en el terreno.



Análisis Estructural Simplificado





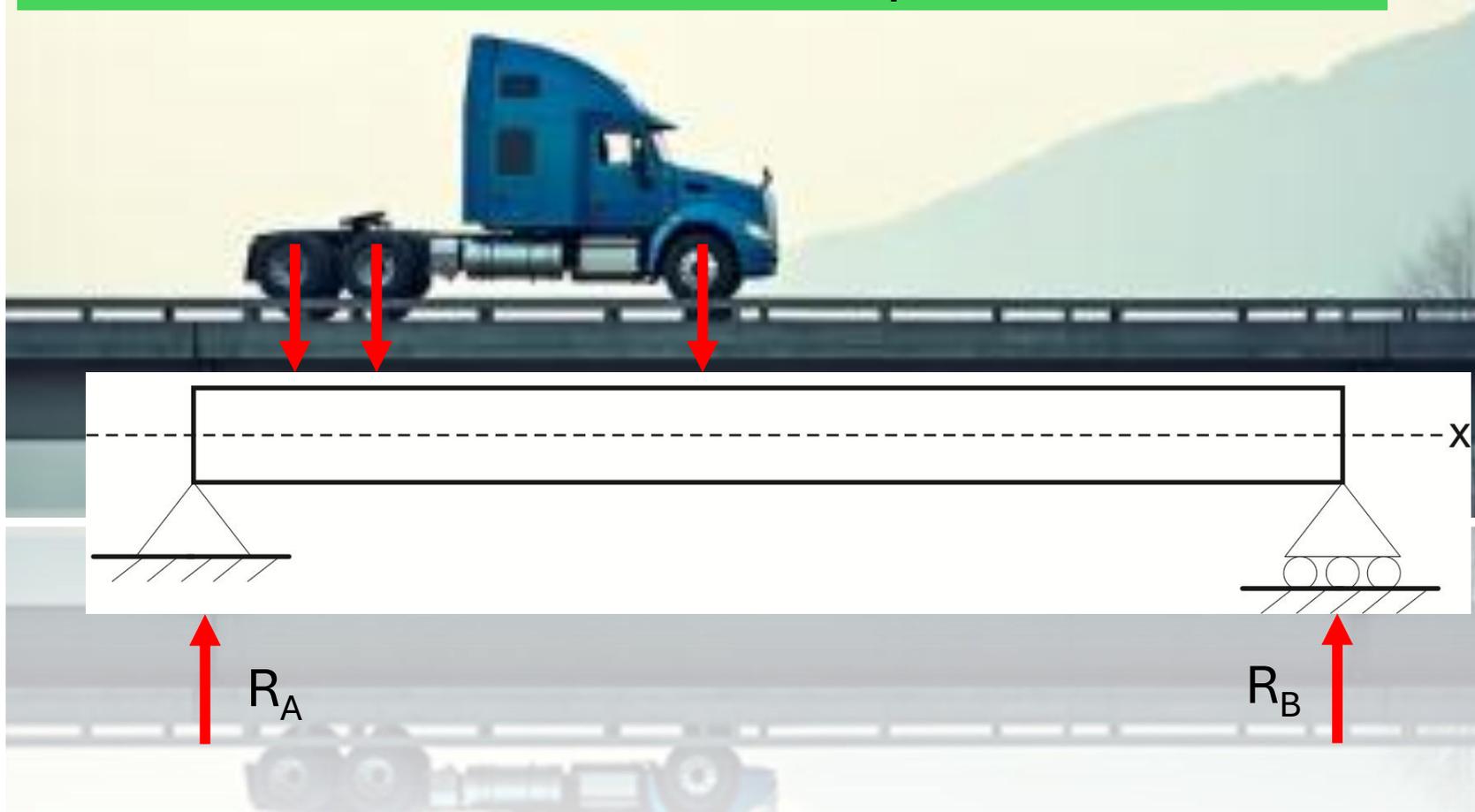
Análisis Estructural Simplificado



Análisis Estructural Simplificado

En términos analíticos tenemos 3 ecuaciones:

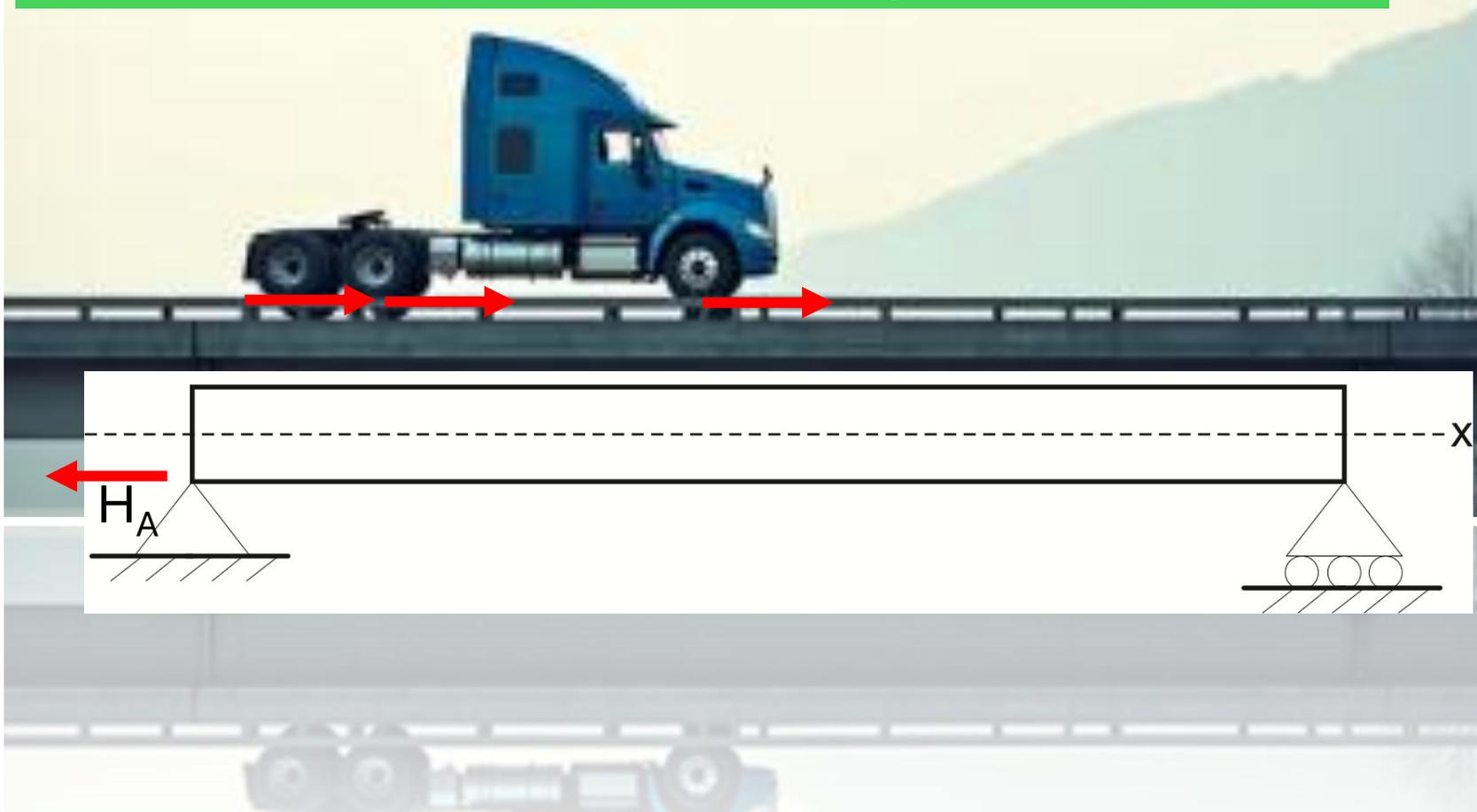
$$\Sigma V=0; \Sigma H=0; \Sigma M_p=0$$



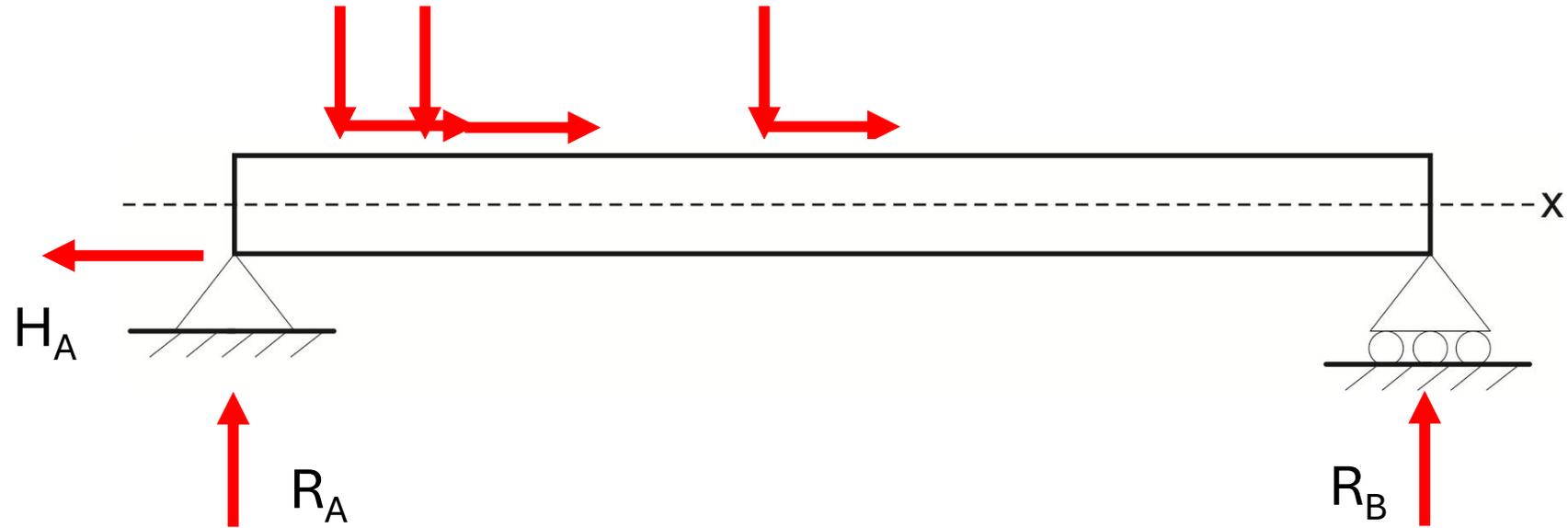
Análisis Estructural Simplificado

En términos analíticos tenemos 3 ecuaciones:

$$\Sigma V=0; \Sigma H=0; \Sigma M_P=0$$

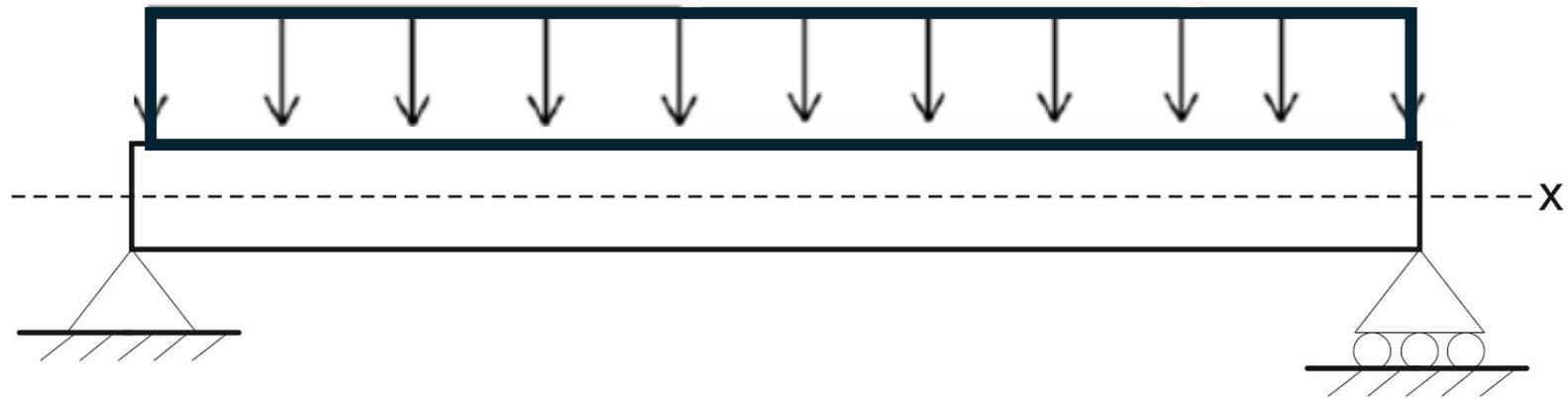


Fuerzas y reacciones que actúan sobre la viga



Fuerzas y reacciones que actúan sobre la viga

Peso propio de la viga (2400 kg/m^3)



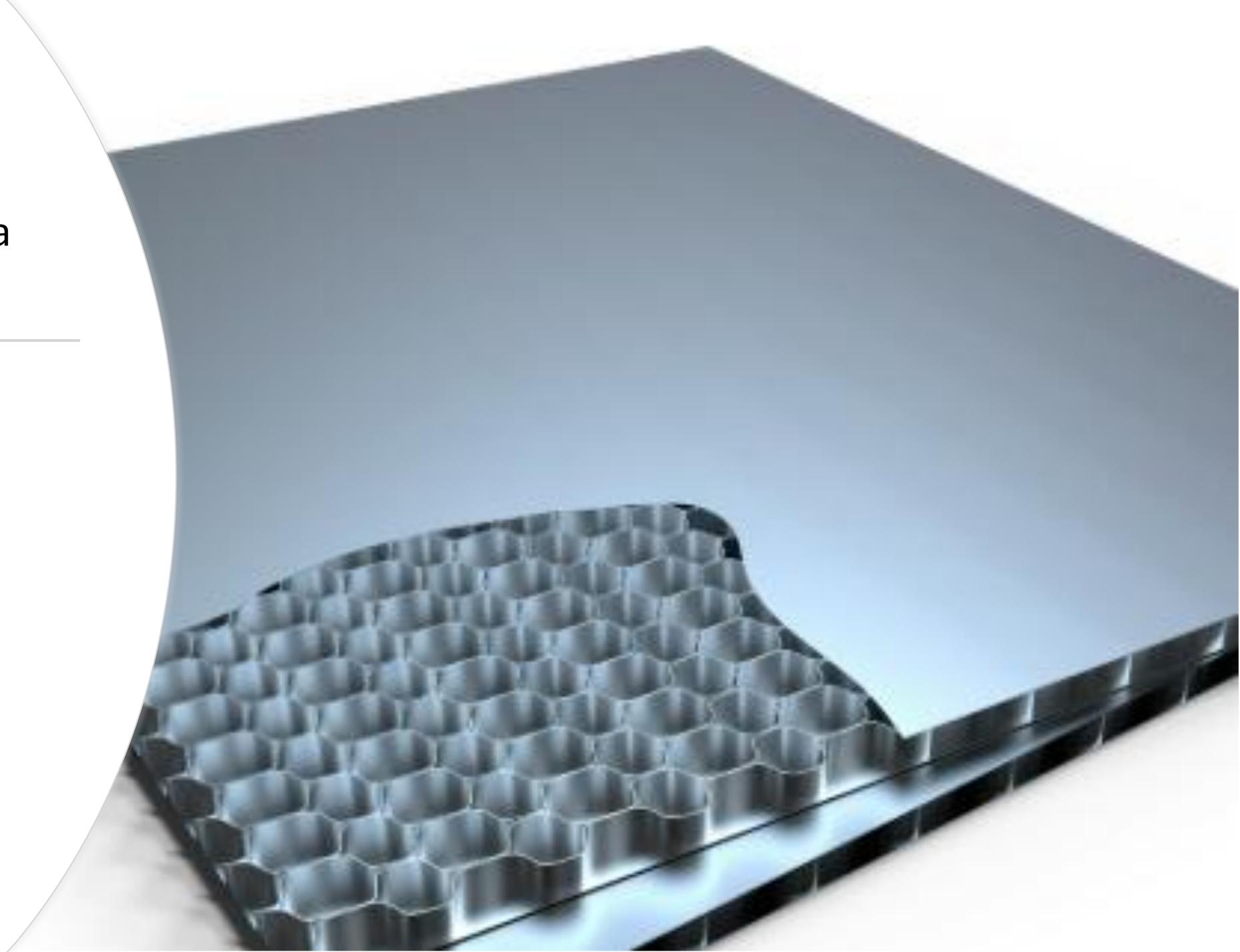
Futuro de la Ingeniería Estructural





Futuro de la Ingeniería Estructural

- Materiales Compuestos



—

Estructuras mixtas (Ej: Estadios modernos)



Futuro de la Ingeniería Estructural

- BIM (Building Information Modeling)



Futuro de la Ingeniería Estructural

- Impresión 3D de Hormigón



Futuro de la Ingeniería Estructural

- Análisis de Datos de forma remota (lofT)



Ejemplo de algunas estructuras importantes

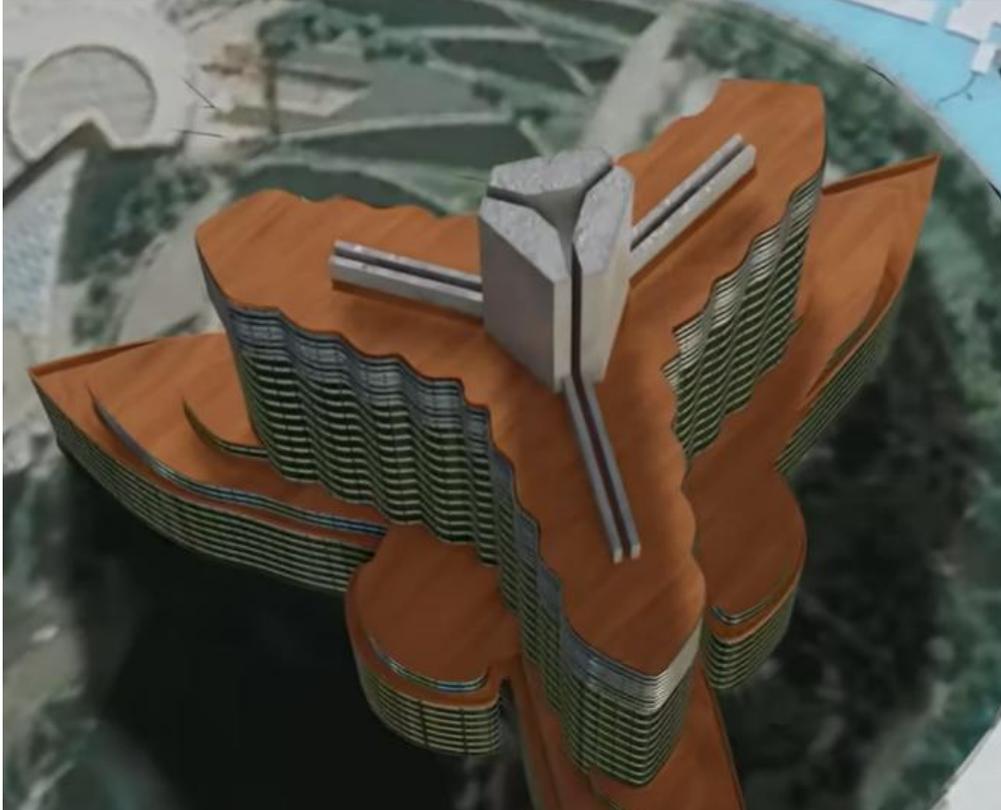




Burj Khalifa

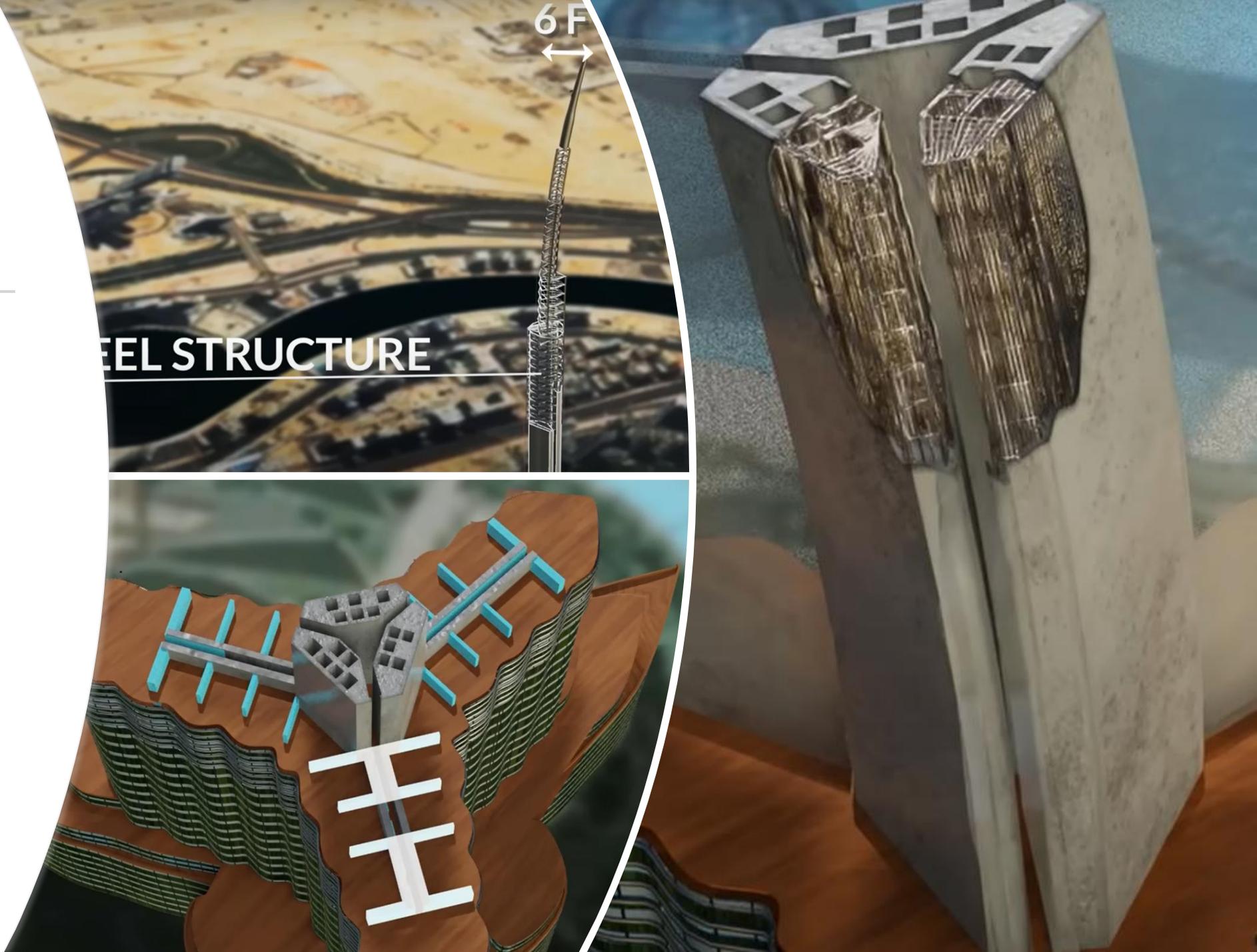
- 829.8 m de altura
- Estructura de hormigón armado y estructura metálica

HEXAGONAL CORE

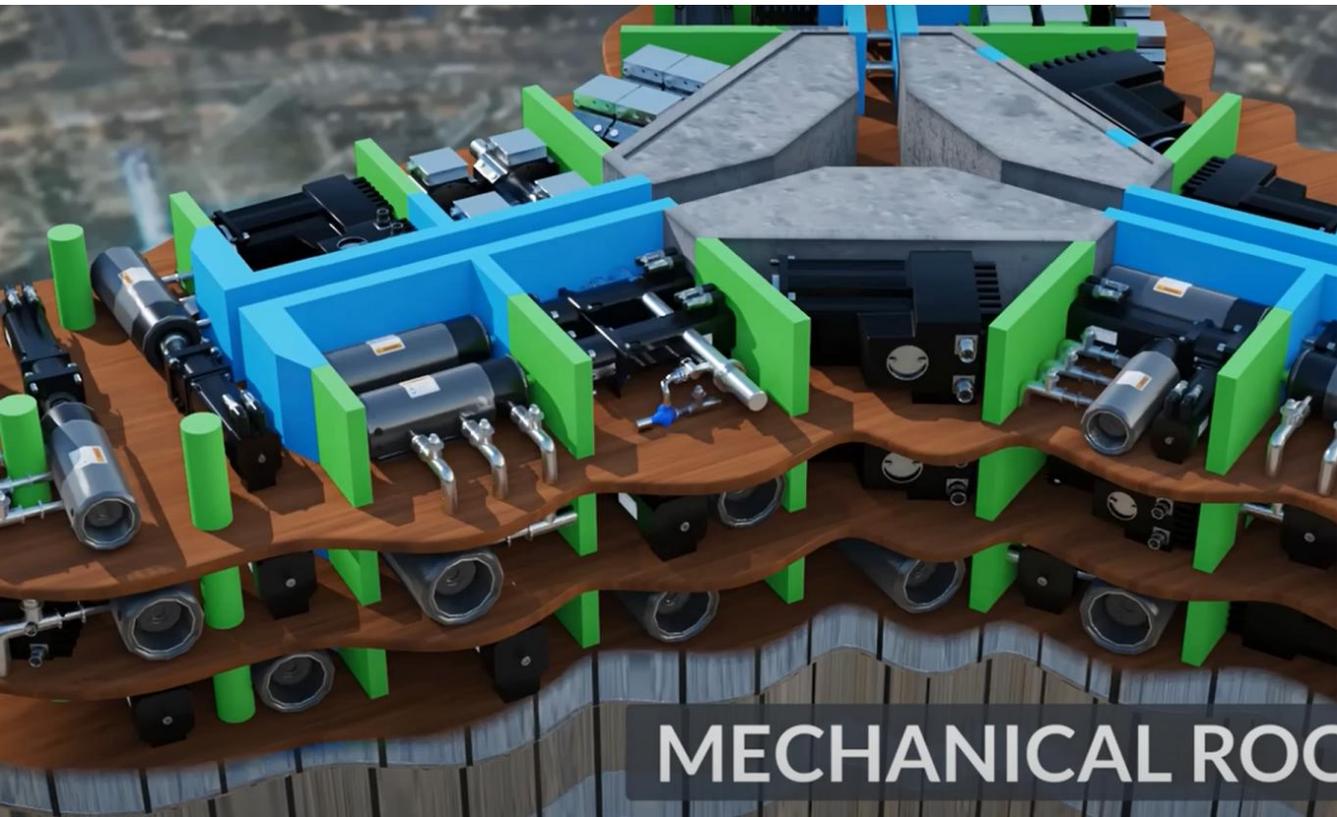


Estructura

- Núcleo de hormigón armado
- Estructura metálica en los pisos más altos



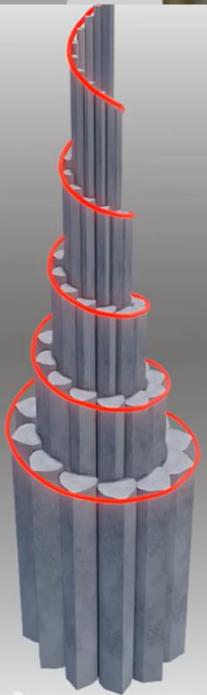
Pisos intermedios





Diseño para resistir el viento

- La falta de simetría hace que no se formen vórtices al pasar el viento por ambos lados de la torre de forma diferente



Torre Eiffel

El hierro pudelado (hierro forjado) de la Torre Eiffel pesa 7300 toneladas.

La Torre Eiffel oscila hasta unos 9 centímetros por efecto del viento.

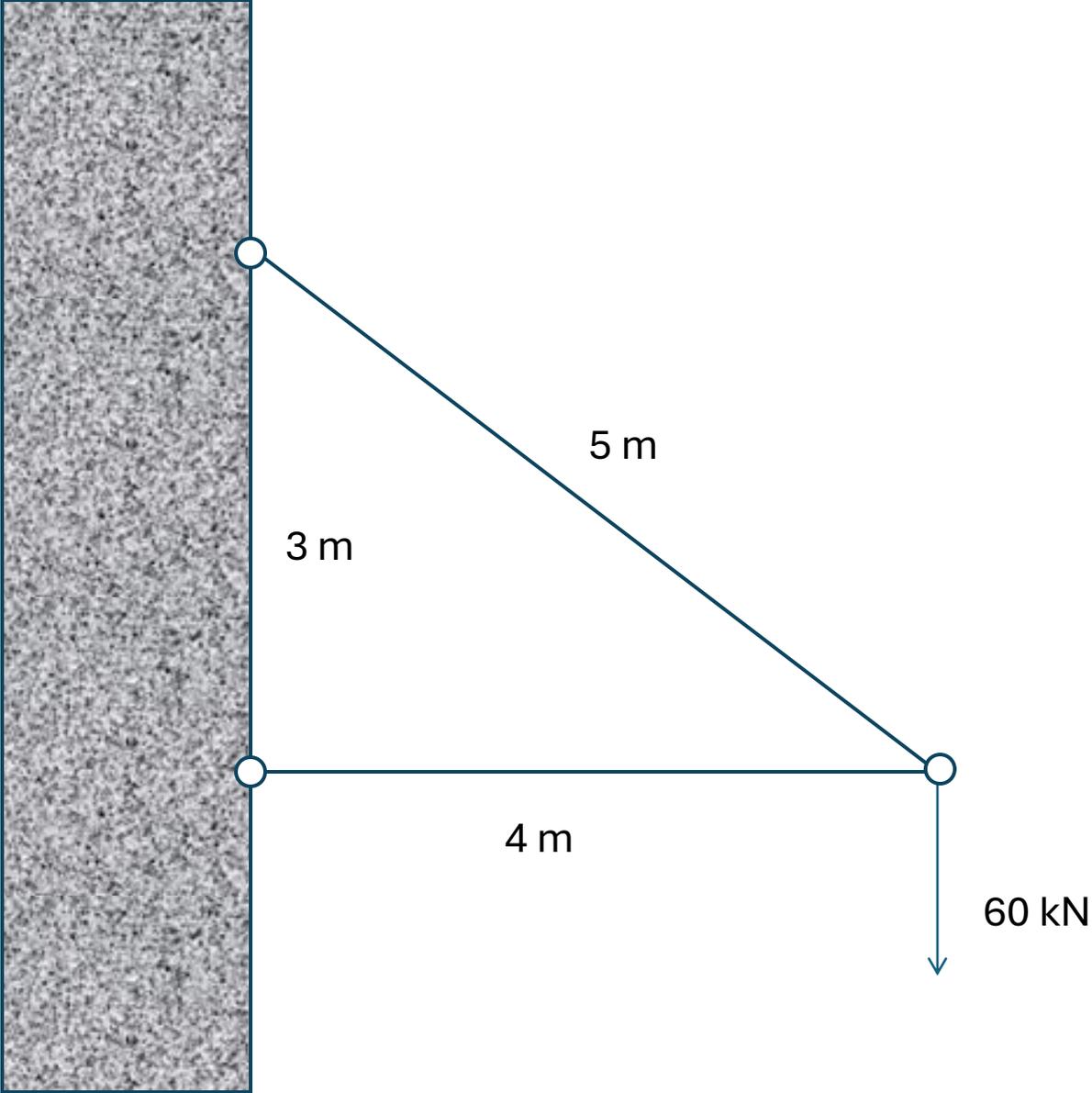
Efecto térmico puede hacer que se desplace 18 cm en la cima.



Puente de Millau

- Permite unir la *causee Rouge* y la *causee du Larzac* al cruzar una brecha de 2.460 metros de longitud y alcanza los 343 metros en su punto más alto.
- Está constituido por ocho tramos de tablero de acero, que se apoyan sobre siete pilas de hormigón. La calzada pesa 36 000 toneladas y se extiende a lo largo de 2460 metros, siendo su ancho de 32 m y su espesor de 4,3 m.





Muchas gracias



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY