

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Facultad de Ingeniería

Carrera de Arquitectura

DISEÑO ESTRUCTURAL III

“DISEÑO ESTRUCTURAL” SISTEMAS VERTICALES ESTRUCTURAS DE TRANSICIÓN MEGAESTRUCTURAS

Ing Daniel Quiroga

Contenido

- *Escuela de Chicago. Antecedentes históricos.*
- *El Ascensor: origen*
- *Sistemas Verticales: organización y transmisión de acciones*
- *Tipos Estructurales para acciones horizontales*
- *Transiciones y Megaestructuras*
- *Uso de software para esfuerzos*



ESCUELA DE CHICAGO



Escuela de Chicago

1) Contexto Socio Económico

Explosión demográfica

- 1840 → 15,000 habitantes
- 1871 → 300,000 habitantes (incendio)
- 1890 → **1,000,000** habitantes

Economía favorable

- Centro económico y comercial
- Recibe materias primas → Manufacturados
- Exporta al país → Conex. Ferrov. y marítimas

2) Urbanismo

- Incendio 1871. → Dejan constr. en **madera**
- Ciudad destruida → Nuevo **urbanismo**
- Dividir la ciudad en **lotes** rectangulares
- Permitir construcción en **altura**
- Prohibir lugares privilegiados

3) Características de la arquitectura

- Basamento de **hormigón**. Estructura de **acero**
- **Aventanamientos** horizontales → “muro cortina”
- **Rascacielos**: aprovechamiento del terreno
- Eliminación de **muros de carga**
- Supresión de elementos **decorativos**
- Predominio de **líneas** horizontales y vert.
- Superficies **lisas** y acristaladas
- Fachadas de **mampostería**

4) Condicionantes de proyecto

- **Precio** de los terrenos. Especulación inmobiliaria
- Espacios **limitados**
- **Rapidez** en ejecución de edificios

5) Materiales

- a) Hormigón b) Acero
- c) Vidrio d) Ascensor

Escuela de Chicago

Principales exponentes

- William Le Baron Jenney



- Louis Sullivan

- Martin Roche

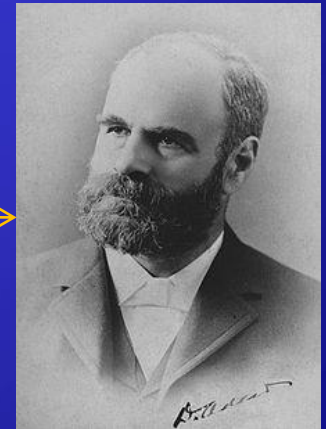
- Daniel Burnham y John Root



- Holabird y Roche

- Dankmar Adler

- Henry Richardson



Edificios Destacados

Escuela de Chicago



Chicago Building
Holabird y Roche
Chicago



Brooks Building
Holabird y Roche
Chicago



Reliance Building
Burnham y Root
Chicago



Home Insurance Building
Le Baron Jenney (a+i)
Chicago



Wainwright Building
Adler (a+i) y Sullivan (a)
San Luis



Second Leiter Building
Le Baron Jenney (a+i)
Chicago



First Leiter Building
Le Baron Jenney (a+i)
Chicago



Almacenes Carson
Sullivan (a)
Chicago

Escuela de Chicago

Historia del ascensor

- 236 Grecia Arquímedes inventó un dispositivo montacargas con una cuerda y una polea.
- 1853 Elisha G. **Otis** → freno de seguridad (para rotura del cable)
- 1854 Otis instala ascensor **Crystal Palace** de Nueva York (hoy Bryant Park, 42 entre 5ª y 6ª)
- 1857 1^{er} asc. de pasajeros del mundo. **Hotel Broadway** (NY). Otis. A vapor. 450 kg. 12 m/min.
- 1867 Ascensor **hidráulico**. Leon Edoux. Exposición de París. 150 m/min.
- 1880 Norton Otis ascensor eléctrico C.C.. Edificio Demarest Carriage (NY) 5ª. 675 kg 30 m/min
- 1889. Ascensores hidráulicos con combustible. Exposición de **Paris**. Torre Eiffel
- 1922 Westinghouse. Edificio Rockefeller NY. 420 m/min
- 1930 Otis Elevator. 73 ascensores. Empire State (5ª y 34). 102 pisos, 443 m. 15.000 personas/día. 200 a 430 m/min.
- 2000. Skyway (Otis). Tecnología revolucionaria capaz de alcanzar una velocidad de 900 m/min.
- 2016. Ascensores de **1.000** m/min. (**60 km/h!!!!**)
- Hoy Taipéi 101. 508 m de altura. Toshiba. Velocidad máxima de 61 km/h
- Hoy Lotte World Tower (Corea S).. Del sótano al piso 121 en 1 minuto. Veloc. 600 m/minuto

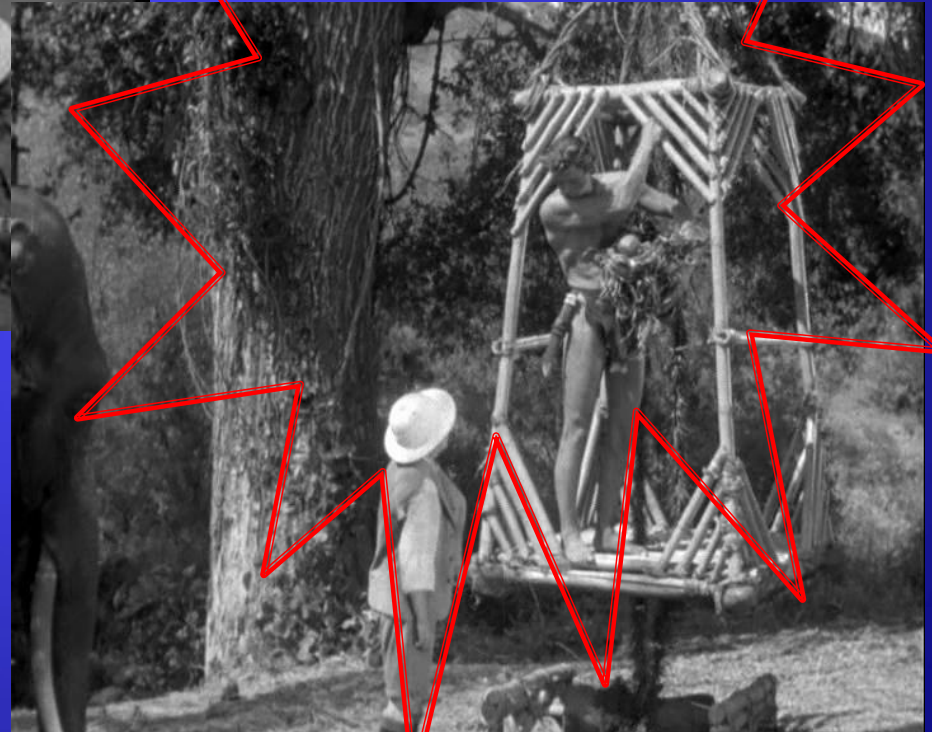
Historia del ascensor

Escuela de Chicago



Historia del ascensor

Escuela de Chicago



Organización Estructural

Escuela de Chicago



Wainwright Building



Second Leiter Building

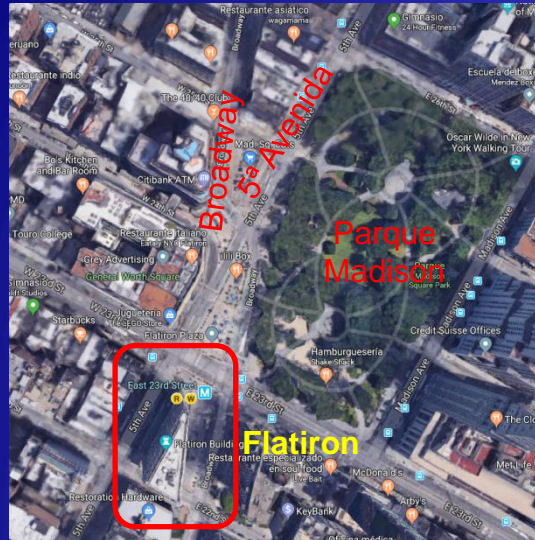


Brooks Building

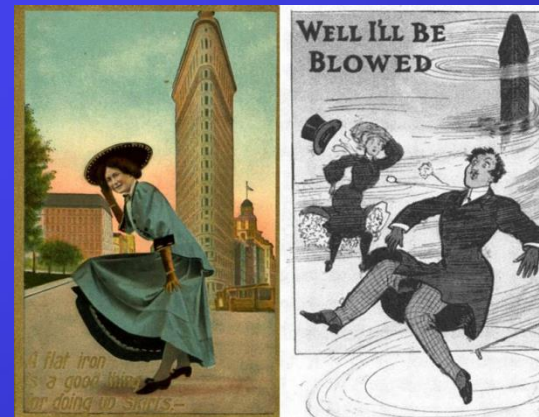
Características:

- 1) Basamento de Hormigón
- 2) Estructura de Acero
- 3) Eliminación de muros de carga
- 4) Líneas horizontales y verticales
- 5) Materiales: Acero, Hormigón, Vidrio, Ascensor

Escuela de Chicago en New York



Edificio Fuller "Flatiron"



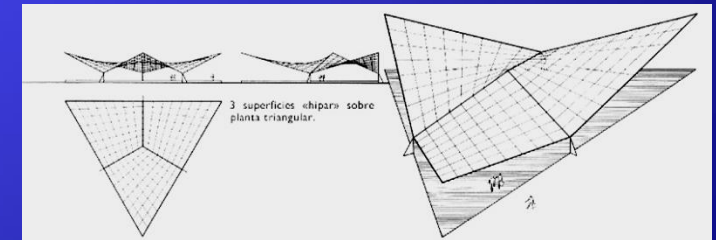
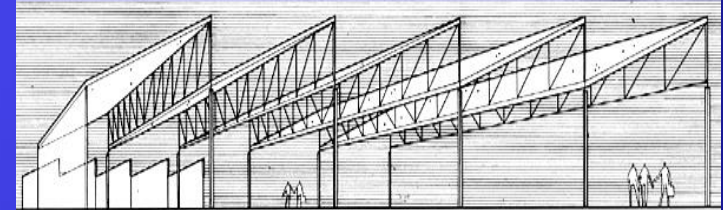
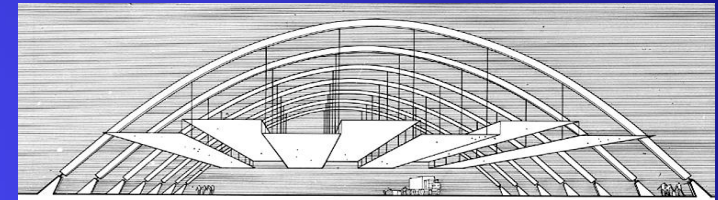
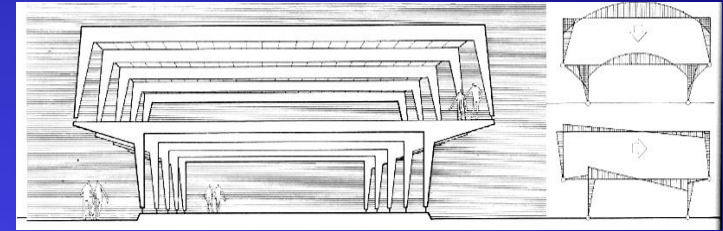
Diseñado por Daniel Burnham. Edificio de acero de **22** pisos y 87m de altura. La esquina tiene **2m** con un ángulo de 25°. de ancho. Desde una vista cenital, las fachadas que se juntan en ese vértice abarcan tan sólo un ángulo de 25 grados. La forma **aerodinámica** genera un túnel de viento. Convocando a los mirones a ver las pantorrillas de las mujeres con falda y anticipando a Marylyn.

Ha aparecido en **películas**: Hitch, Espantatiburones, Spiderman, Armagedon, y en los **videojuegos** tipo GTA



SISTEMAS VERTICALES

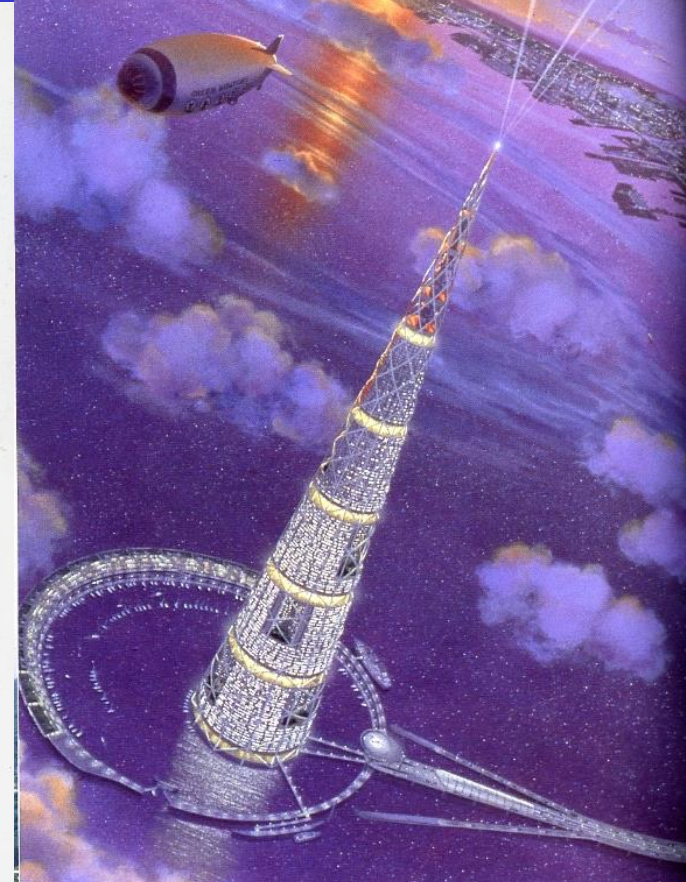
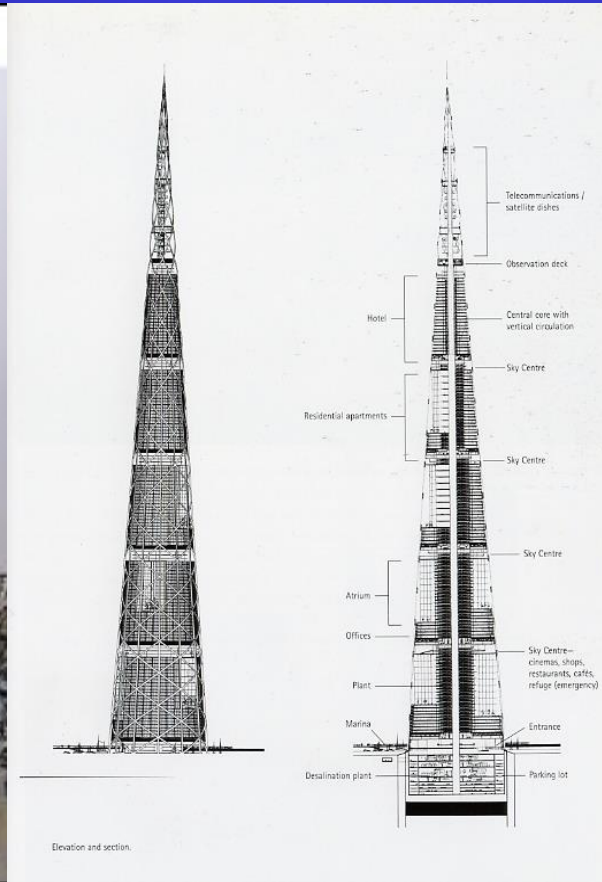
- Sección activa
- Forma activa
- Vector activo
- Superficie activa
- **Sistemas verticales**



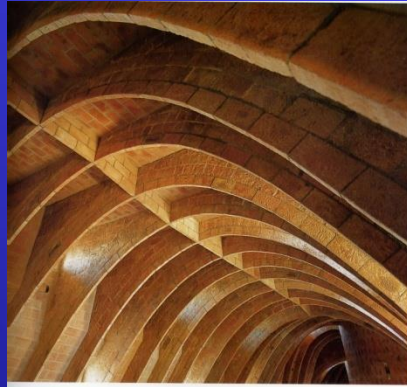
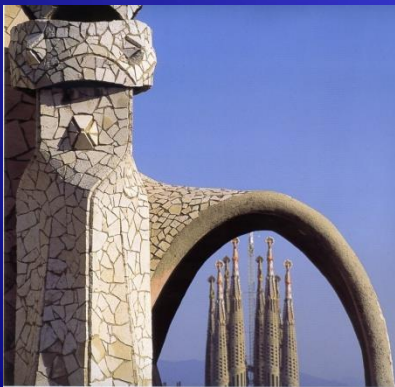
Sistemas Verticales



Sistemas Verticales



Sistemas Verticales



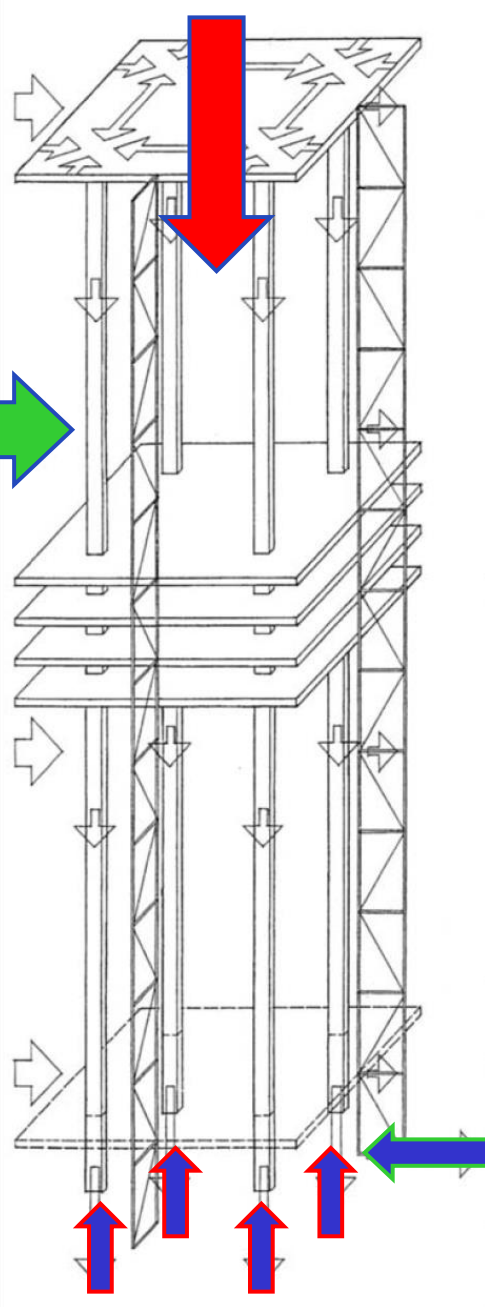
Sistemas Verticales



Sistemas Verticales

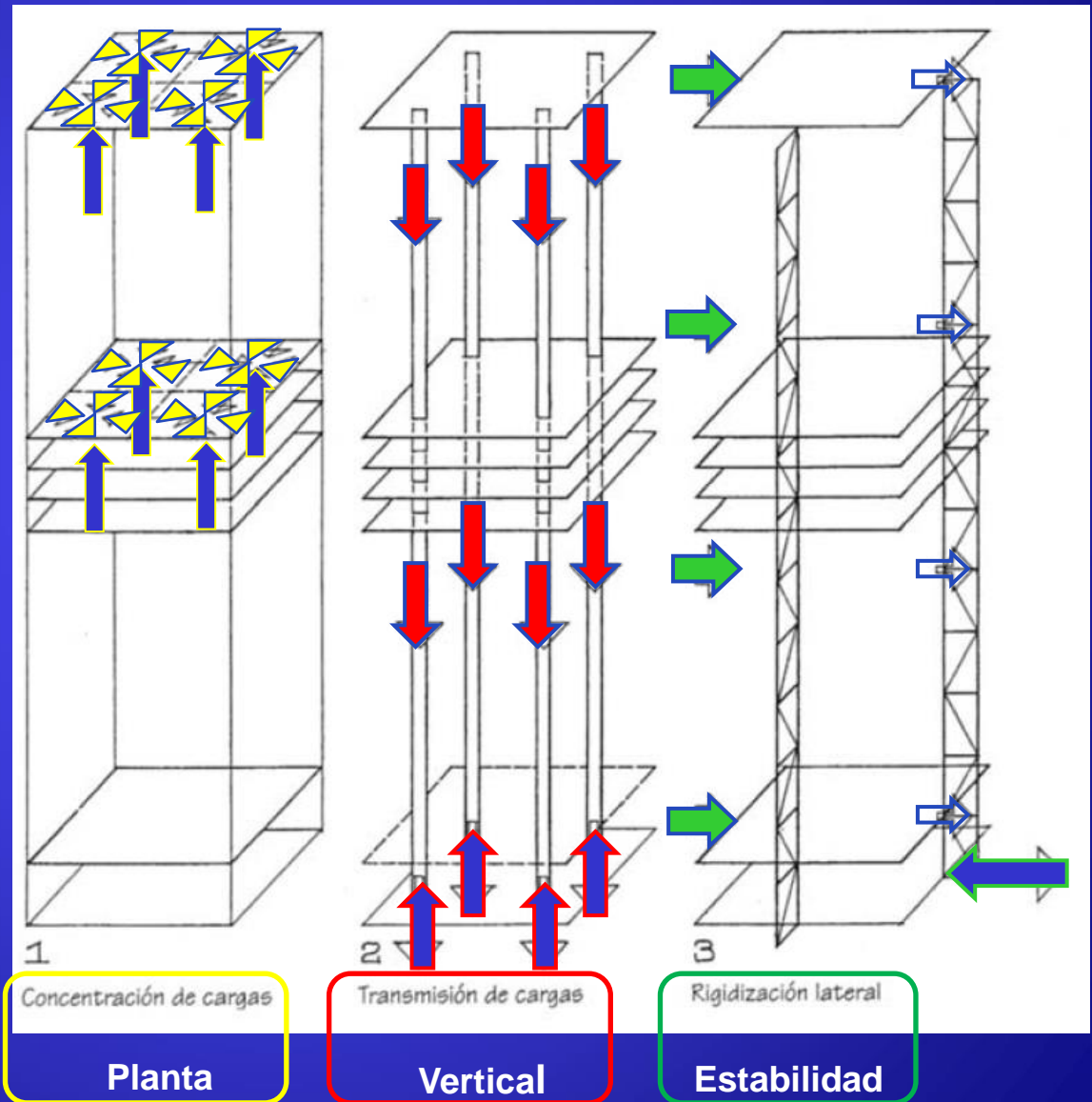
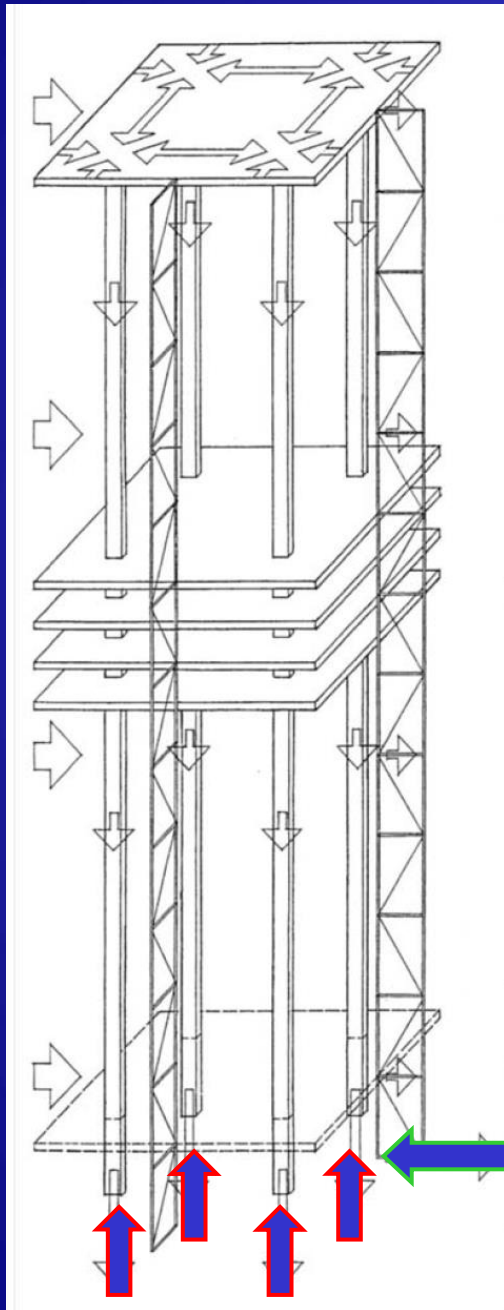


Transmisión de acciones



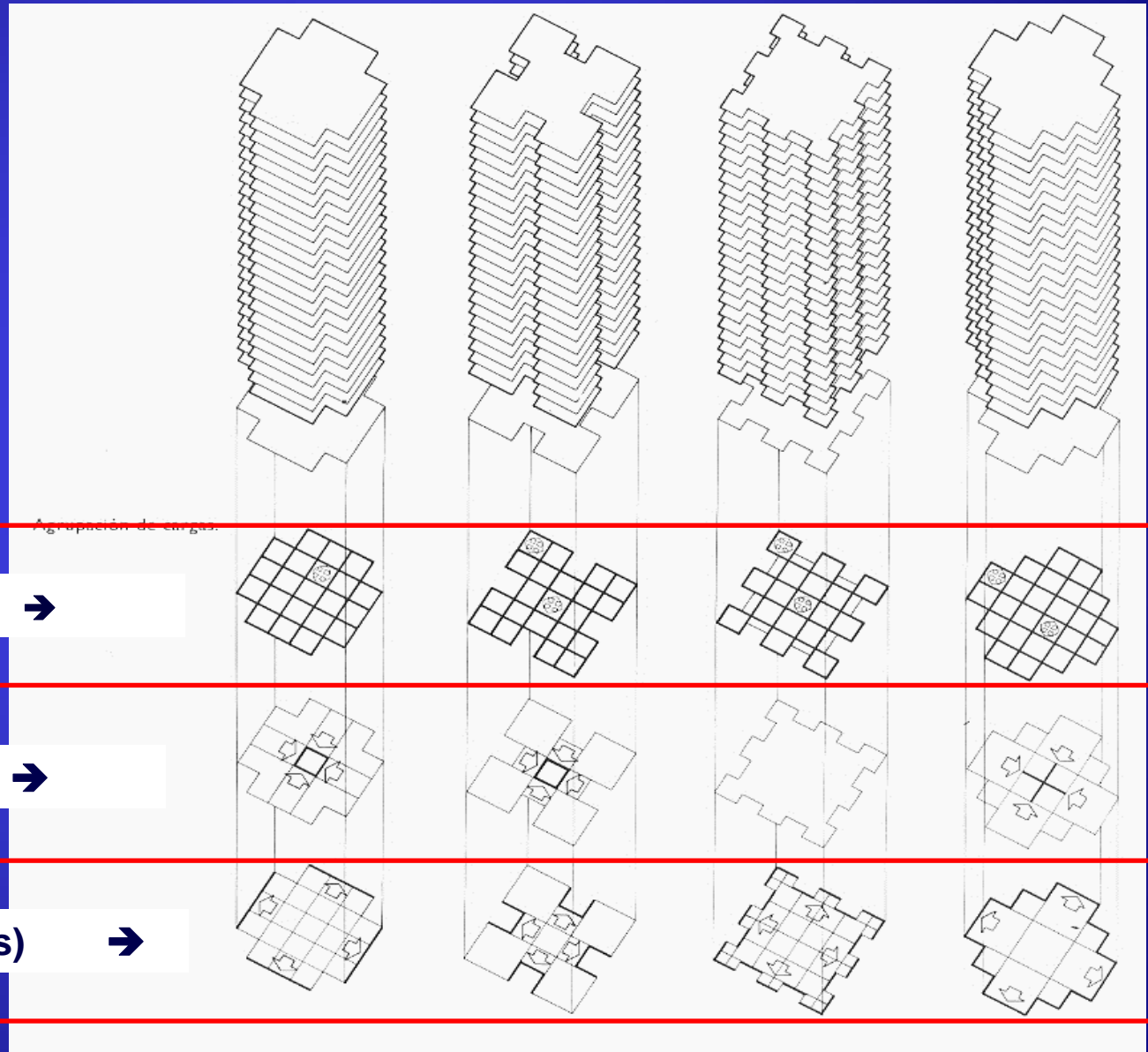
- Transmisión en planta
- Transmisión en altura (vertical)
- Estabilidad lateral

Transmisión de acciones



Transmisión en planta

Formas típicas de torres desarrolladas a partir de plantas cuadradas



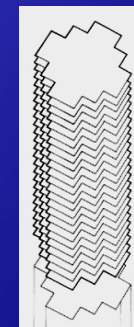
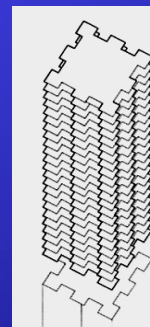
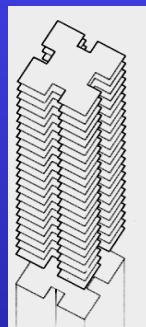
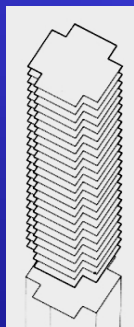
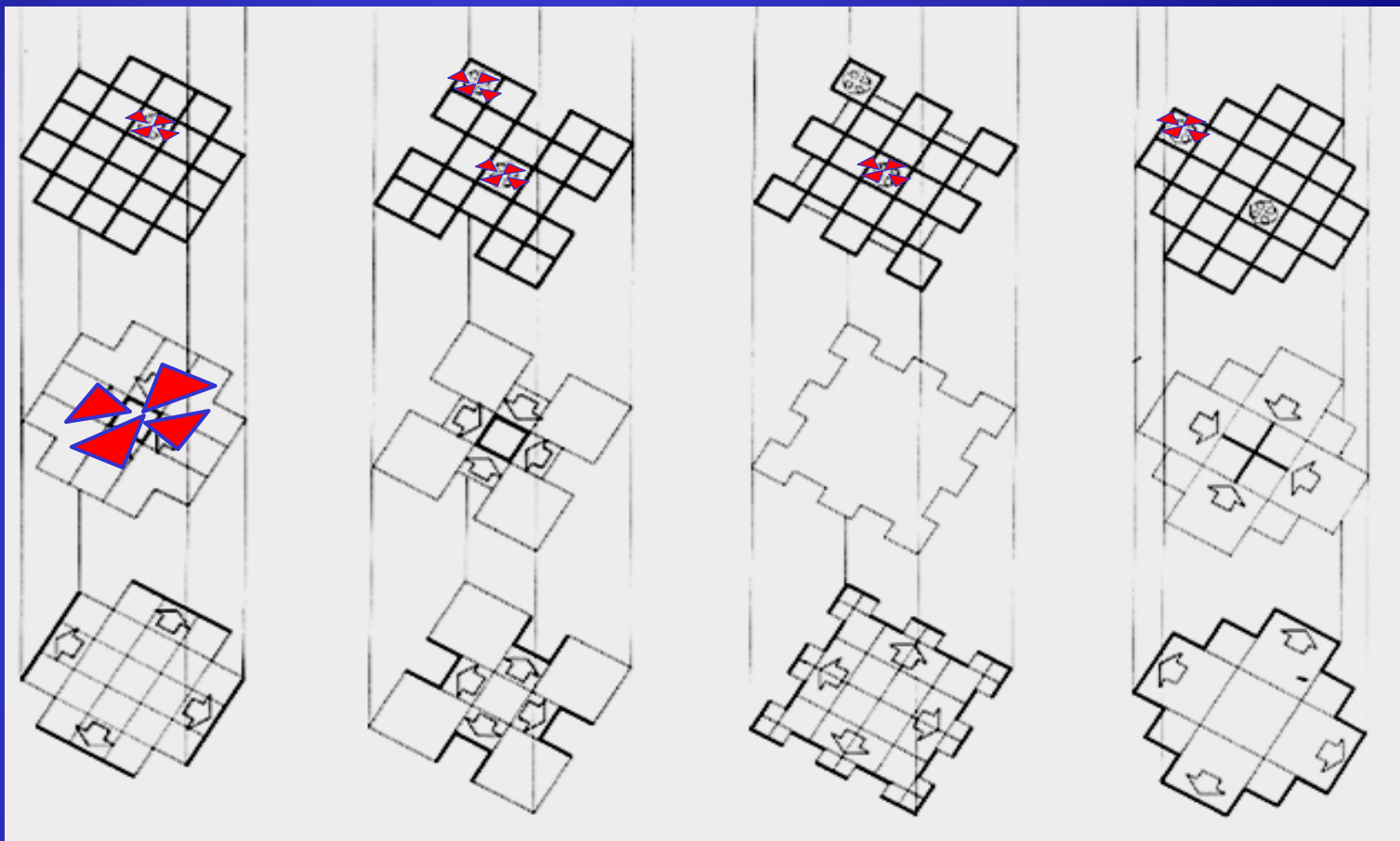
Ver detalle

Transmisión en planta

Retícula
(trama)

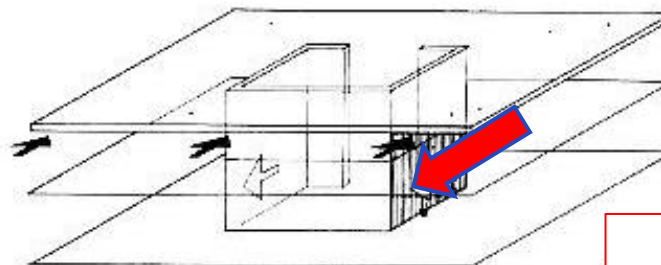
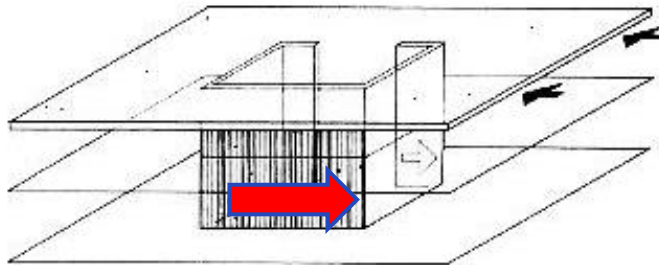
Núcleo
(voladizo)

Perimetral
(luces libres)

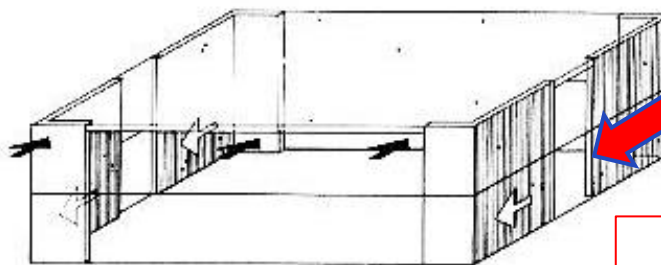
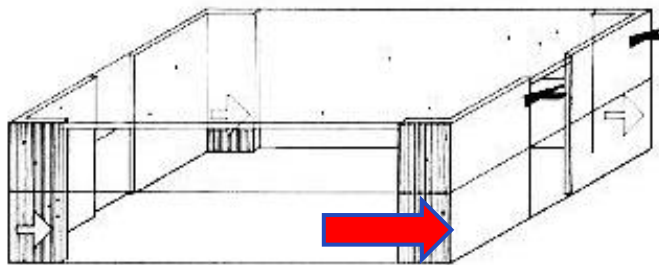


Sistemas Verticales

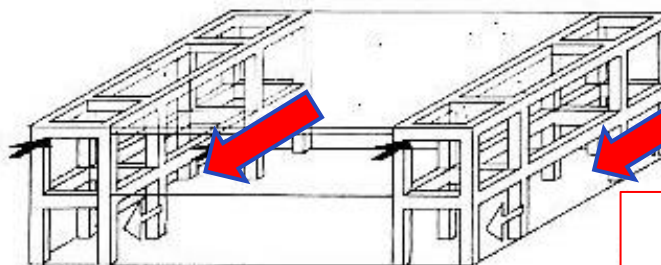
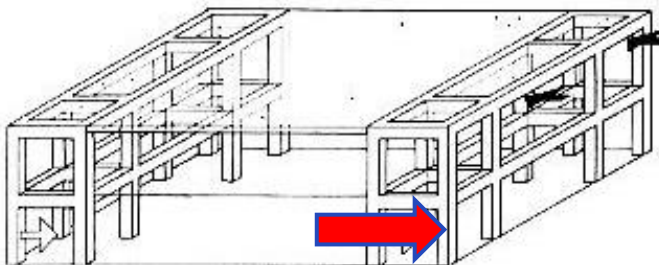
Transmisión de acciones en planta



Sistema
nuclear



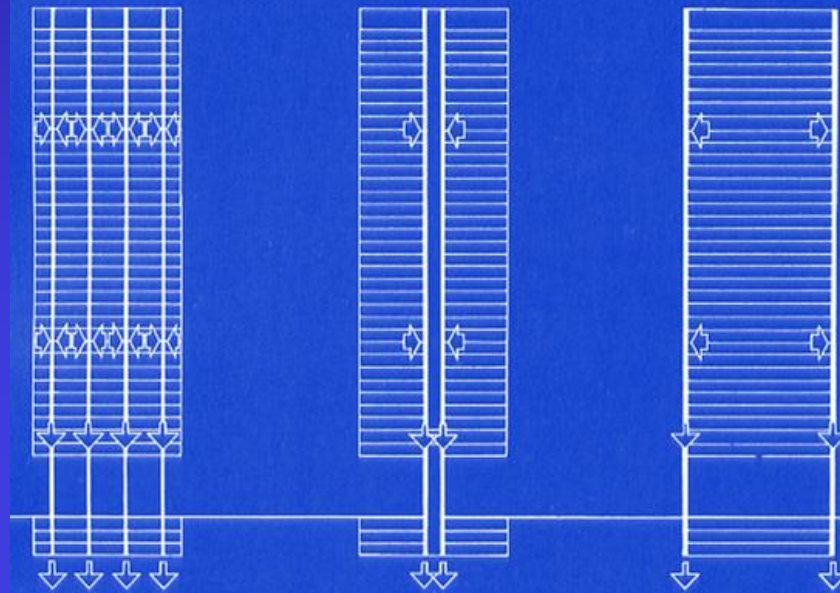
Sistema
perimetral



Sistema
perimetral

Transmisión en altura (vertical)

Transmisión vertical
directa de acciones
gravitatorias



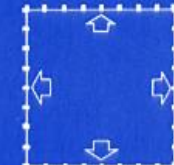
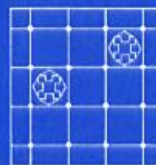
Retícula

Núcleo

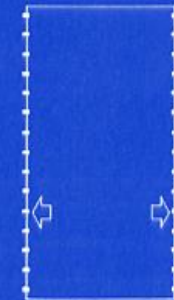
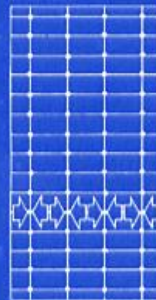
Perimetral

En Vista

Dos
Direcciones



Una
Dirección



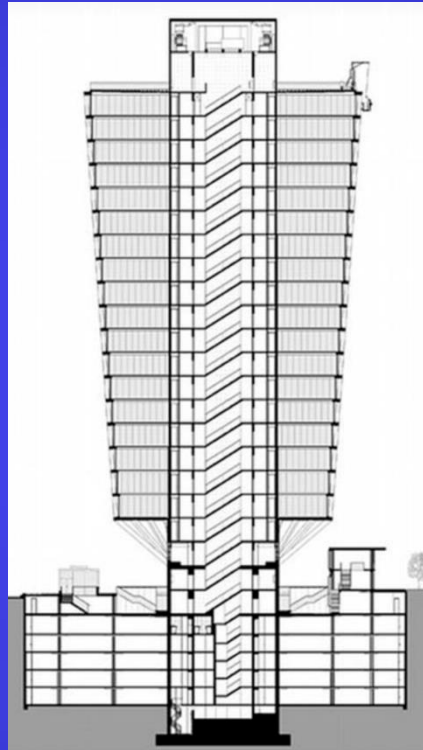
En Planta

Transmisión vertical **directa**
de acciones gravitatorias

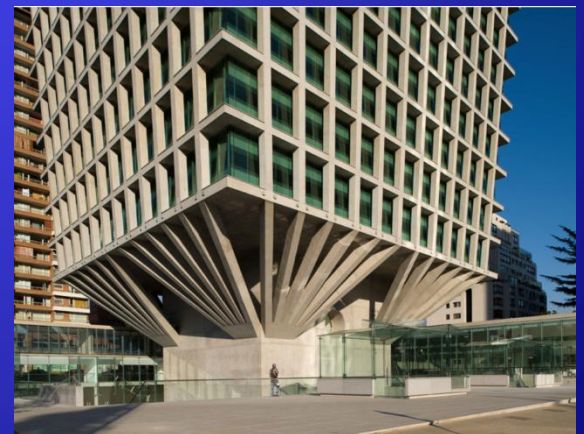


Edificio IBM
CABA

Sistema en
planta **Central**

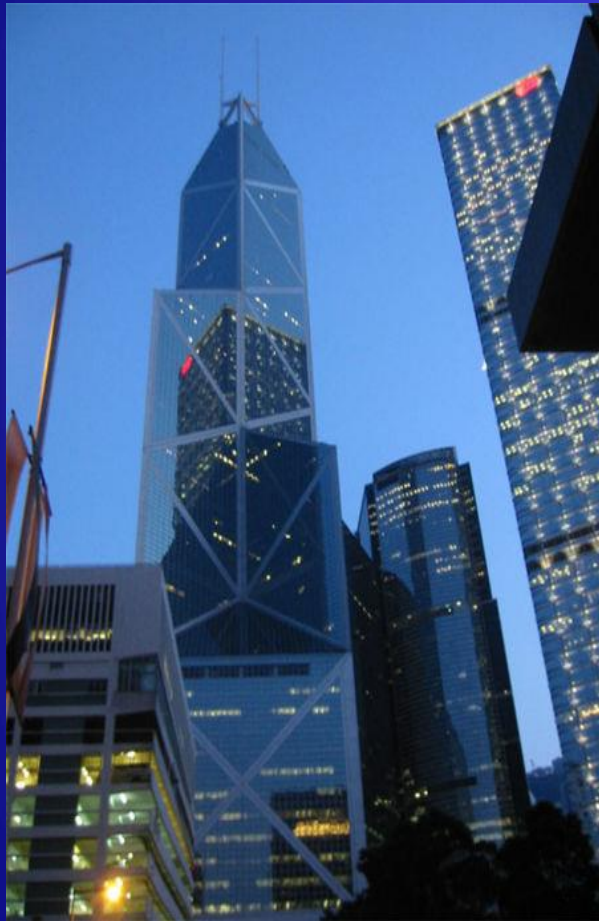


Edificio Cruz del Sur
Chile



Transmisión vertical **directa** de acciones gravitatorias

Sistema en planta **Retícula**



Banco de China



Turning Torso



Hancock Center



Scala Work

Sistema en planta Retícula

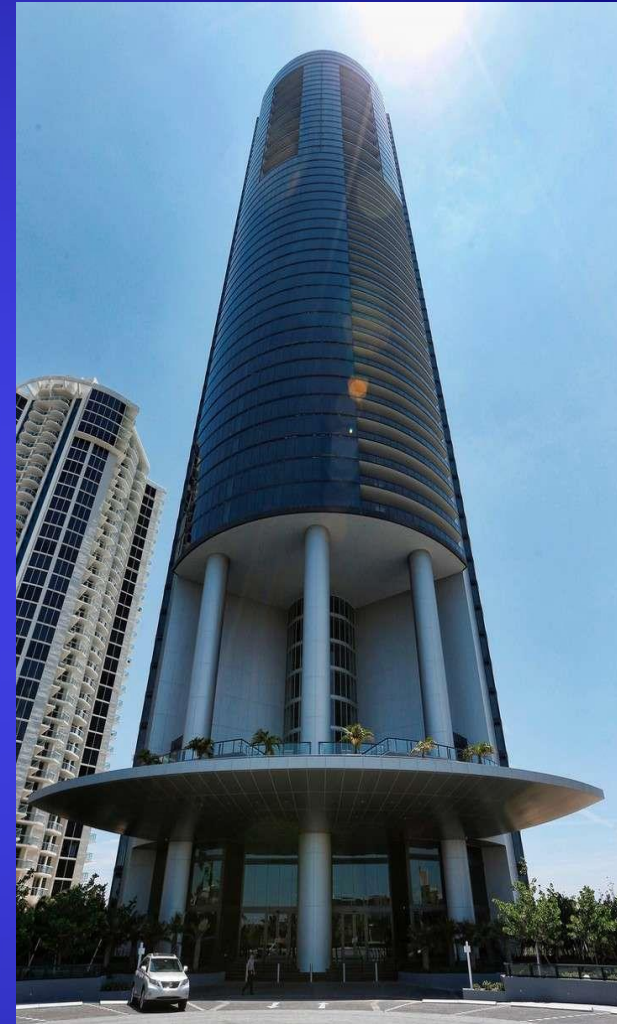
Transmisión vertical
directa de acciones
gravitatorias



Edificio Petrobras



Edificio Gaia - Quito

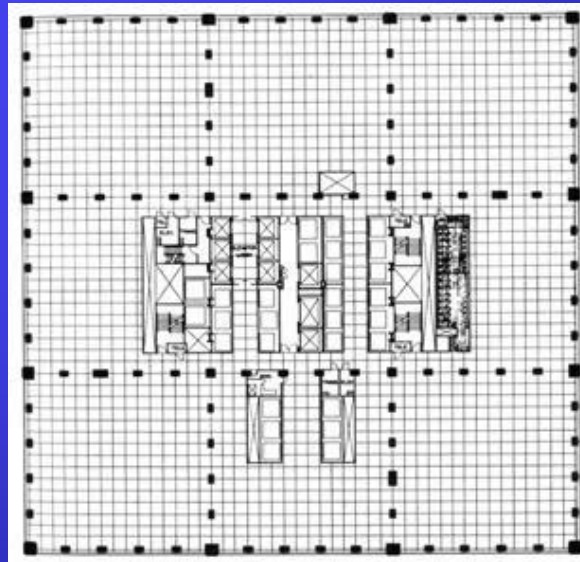
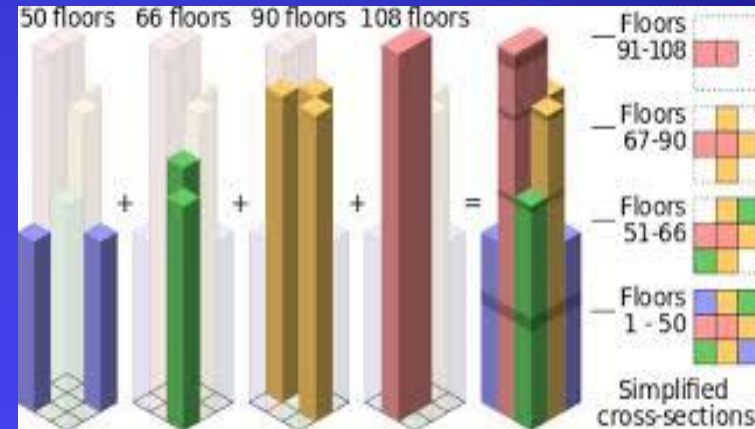


Porsche - Miami

Transmisión vertical **directa** de acciones gravitatorias



Sistema en planta **Perimetral**



Torre Sears

Transmisión vertical **directa** de acciones gravitatorias

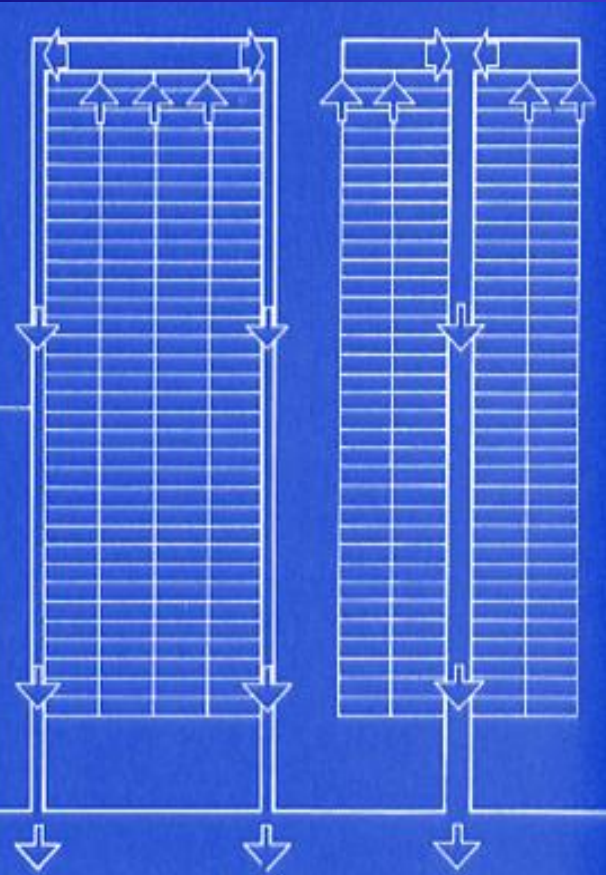
Sistema en planta
Perimetral



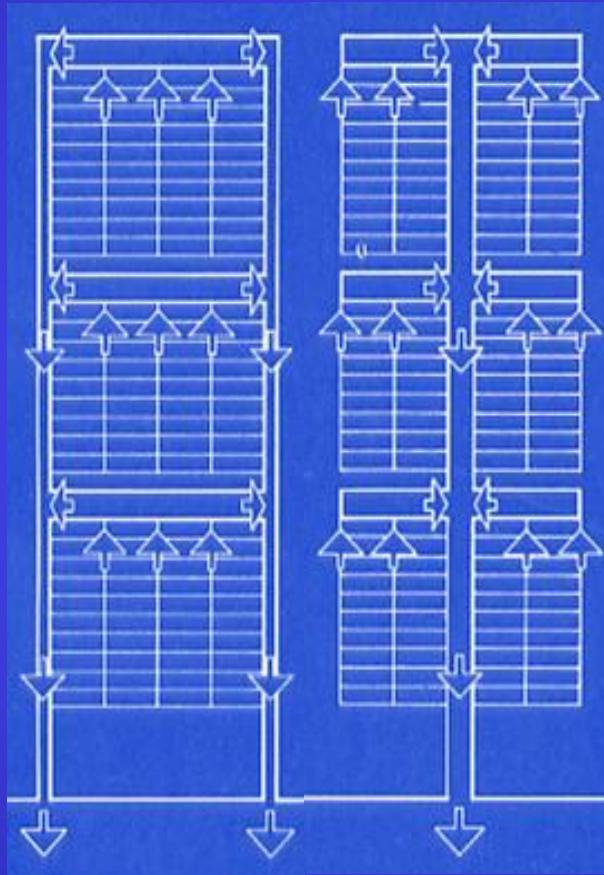
Museo Pompidou

Transmisión en altura (vertical)

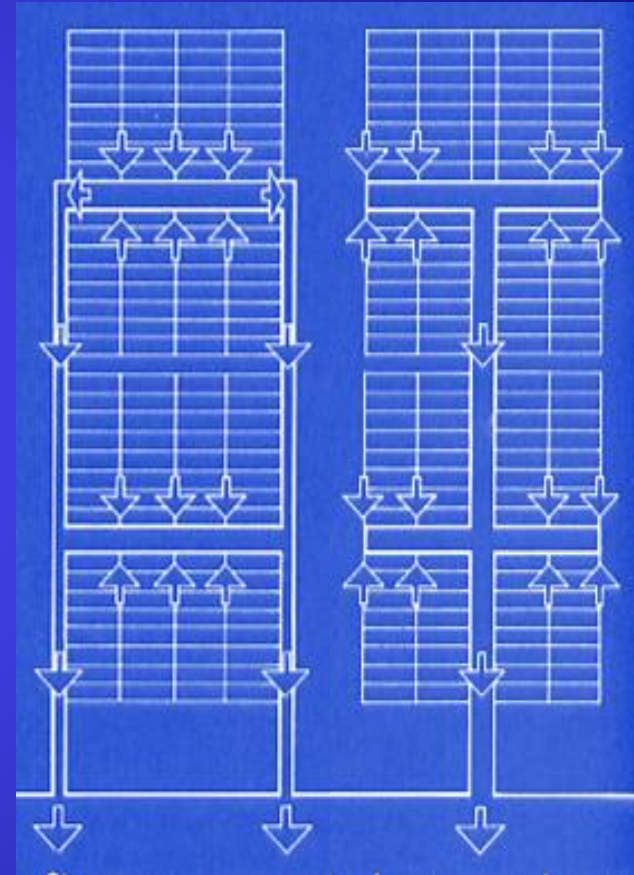
Transmisión vertical **indirecta**
de acciones gravitatorias



Transmisión por tensores
Sustentación continua



Transmisión por tensores
Sustentación por vigas



Transmisión combinada
Sustentación por vigas

Transmisión en altura (vertical)

Transmisión vertical **indirecta** de acciones gravitatorias



Edificio BCI



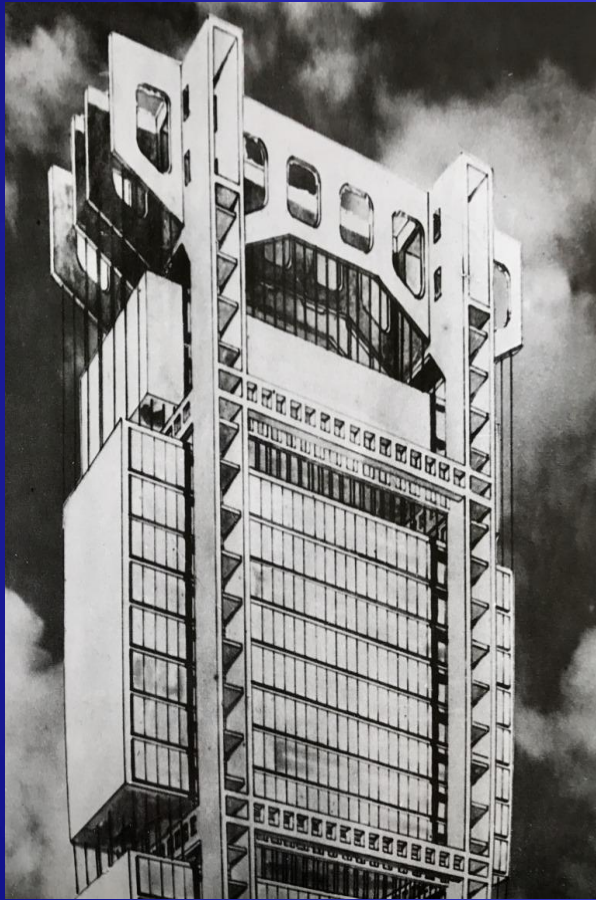
Edificio Pirelli



Mediateca TIC Barcelona

Transmisión en altura (vertical)

Transmisión vertical **indirecta** de acciones gravitatorias



Edificio. A. Williams



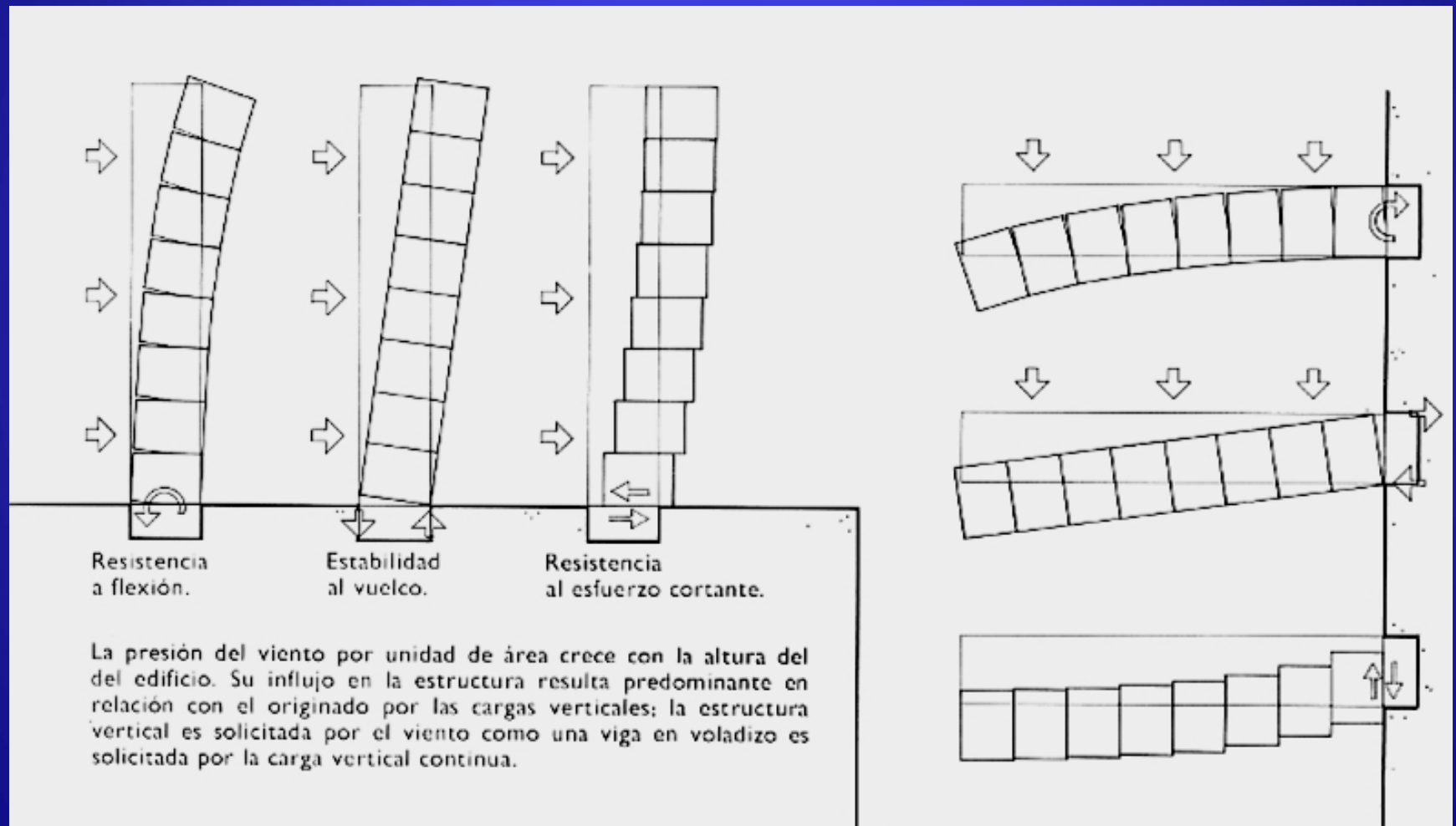
HSBC



Ex-Reserva Federal

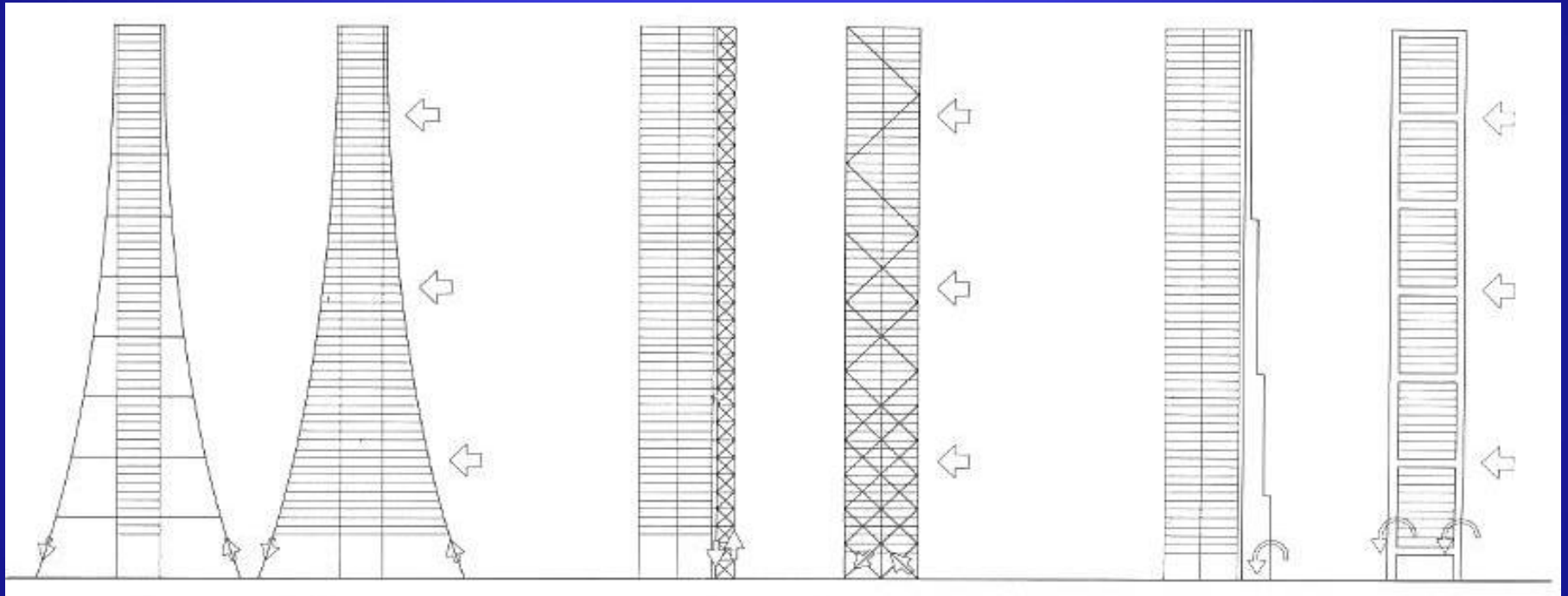
Estabilidad lateral (Acciones horizontales)

Esfuerzos para transmisión de acciones horizontales



Estabilidad lateral (Acciones horizontales)

Tipos Estructurales para Transmisión de acciones horizontales



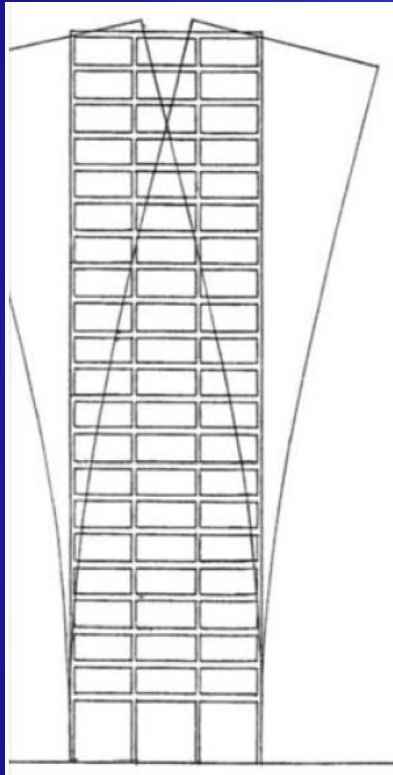
Tracción (cables)

Tracción + Compresión
(triangulaciones)

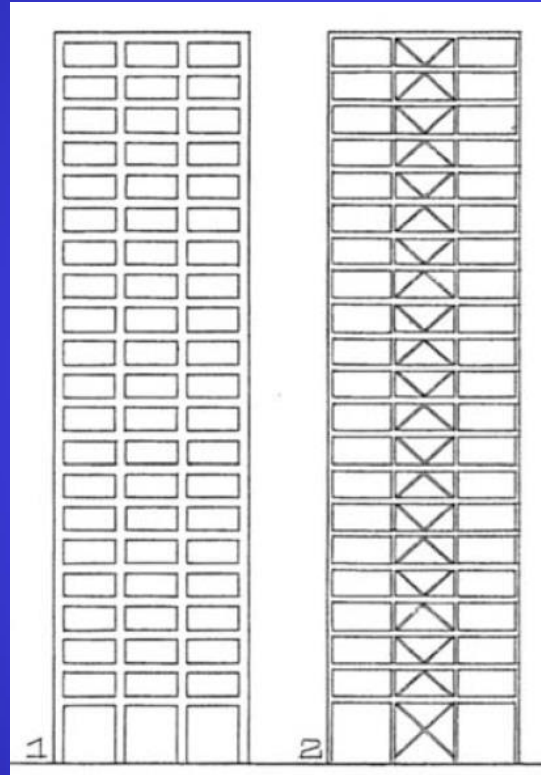
Flexión (pórticos, muros)

Estabilidad lateral (Acciones horizontales)

Tipos Estructurales para Transmisión de acciones horizontales

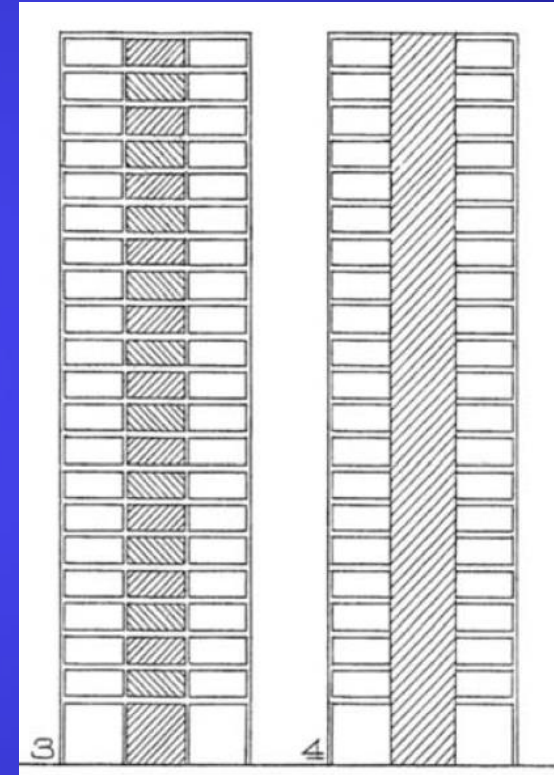


Deformación



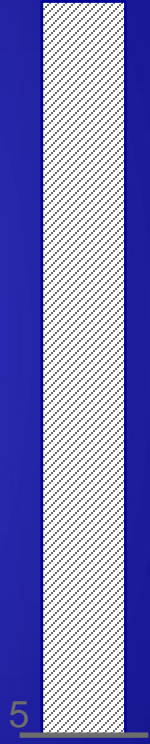
Flexión
(pórtico)

Tracción +
Compresión
(triangulación)



Flexión +
Compresión
(pórtico relleno)

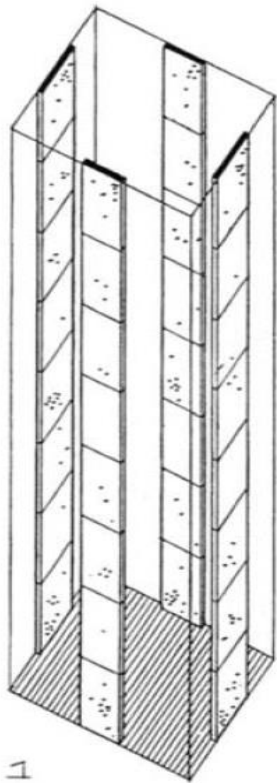
Flexión
(Dual)



Flexión
(tabique)

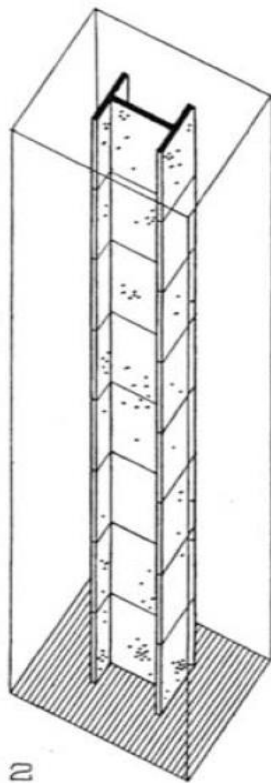
Sistemas Verticales

Tipos Estructurales para **Transmisión**
de acciones horizontales: Muros



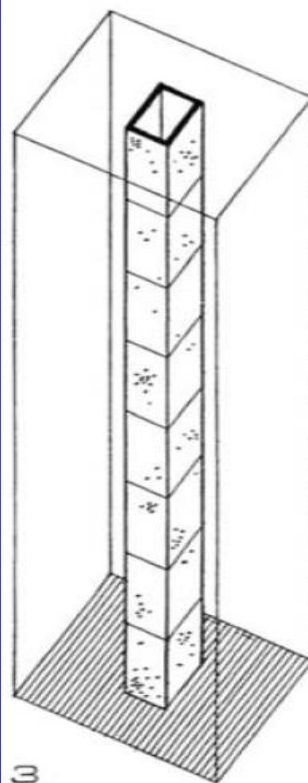
1

Paredes exteriores resistentes a cortante



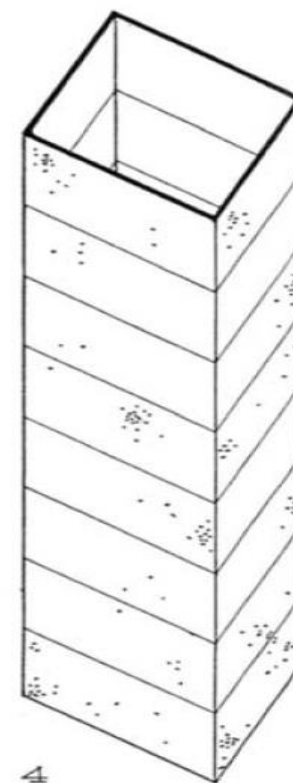
2

Paredes interiores resistentes



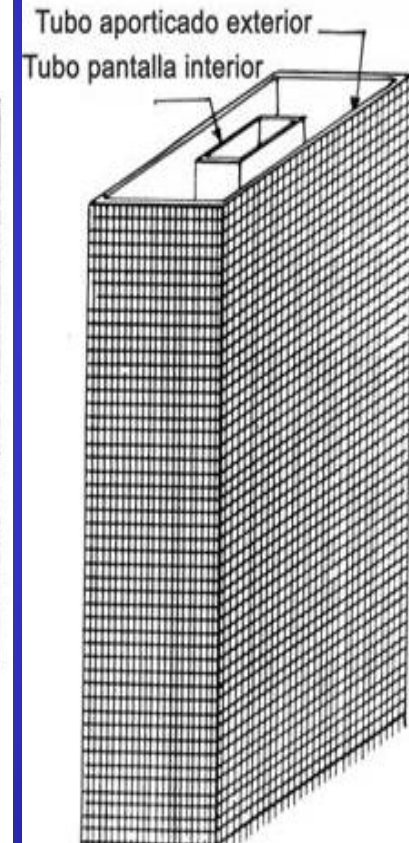
3

Núcleo (cerrado)



4

Tubo



Muros perimetrales

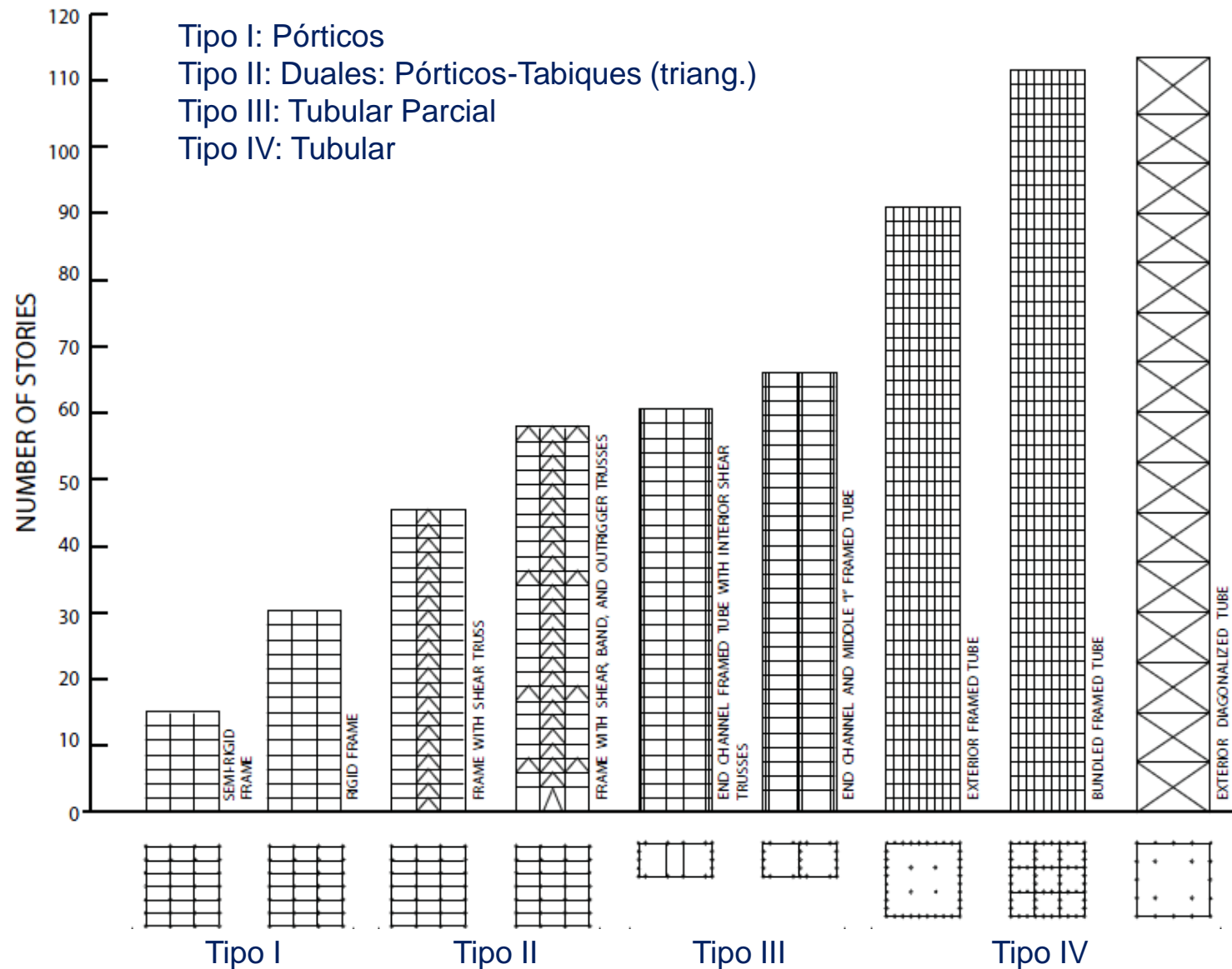
Núcleo abierto

Núcleo cerrado

Tubo Simple

Tubo en tubo

MEGAESTRUCTURAS

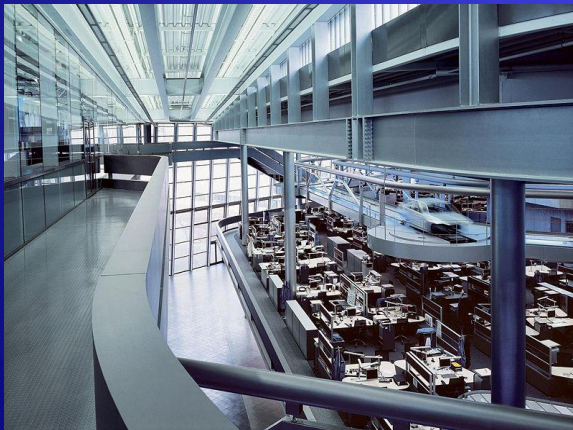
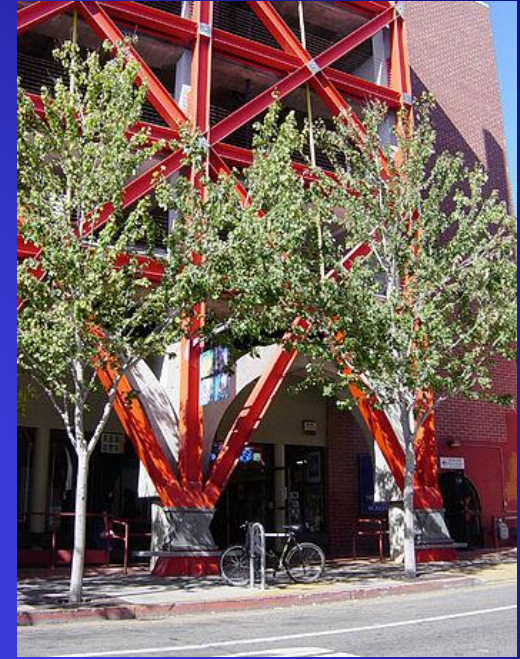
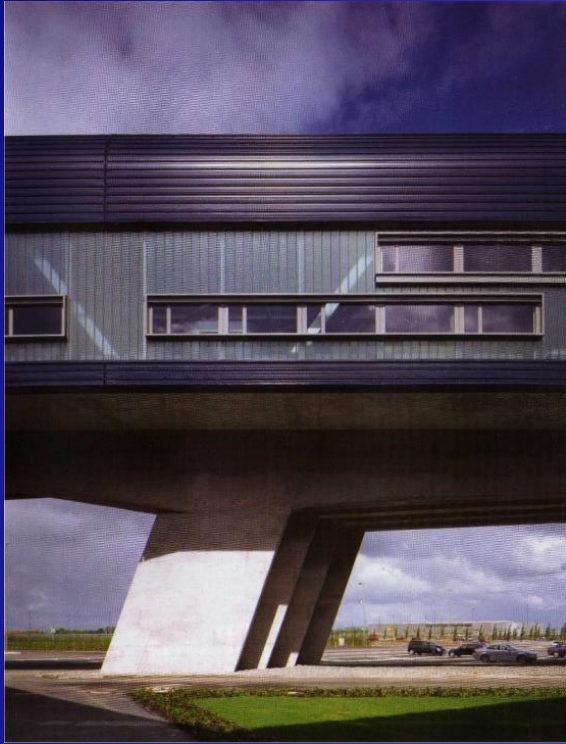


TRANSICIONES Y MEGAESTRUCTURAS

TRANSICIONES



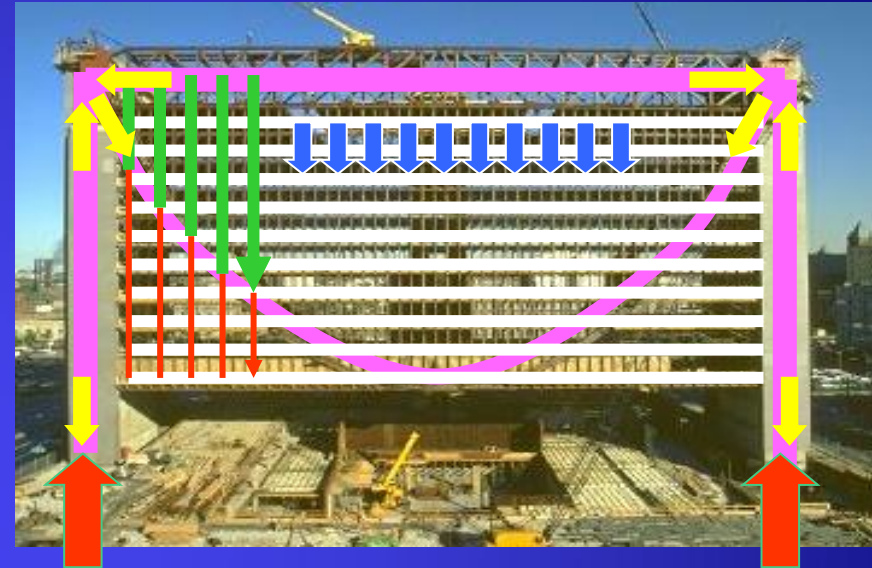
TRANSICIONES



MEGAESTRUCTURAS Y TRANSICIONES



MEGAESTRUCTURAS Y TRANSICIONES



LIVERPOOL St. STATION - LONDRES

MEGAESTRUCTURAS Y TRANSICIONES

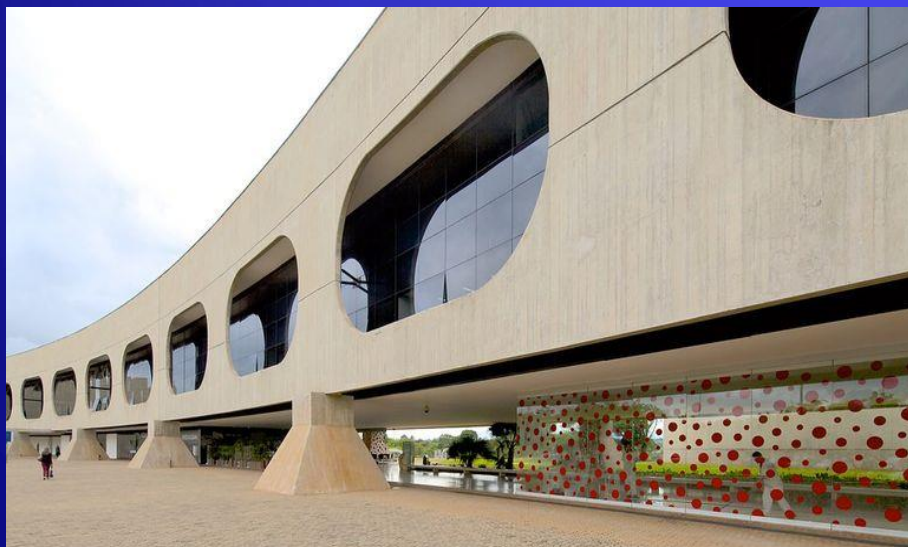


**Museo de la Memoria.
Santiago de Chile**

MEGAESTRUCTURAS Y TRANSICIONES



Hospital Sarah. Brasil (arq. "Lelé" Filgueras)



Vigas Vierendeel

MEGAESTRUCTURAS Y TRANSICIONES



Vigas postesadas



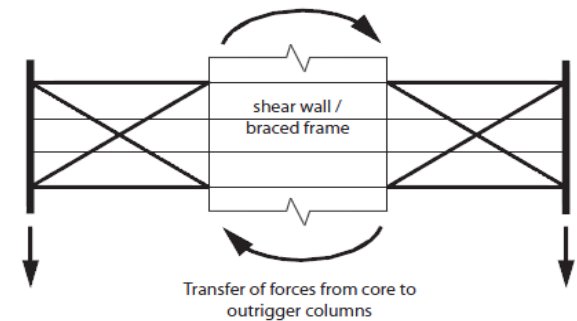
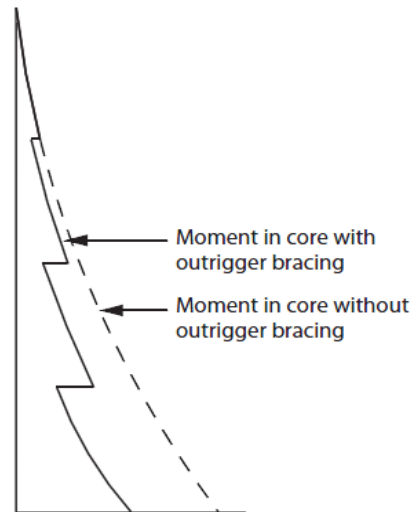
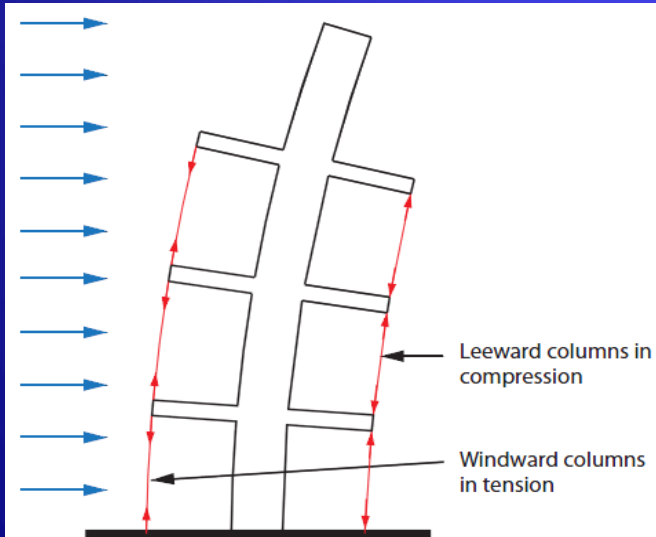
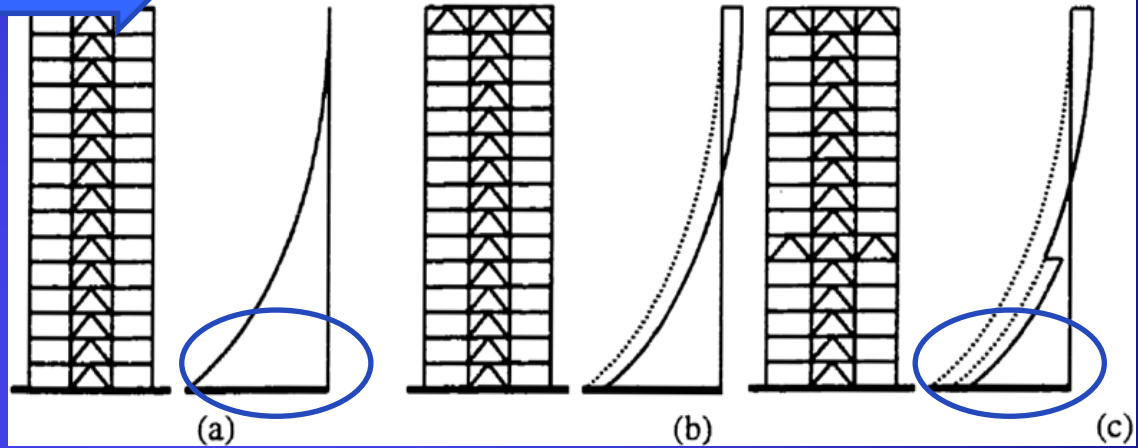
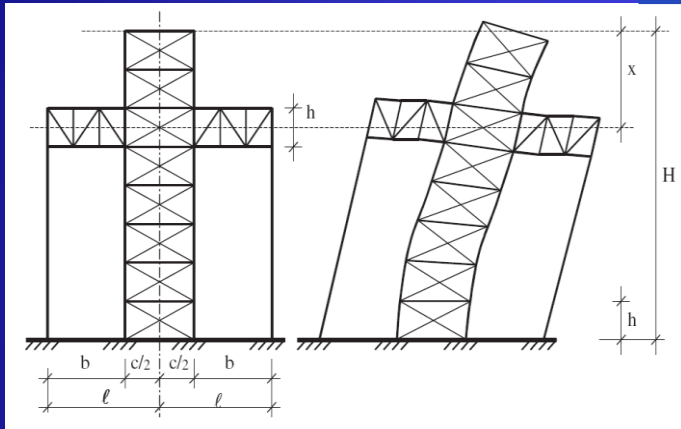
**CEMAFE
Santa Fe**



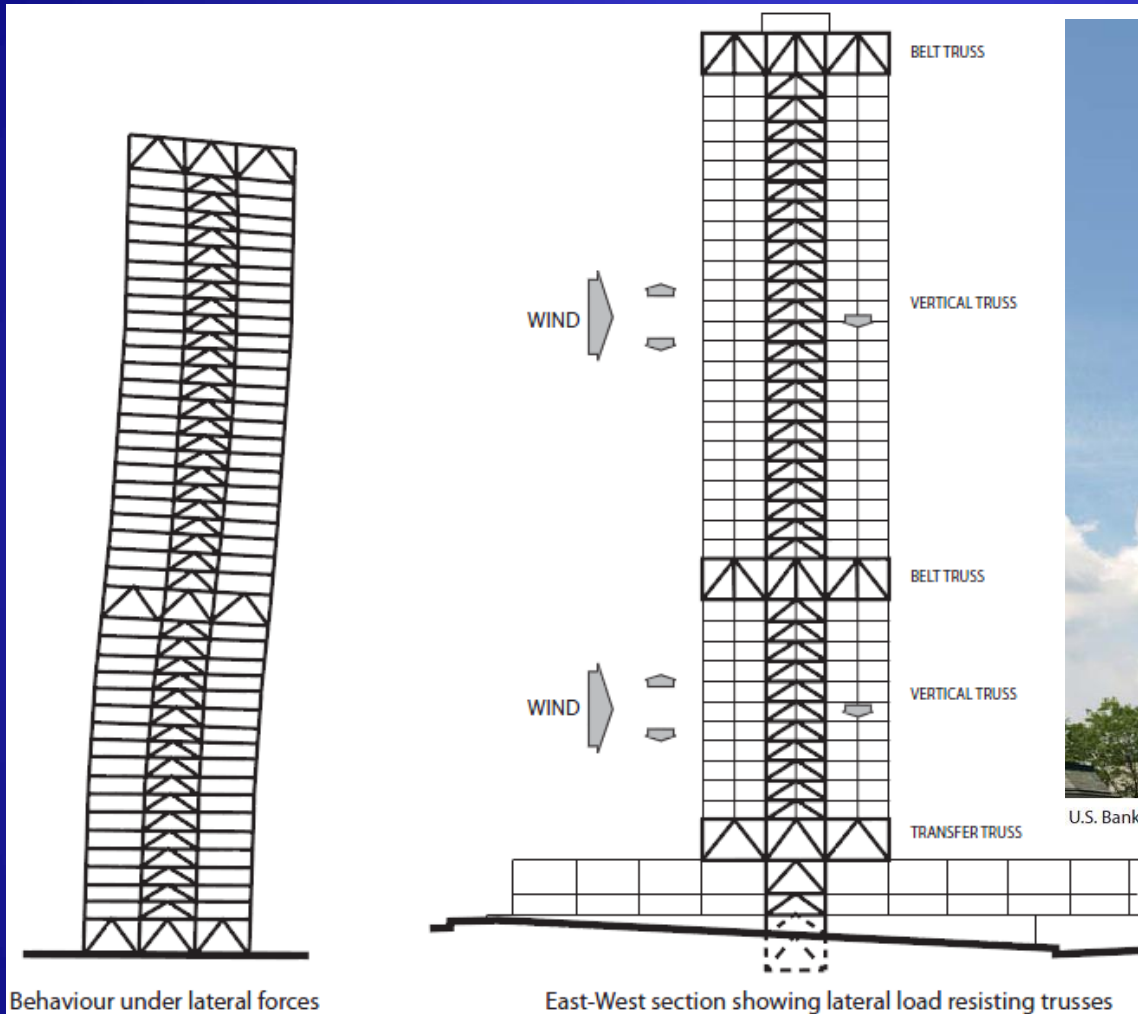


MEGAESTRUCTURAS

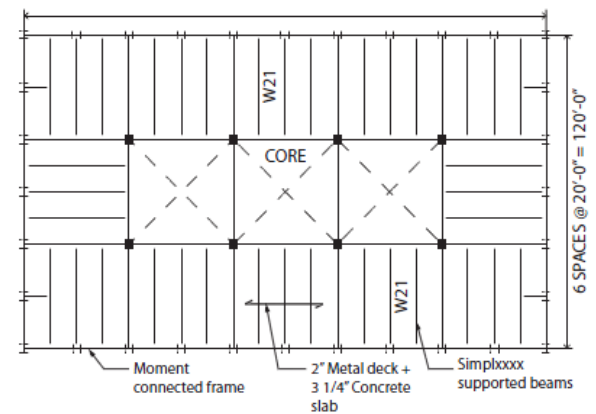
Estabilidad con tensores (outrigger)



MEGAESTRUCTURAS



U.S. Bank Center, Wisconsin. © Marshall Gerometta/CTBUH



TRIANGULACIONES Y DENSIFICACIÓN DE COMPONENTES



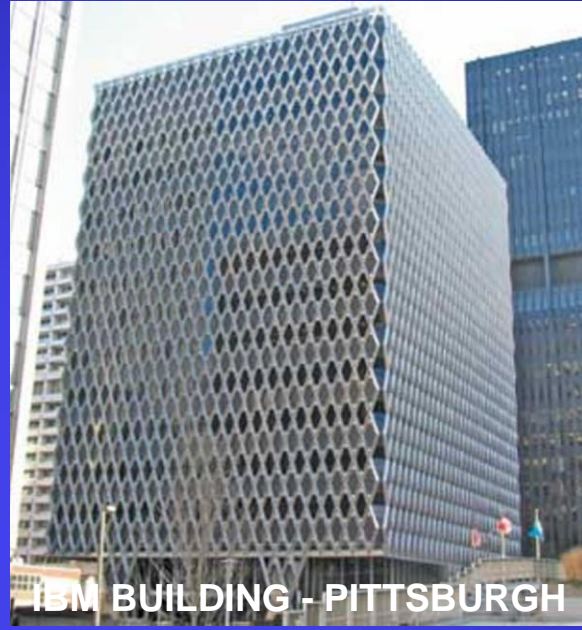
TRIANGULACIONES Y PÓRTICOS



HOTEL ARTS-SOM



TURNING TORSO –
MÁLMO - CALATRAVA



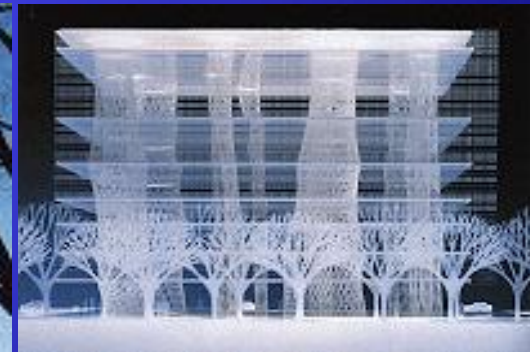
IBM BUILDING - PITTSBURGH



HONG KONG BANK



THE BOW -
DALLAS

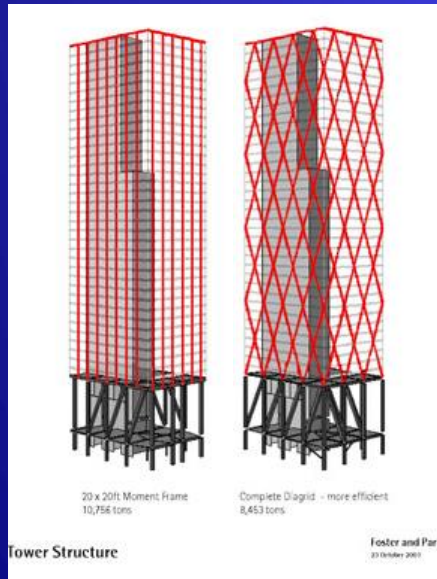


MEDIATECA DE
SENDAI – TOYO ITO

TRIANGULACIONES

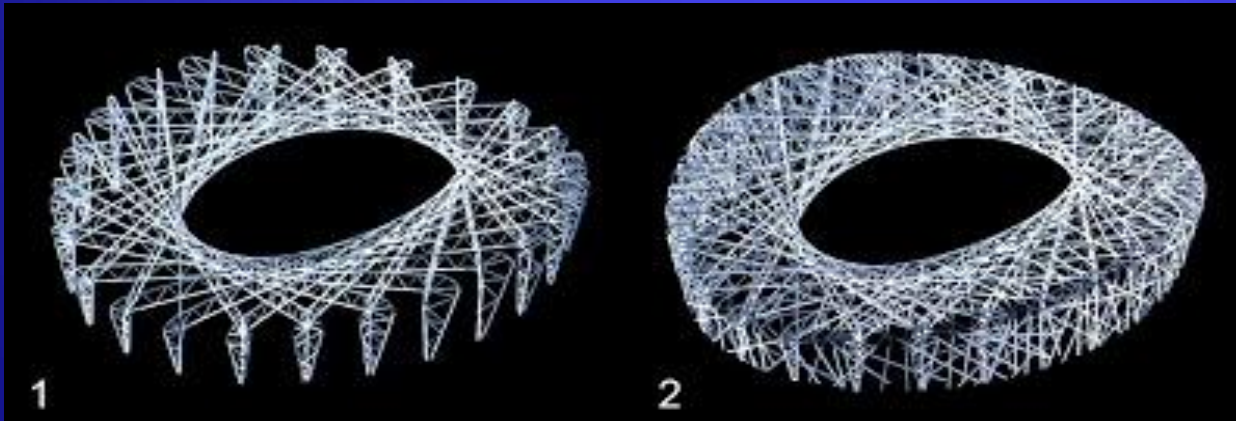


CCTV – TRIANGULACIONES NO UNIFORMES



HEARST TOWER – TRIANGULACIONES UNIFORMES

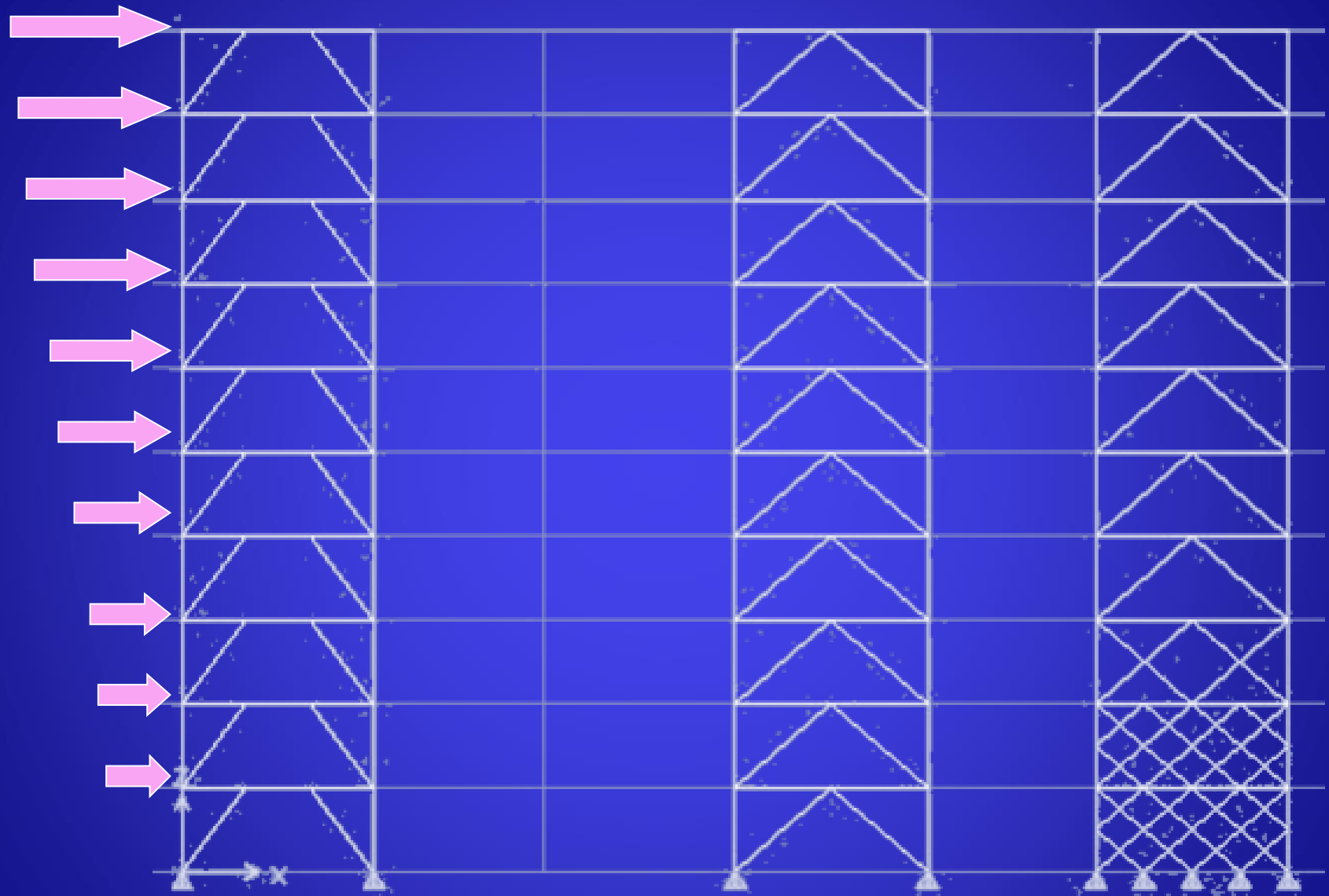
TRIANGULACIONES



- Sistema Triangulado **No Uniforme**.
- Estructura metálica.

ESTADIO EL NIDO. China

TRIANGULACIONES

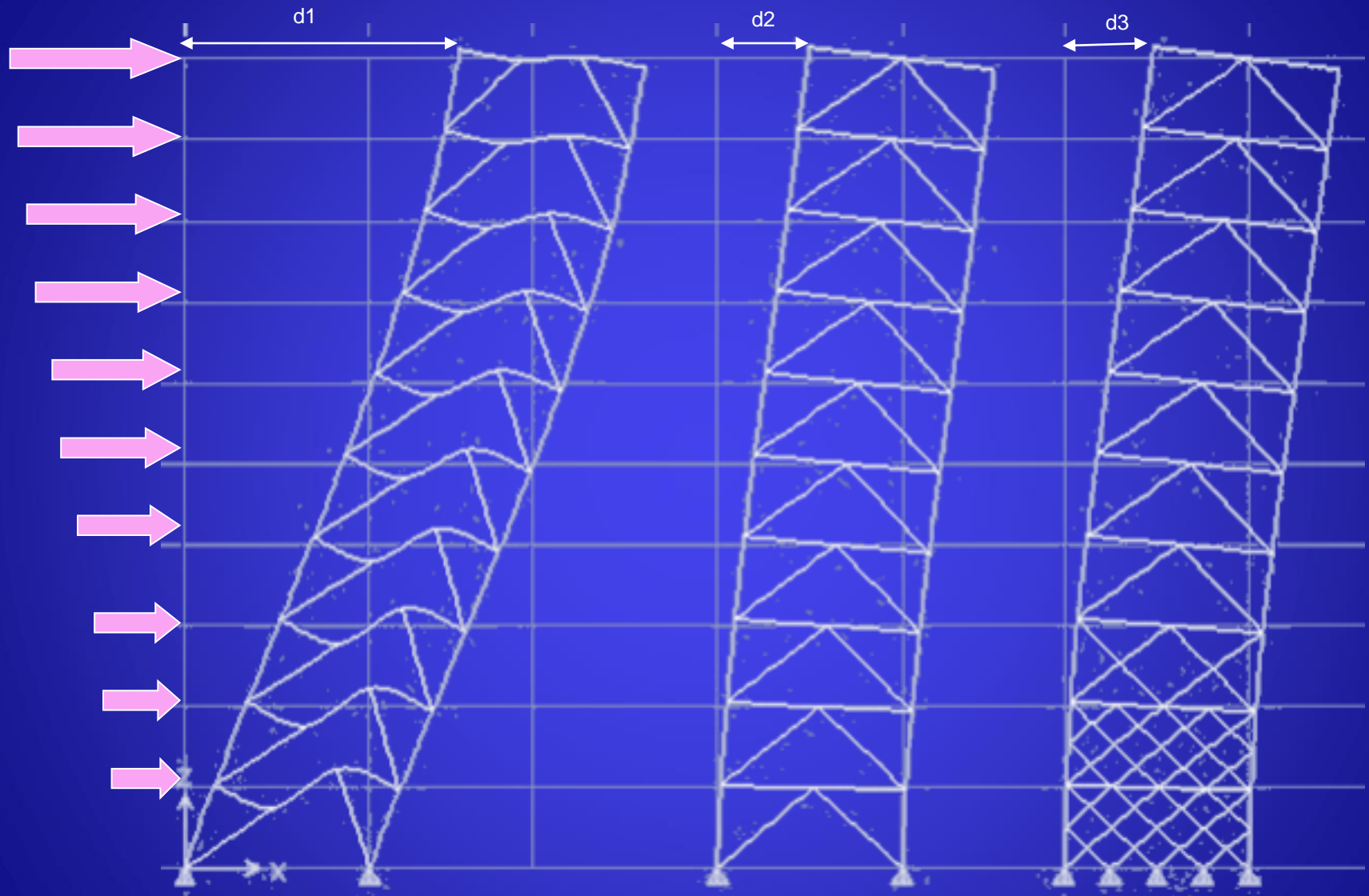


Excéntrica

Concéntrica (Uniforme)

**Concéntrica
(No Uniforme)**

TRIANGULACIONES (Deformadas)

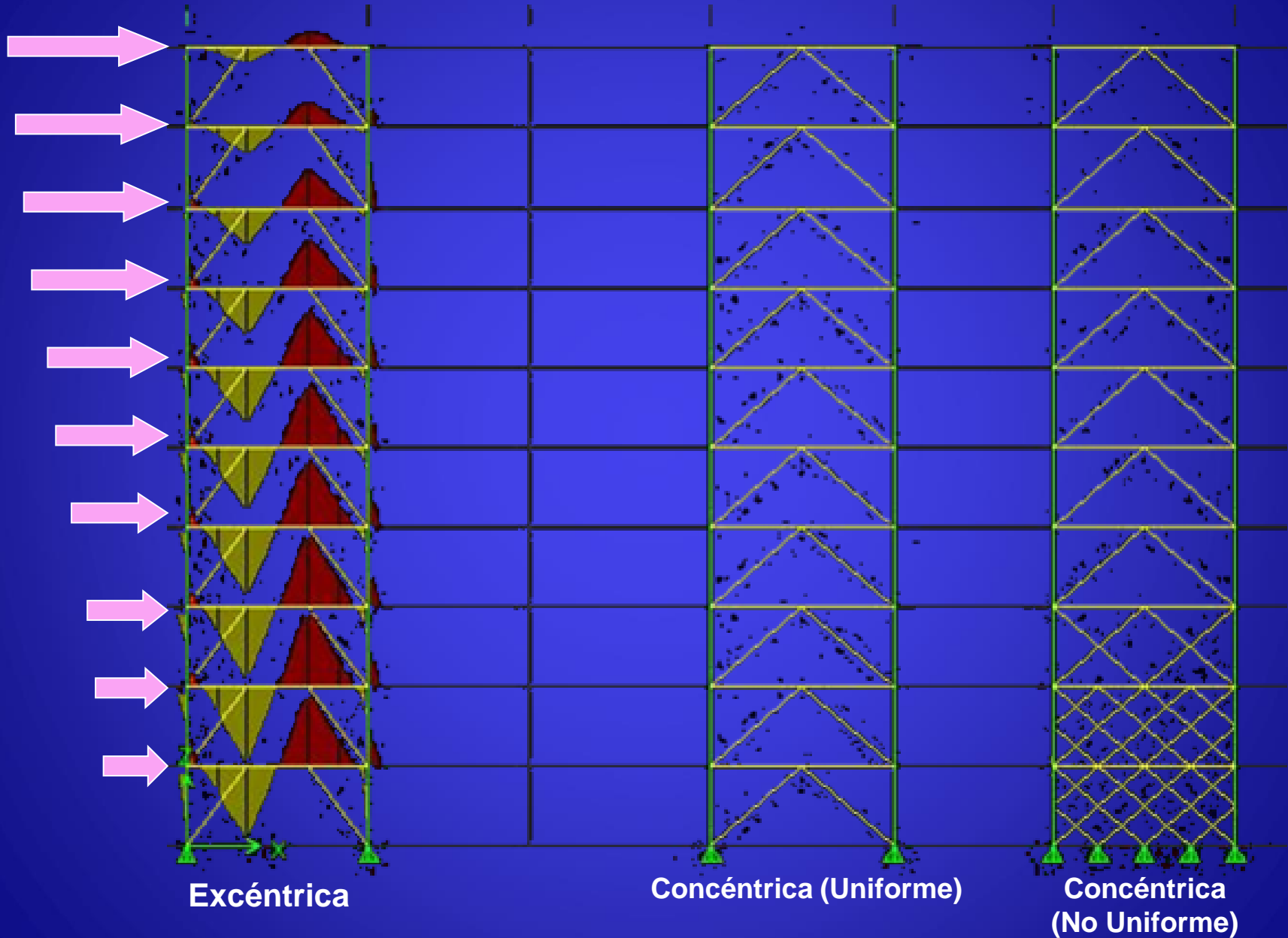


Excéntrica

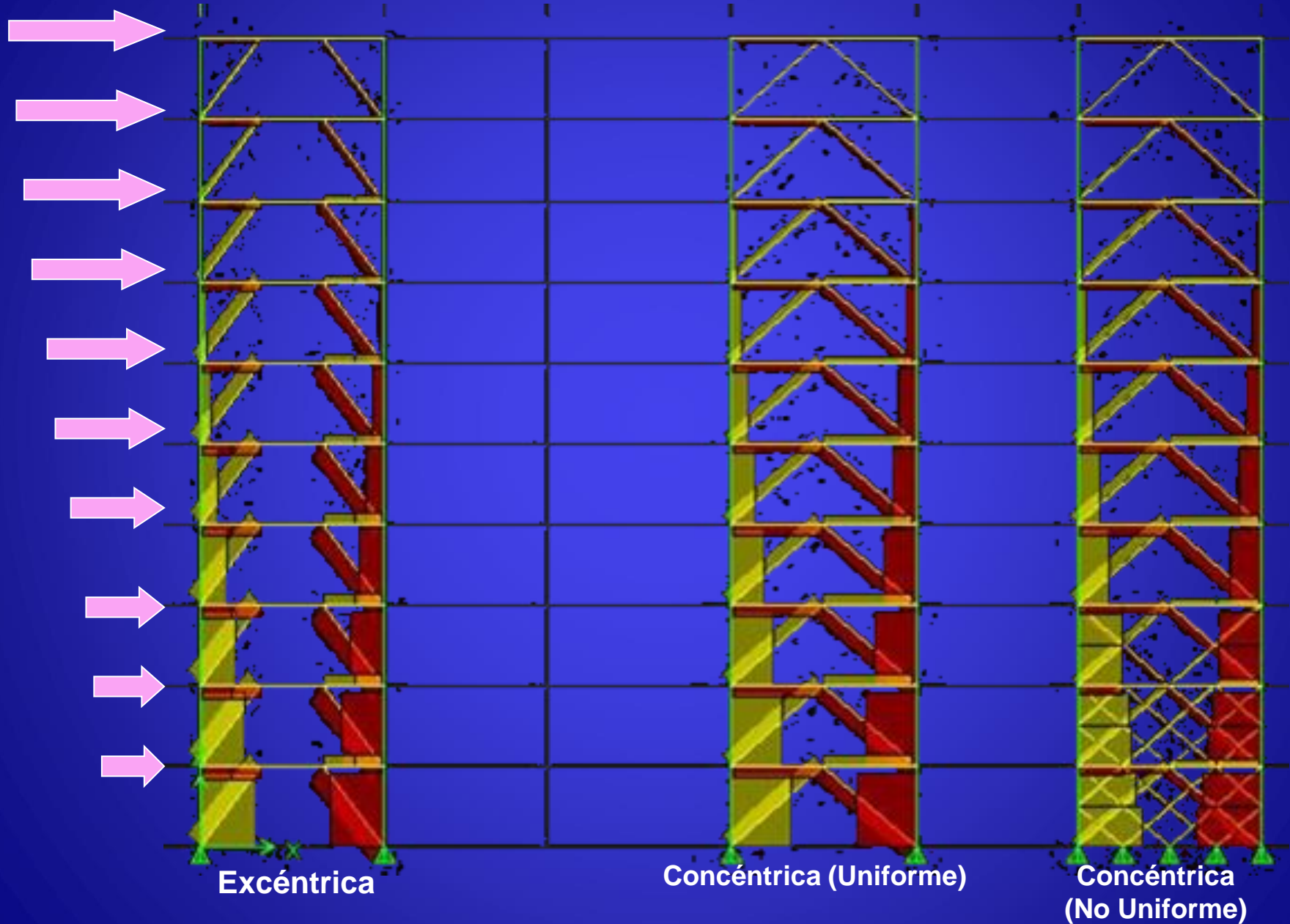
Concéntrica (Uniforme)

Concéntrica
(No Uniforme)

TRIANGULACIONES (Momentos)

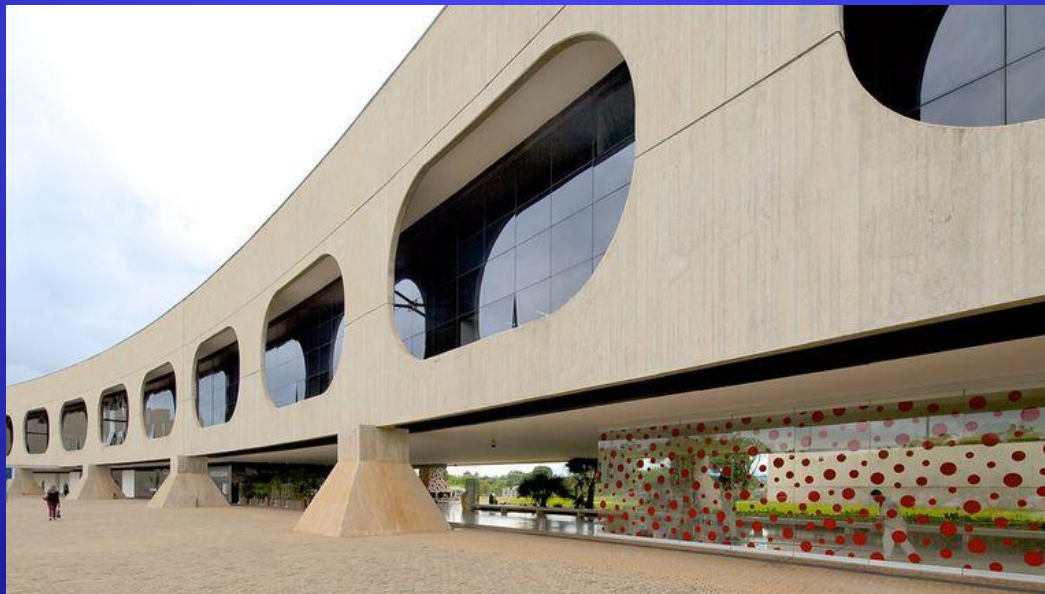


TRIANGULACIONES (Normales)

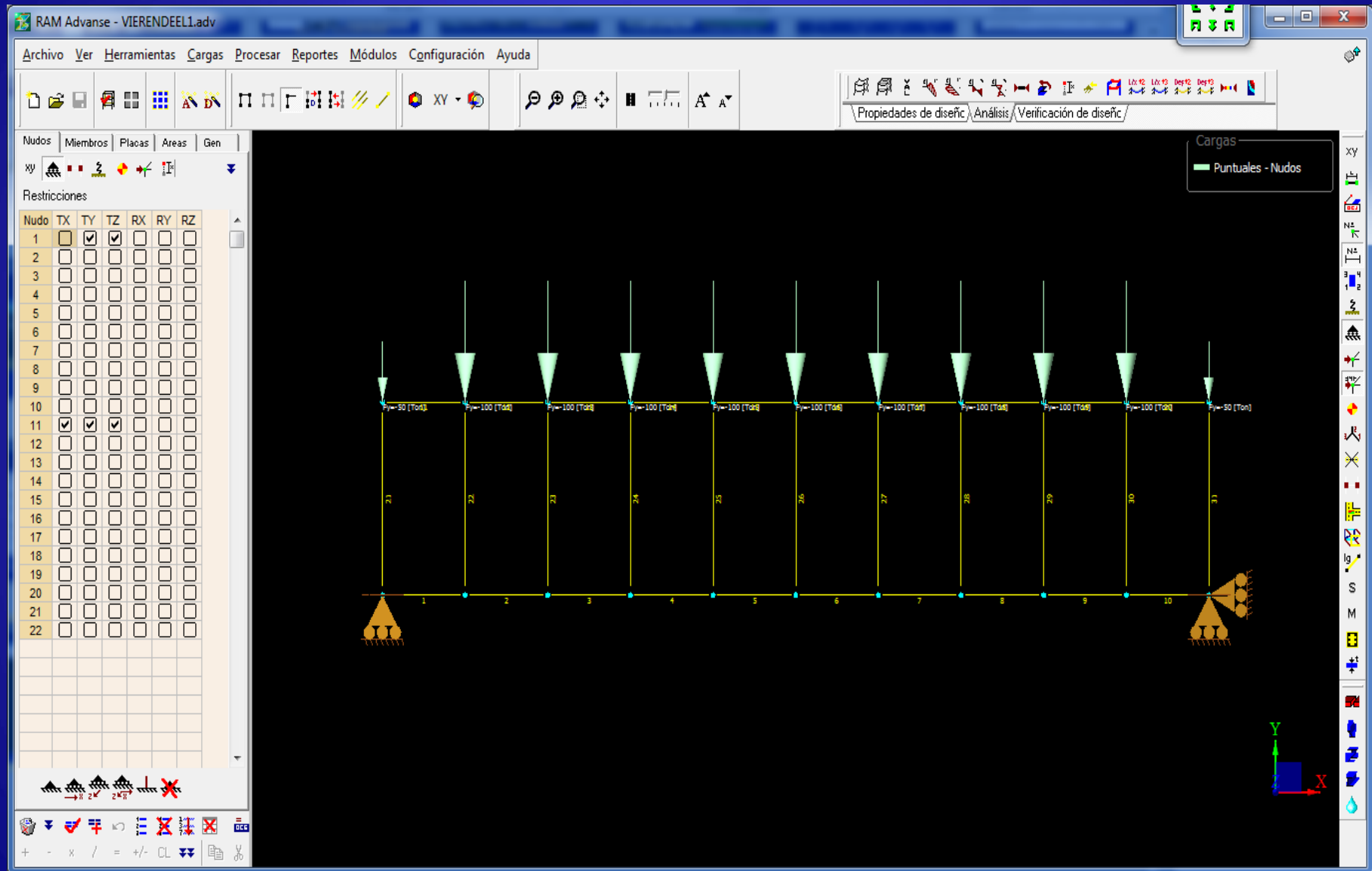


USO DE SOFTWARE

VIGAS RETICULADAS O VIGAS VIERENDEEL

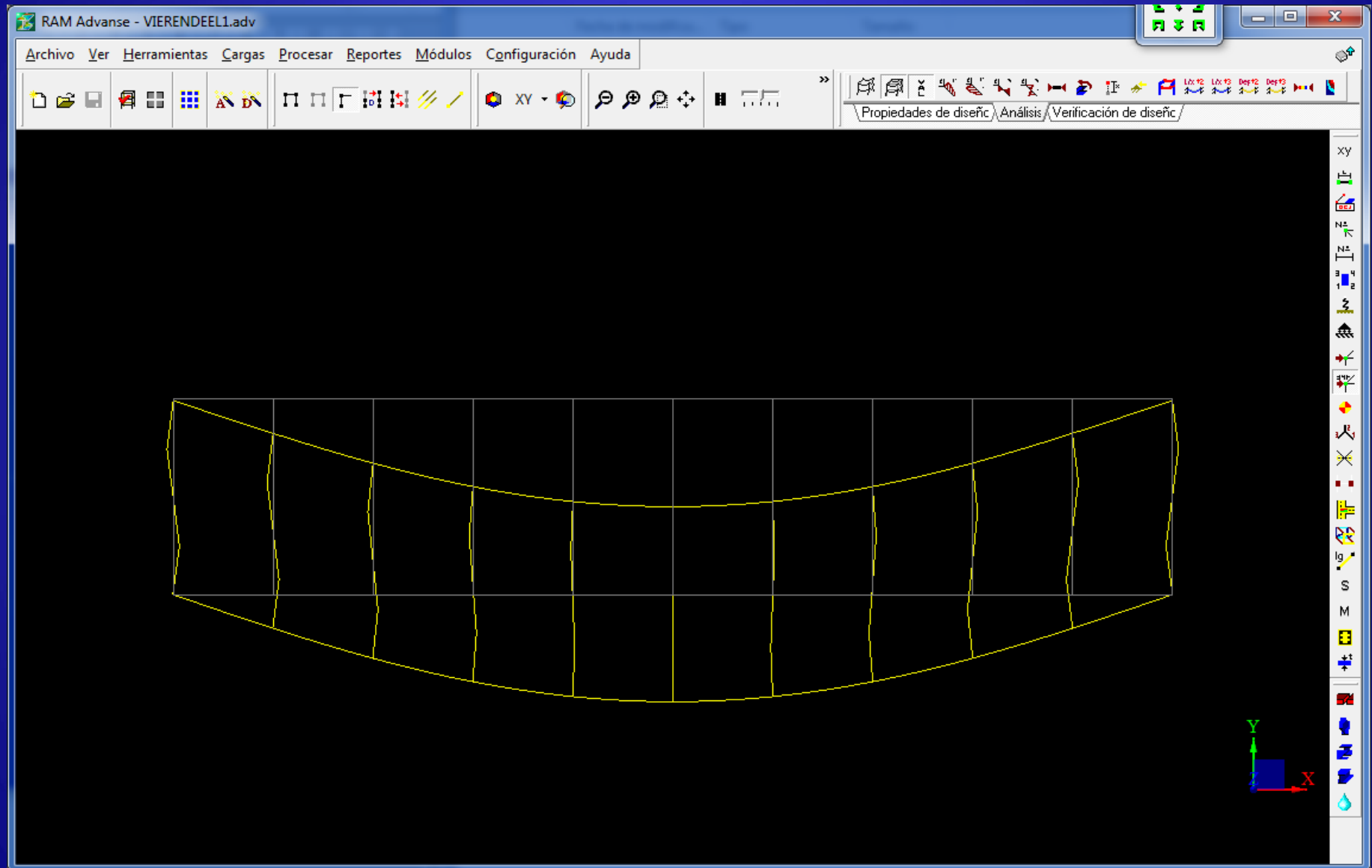


SOFTWARE



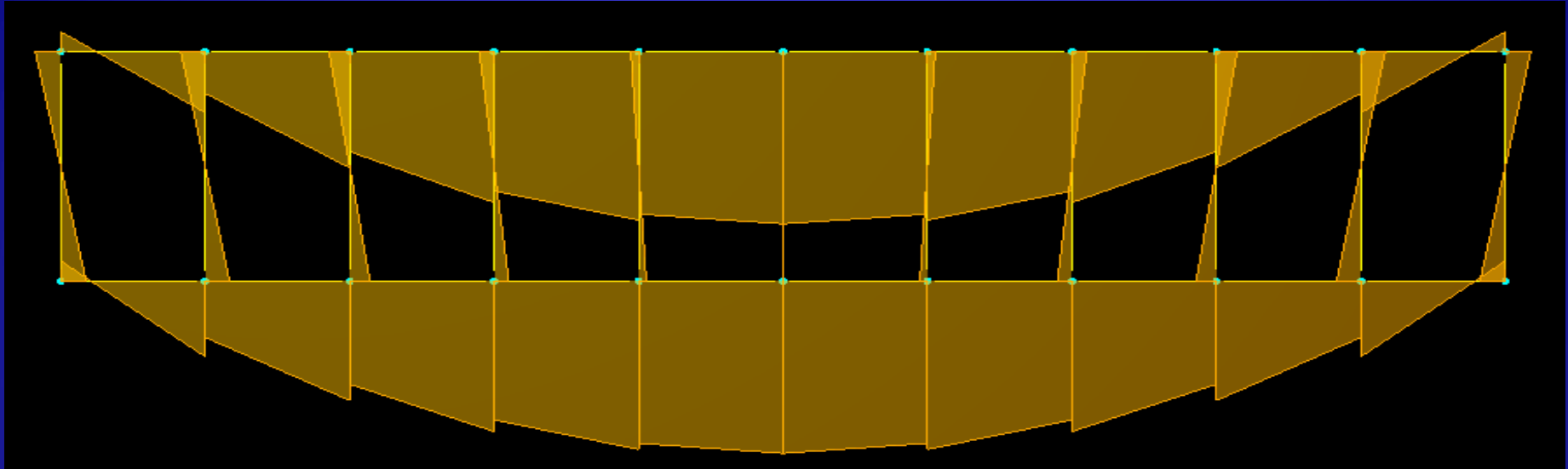
Modelo Completo

SOFTWARE

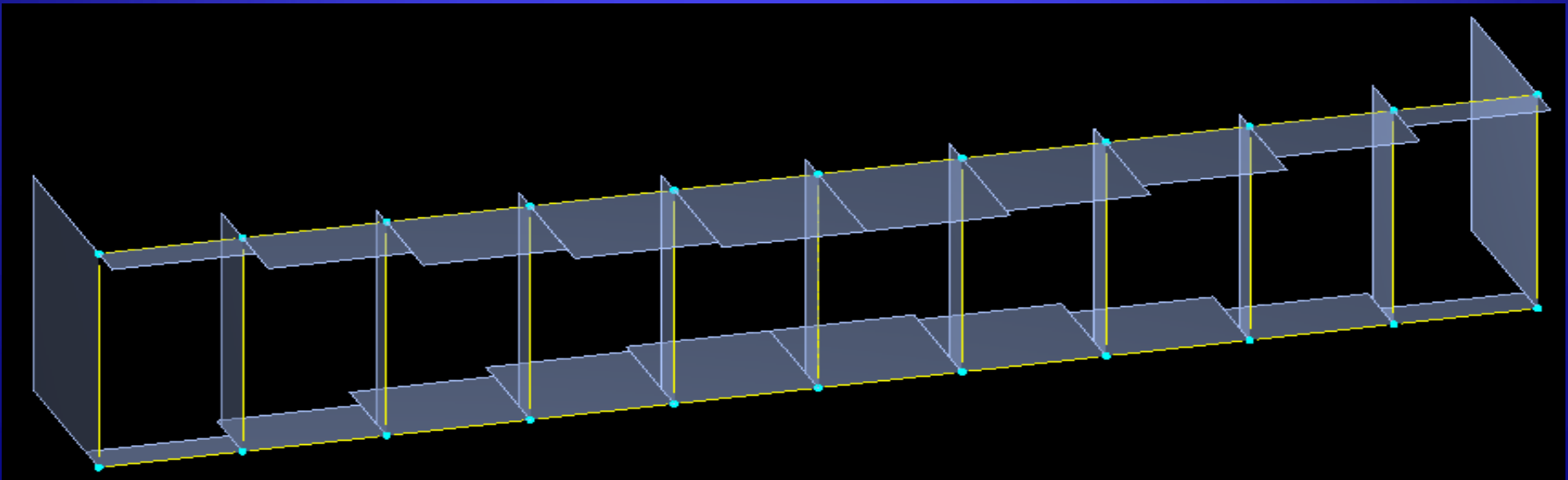


Deformada

SOFTWARE



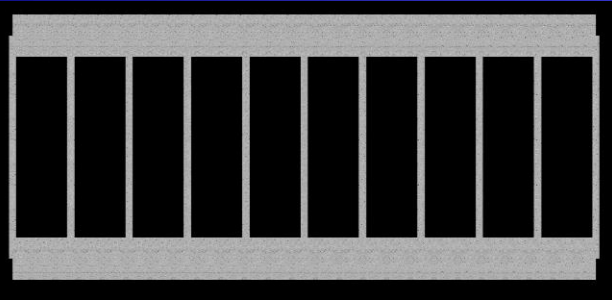
Momento Flector



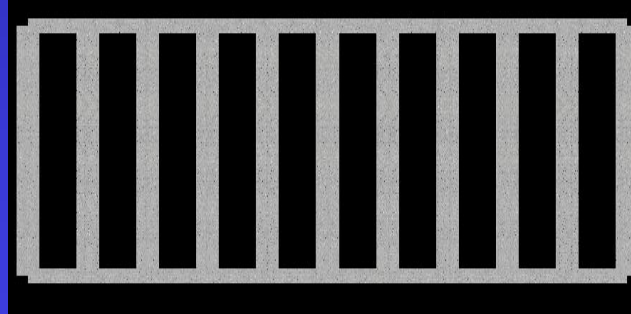
Esfuerzos Normales

SOFTWARE

**Cordones Gruesos
Montantes Finos**



**Cordones Finos
Montantes Gruesos**



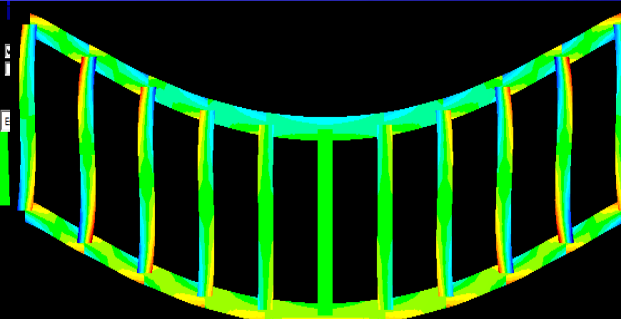
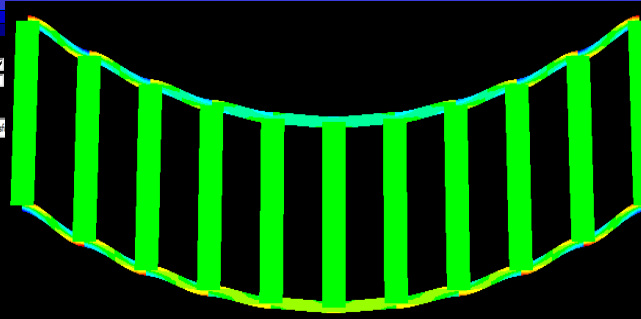
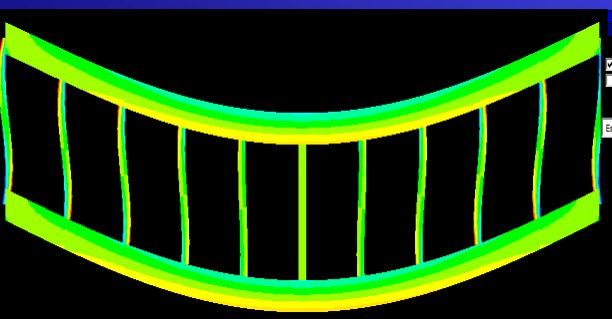
**Cordones y
Montantes Similares**



Geometría



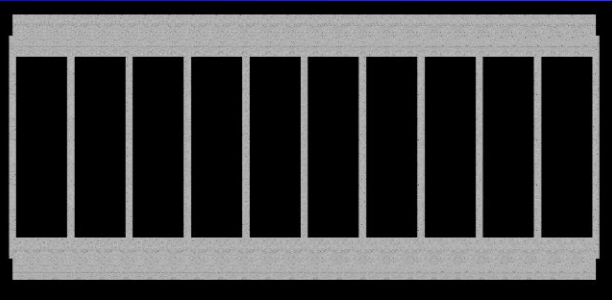
Deformada



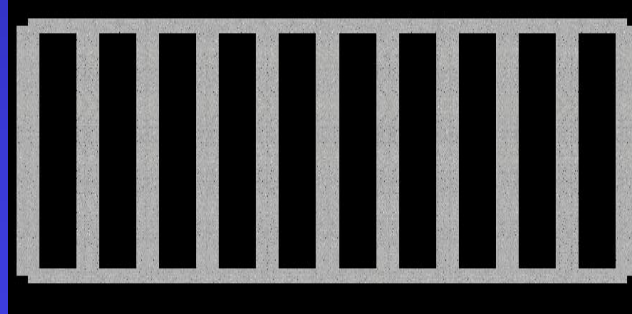
Tensiones

SOFTWARE

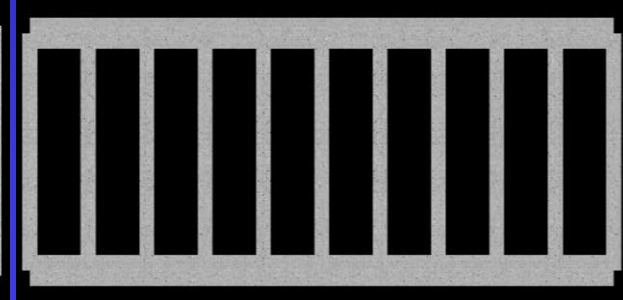
**Cordones Gruesos
Montantes Finos**



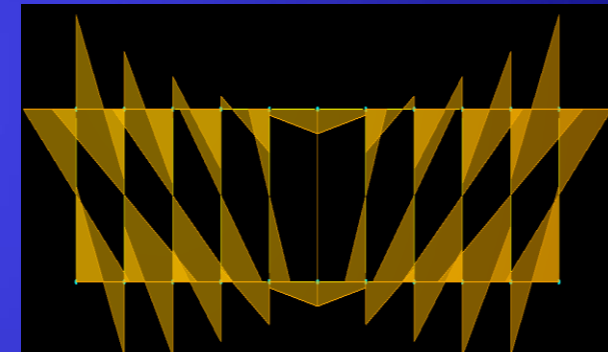
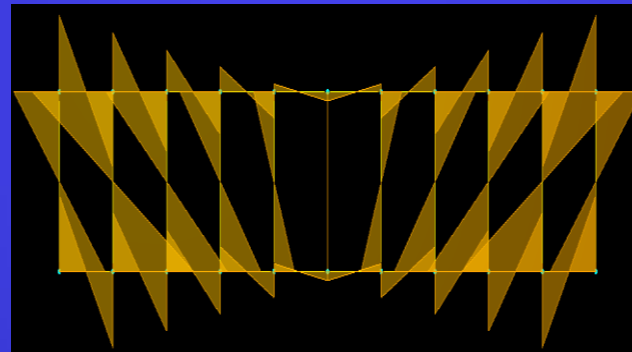
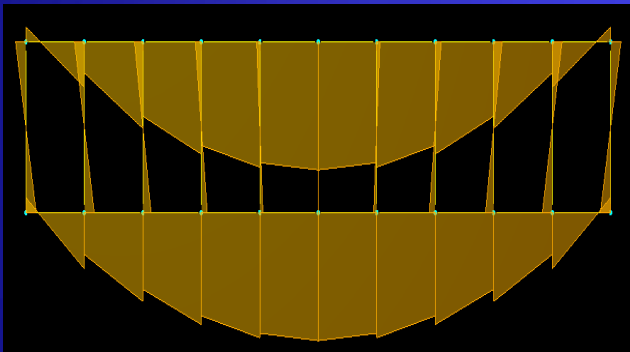
**Cordones Finos
Montantes Gruesos**



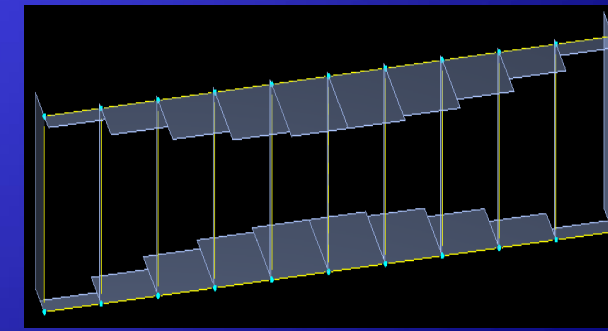
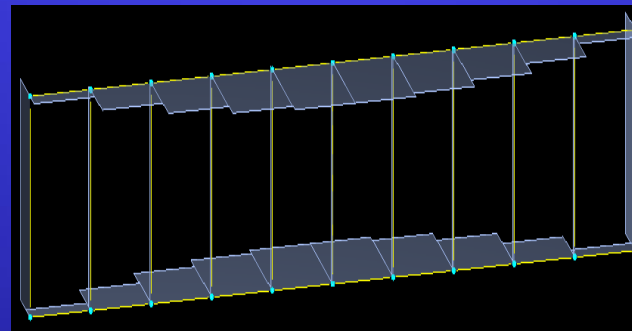
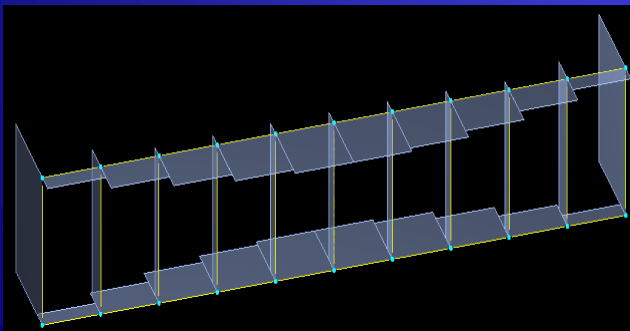
**Cordones y
Montantes Similares**



Geometría



Momento Flector



Esfuerzos Normales



“DISEÑO ESTRUCTURAL”

SISTEMAS VERTICALES
ESTRUCTURAS DE TRANSICIÓN
MEGAESTRUCTURAS
CÁLCULO DE VIGAS VIERENDEEL

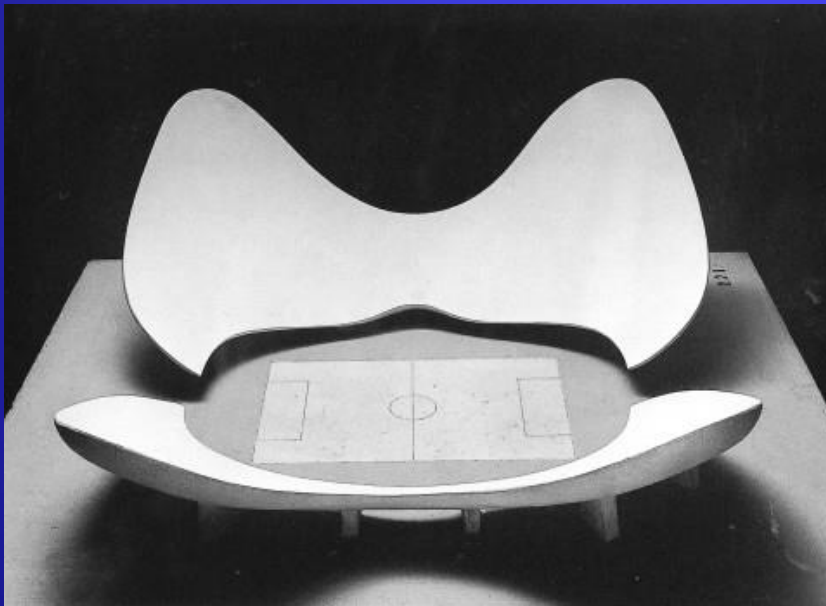
FIN

DISEÑO PARAMÉTRICO INTRODUCCIÓN

DISEÑO PARAMÉTRICO

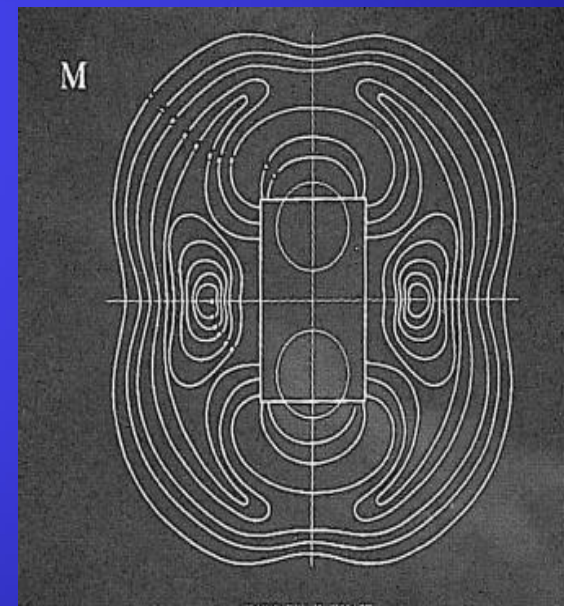
Def. : Enfoque de diseño que utiliza un conjunto de ecuaciones expresadas como **funciones explícitas** de un número de variables independientes, conocidas como **'parámetros'** que permiten generar formas y estructuras complejas.

1. Parámetros: variables que definen características de diseño, tales como forma, materiales, superficies, etc.
2. Algoritmos: instrucciones para relacionar los parámetros entre sí.
3. Los resultados (el conjunto de cantidades) están relacionados con los parámetros a través de "funciones explícitas"



Maqueta Física

Estadio "N". Luigi Moretti. Exposición arquitectura. Milán



Curvas equi-deseables. 19 parámetros (ángulos de visión, mínimo costo de H^0)

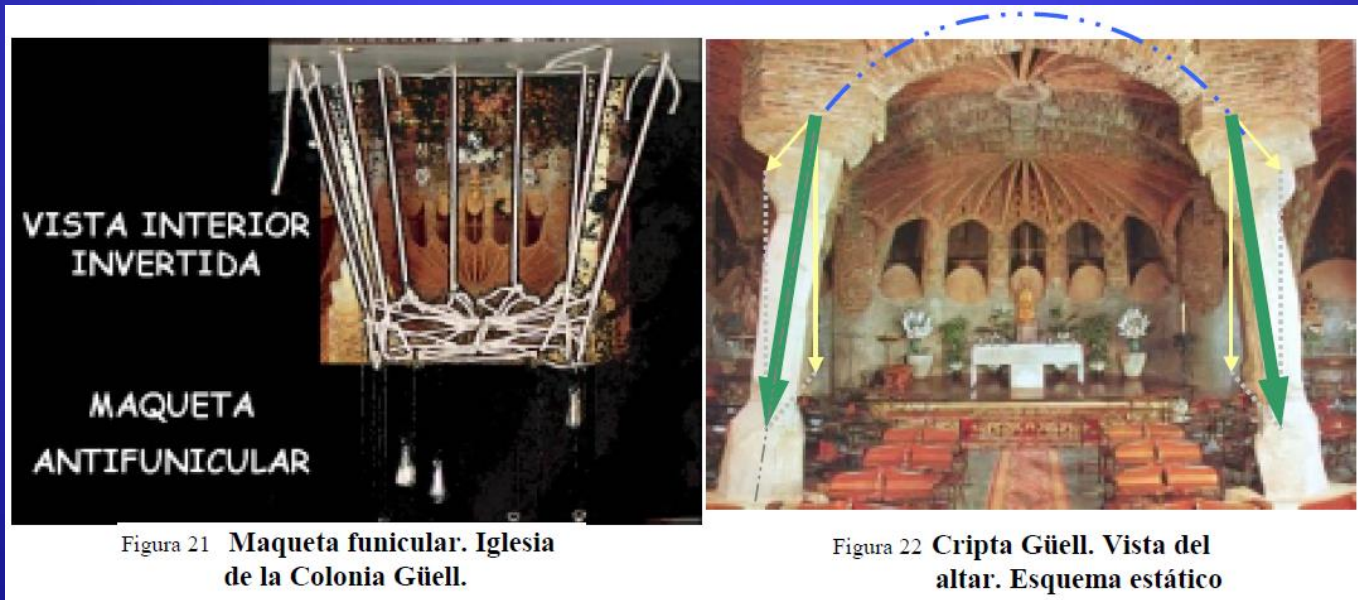
DISEÑO PARAMÉTRICO

Analogía Paramétrica: Uso de modelos físicos equilibrados que se modifican y se adaptan según las leyes físicas.

Gaudí: Uso del modelo de cadenas colgantes y pesos generando formas funiculares, esencialmente traccionado. Al invertirlo se obtiene la forma “todo comprimido”.

F. Otto: Modelos colgantes y películas de jabón

Andres y Ortega: Homosteasis: Equilibrio luego de aplicación de calor.



Cripta Guell. A. Gaudí

DISEÑO PARAMÉTRICO

Analogía Paramétrica



Otto



Otto



Gaudí

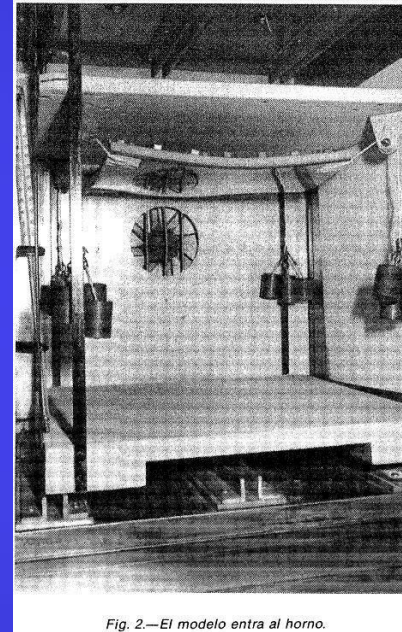


Fig. 2.—El modelo entra al horno.

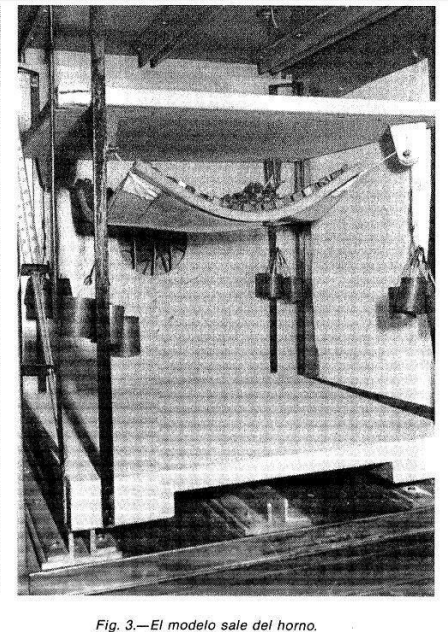


Fig. 3.—El modelo sale del horno.



Andrés y Ortega

DISEÑO PARAMÉTRICO



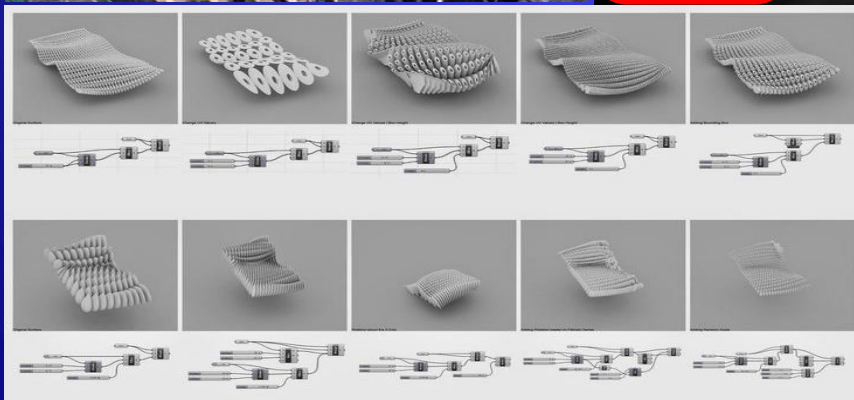
ROMPE LA CAJA
TALLER DE DISEÑO PARAMÉTRICO CON SOFTWARE LIBRE

Investigación pública ligada matemática y procesos de construcción de geometría paramétrica del interior y exterior.

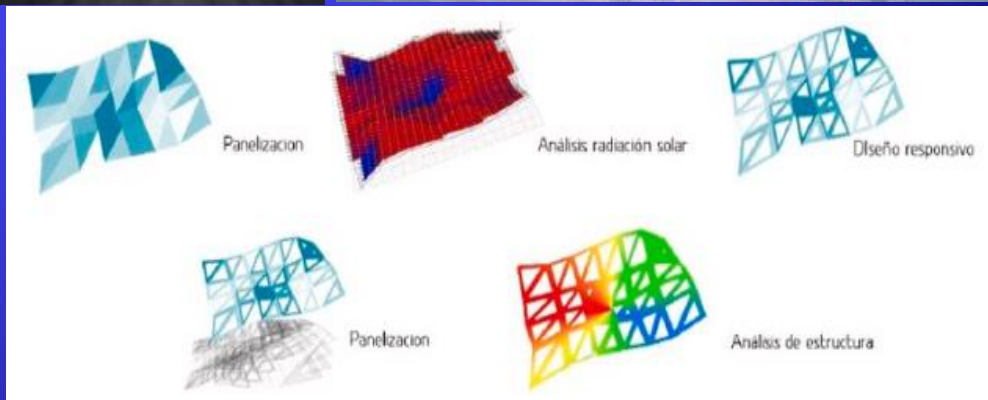
El taller se centrará en el diseño paramétrico, la construcción de sistemas complejos producidos mediante Blender, para diseñar estructuras, como: domos, torres, fachadas, etc., utilizando el software paramétrico, así como la implementación de estos sistemas en Blender para la creación de modelos paramétricos de edificios.

BLENDER + SVERCHOK
TALLER INTENSIVO
MIÉRCOLES 8 DE FEBRERO 16:00-21:00 (SOL)
PLAZAS LIMITADAS
MATRÍCULA 25€
INSCRIPCIÓN Y MÁS INFORMACIÓN:
VICTORH@L@PRODUCCIONESL@MINUSAS.COM
WWW.PRODUCCIONESL@MINUSAS.COM/CURSOS

PRODUCCIONES L@MINUSAS



Mallas con Grasshopper

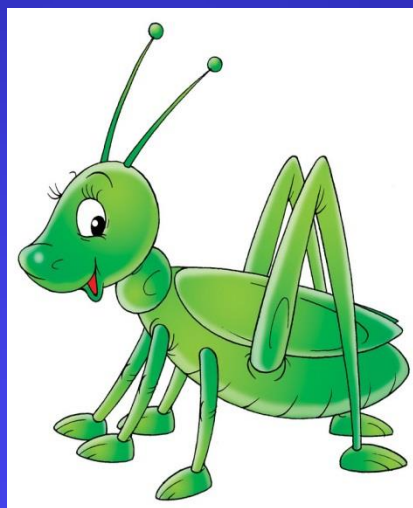


Software

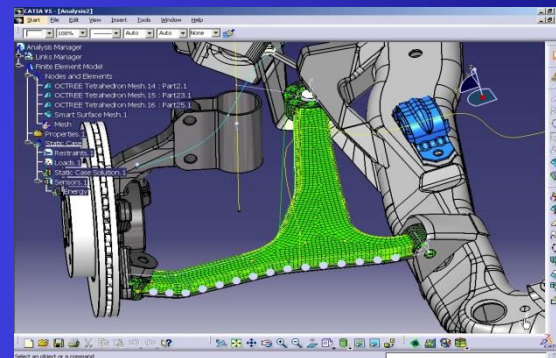
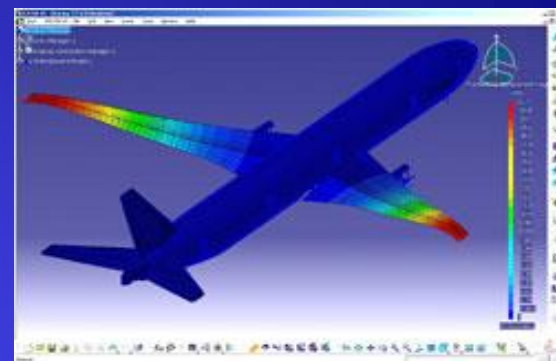
DISEÑO PARAMÉTRICO. SOFTWARE



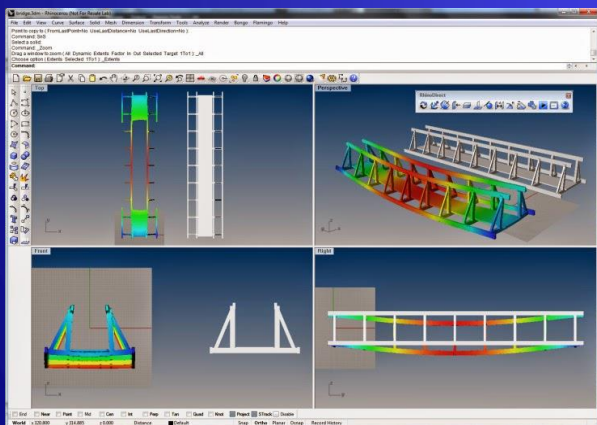
RHINO



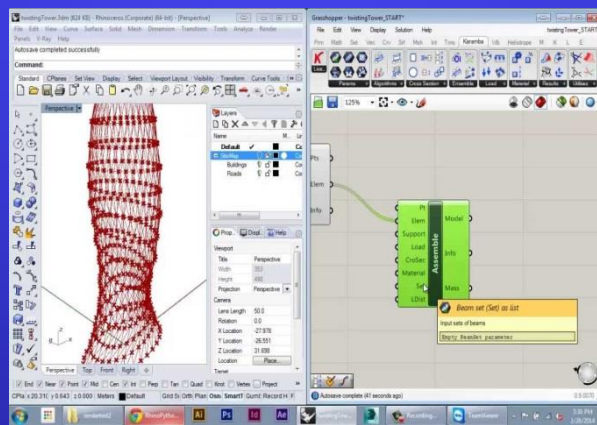
GRASSHOPPER



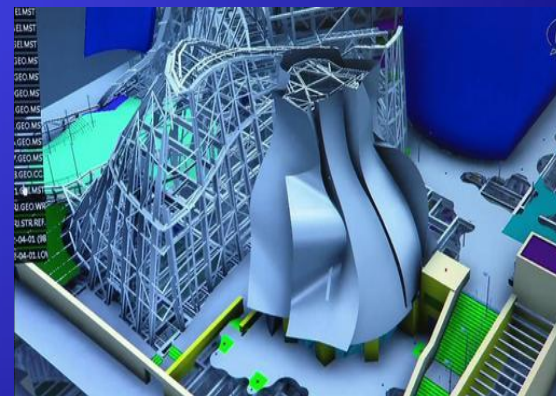
PLUG-IN. CÁLCULO ESTRUCTURAL (MEF)



SCAN & SOLVE



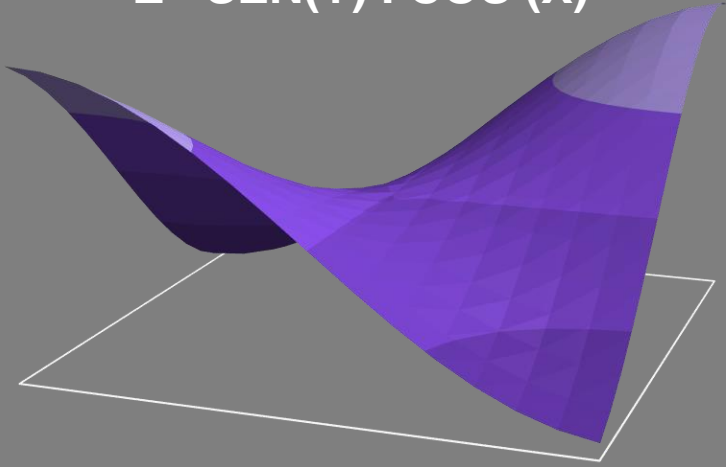
KARAMBA



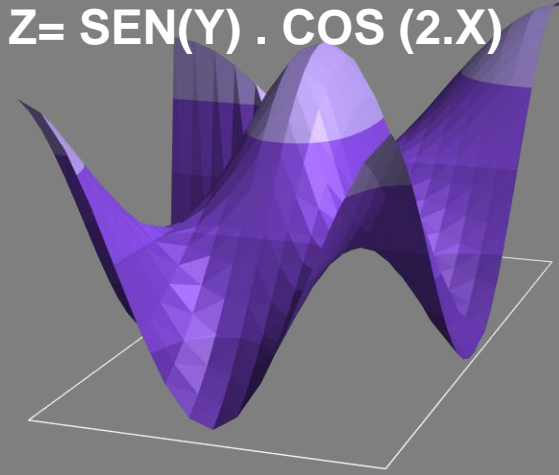
CATIA

DISEÑO PARAMÉTRICO

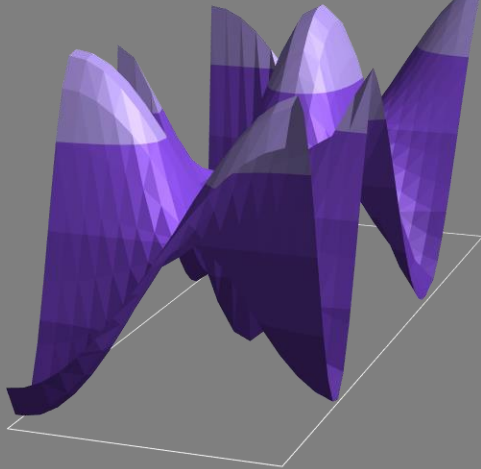
$$Z = \text{SEN}(Y) \cdot \text{COS}(X)$$



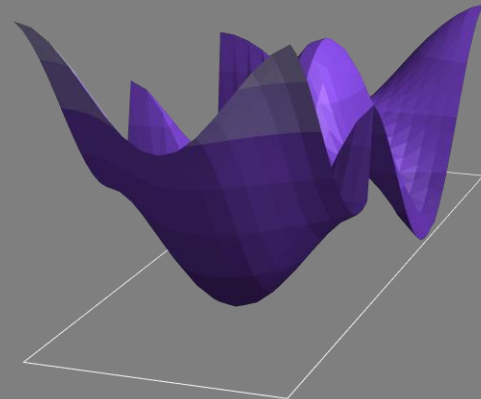
$$Z = \text{SEN}(Y) \cdot \text{COS}(2X)$$



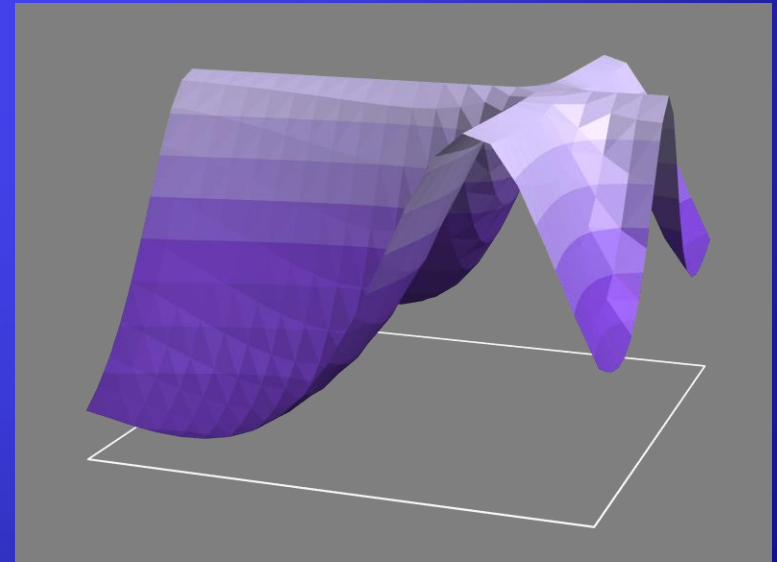
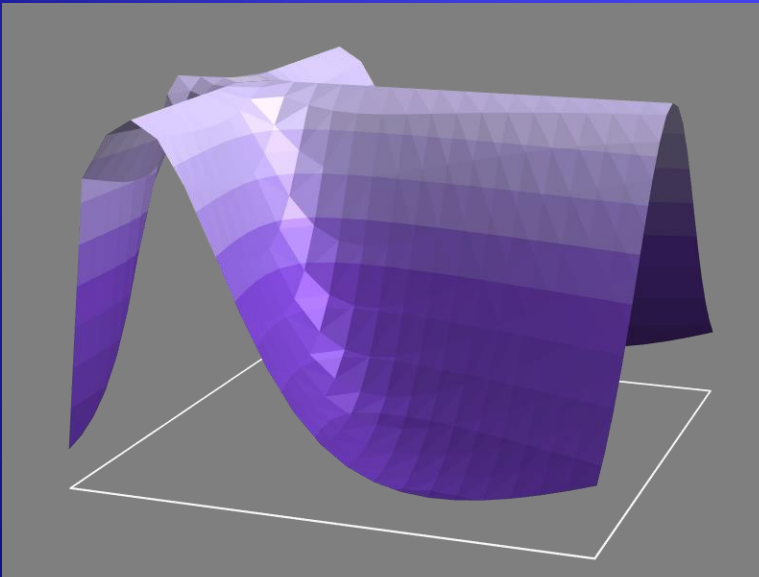
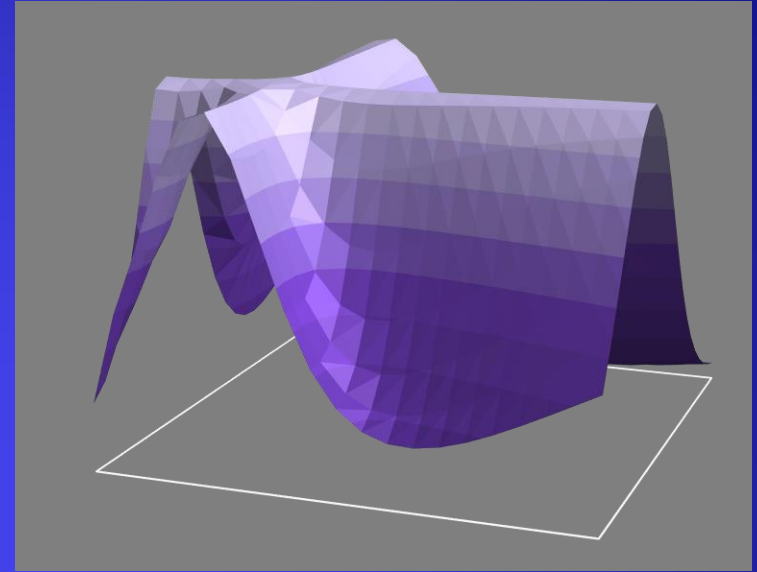
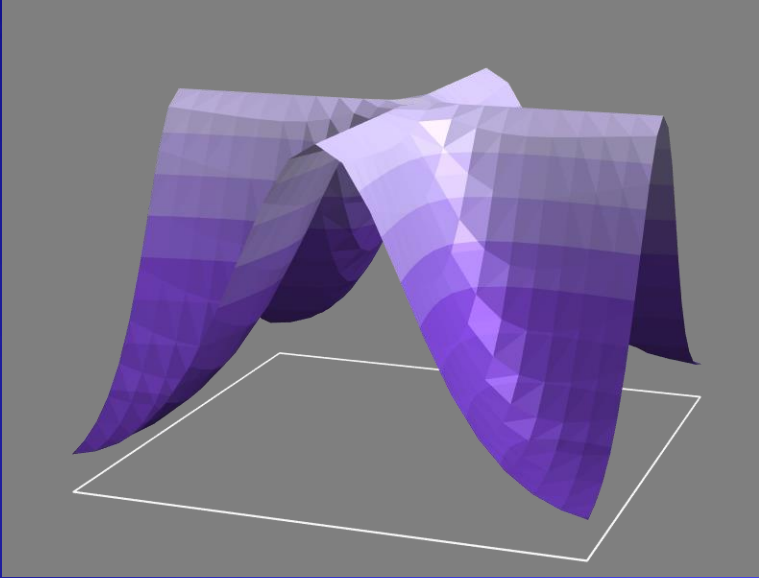
$$Z = \text{SEN}(2Y) \cdot \text{COS}(X)$$



$$Z = \text{SEN}(Y) + \text{COS}(X)$$

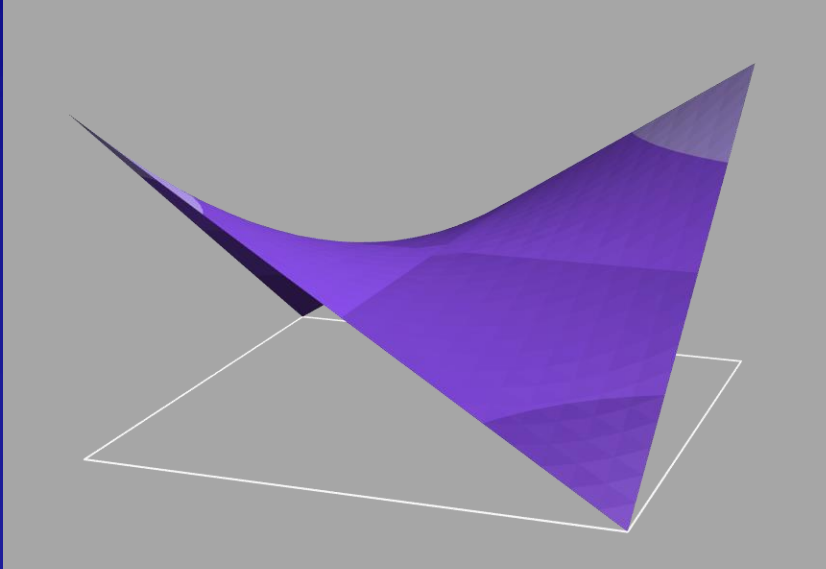


DISEÑO PARAMÉTRICO

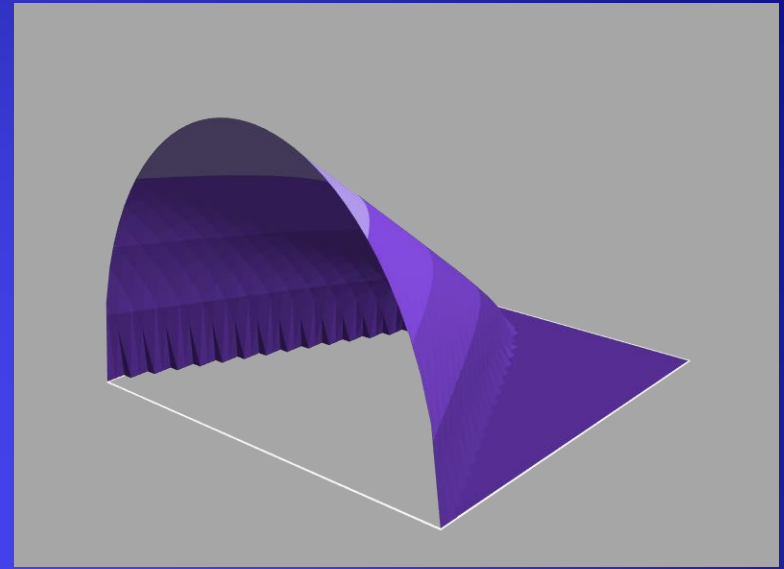


$$Z = \cos(5 * Y * X / (Y^2 + X^2 + 1))$$

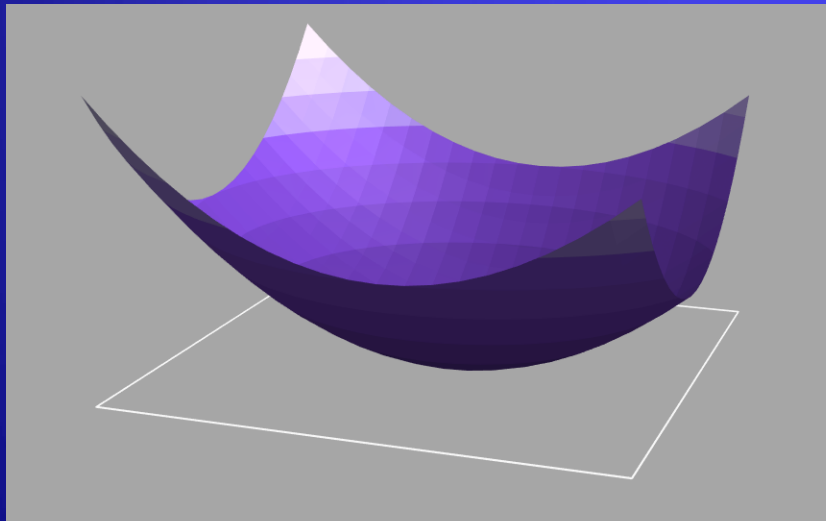
DISEÑO PARAMÉTRICO



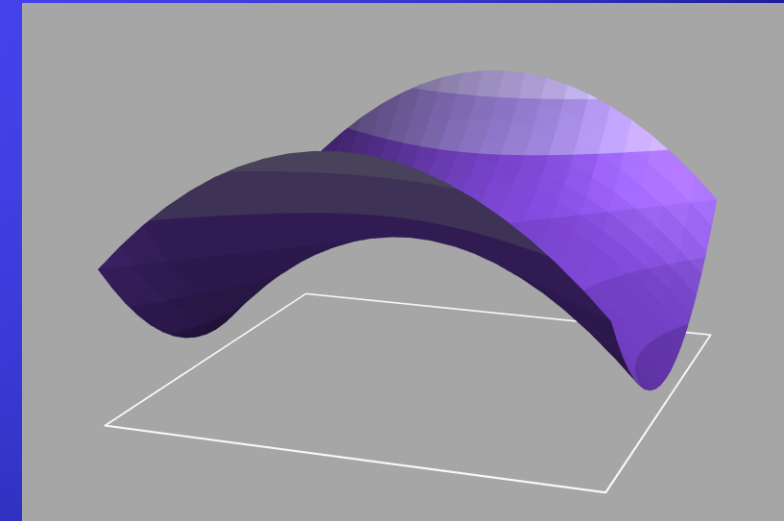
$$Z = p \cdot (X^2 \cdot Y^2)$$



$$Z = \text{RAIZ}(-X^2 - Y^2 - p^2)$$



$$Z = p \cdot (X^2 + Y^2)$$



$$Z = p \cdot (X^2 - Y^2)$$