



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

COMPONENTE DE TECNOLOGIAS

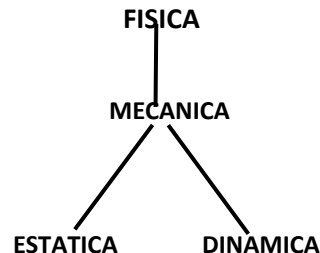
SISTEMAS PORTANTES/ ESTRUCTURALES
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

DEFINICIONES

Se define como estructura a los cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una **deformación** excesiva de una de las partes con respecto a otra. Por ello la función de una estructura consiste en transmitir las fuerzas de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder la **estabilidad** (Marshall y Nelson, 1995).

Tener en cuenta la definición QUE SIEMPRE hemos manejado: un Sistema estructural o Portante es elemento o conjunto de elementos, que cumplen la función de **soportar las cargas** , y determina la **Estabilidad**, el **equilibrio** y la **Rigidez de la edificación**.

La **mecánica** es la rama de la *física* que estudia las fuerzas y sus efectos sobre los cuerpos. En ella se incluye la **estática** y la **dinámica**.



El conocimiento de las construcciones portantes (estructuras), comprende la ESTATICA, y el DIMENSIONAMIENTO, considerando el proyecto en su totalidad. LA ESTATICA es la rama de la mecánica que estudia las fuerzas que producen equilibrio entre los cuerpos.

Exigencias básicas de una estructura

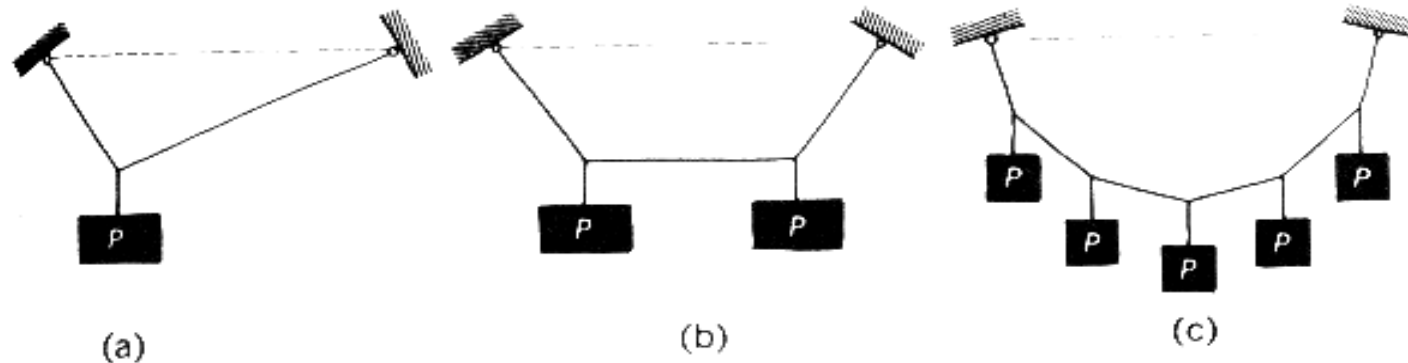
Las exigencias que debe cumplir toda la estructura son las siguientes

1. **Resistencia:** Término referido a la capacidad de soportar las cargas que se aplican en la estructura sin fallar.
2. **Estabilidad:** Condición relacionada con los movimientos que puede presentar un edificio en su totalidad debido a la aplicación de las fuerzas, ya que, si una fuerza genera ciertos desplazamientos en el edificio, este se vuelve inestable, siendo una condición no deseada en la edificación.
3. **Rigidez:** Capacidad de un cuerpo o sistema estructural de mantener su forma ante la presencia de cargas.
4. **Equilibrio:** Exigencia fundamental que implica que todas las partes de una edificación no presenten movimientos o que la resultante de las fuerzas aplicadas sea igual a cero.
5. **Funcionalidad:** Toda estructura debe cumplir a cabalidad con la función asignada, por ello se debe evitar deformaciones grandes en la estructura de tal magnitud que los usuarios no sientan cómodo el uso del edificio.
6. **Economía:** Este es un aspecto fundamental, en toda estructura que cumpla un fin utilitario, por lo general todo proyecto debe atenerse a un presupuesto disponible para la construcción.
7. **Estética:** Esta influencia impone a la estructura elementos para la escogencia del sistema estructural adecuado, pero se debe tener en cuenta que en proyectos de gran tamaño el sistema estructural es expresión de la arquitectura, por lo que un error de enfoque estructural puede afectar la belleza del edificio. (Salvadori y Heller, 1998)

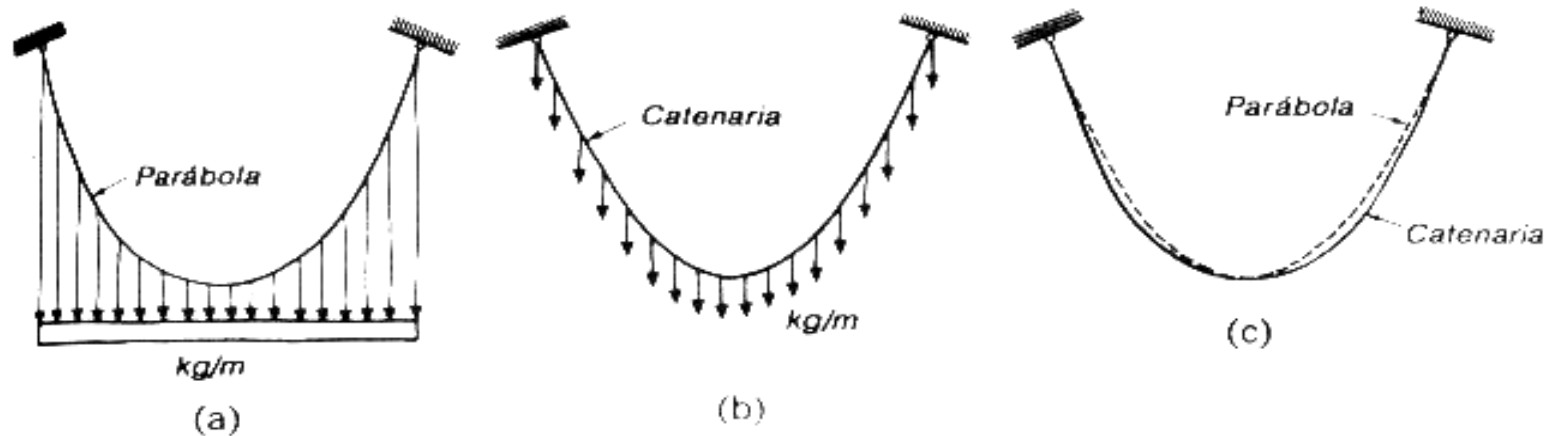
CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

...luego veremos otra forma de clasificarlos..

1. Sistema de Forma Activa: Estructuras que trabajan a tracción o compresión simples, tales como los **CABLES** y arcos.



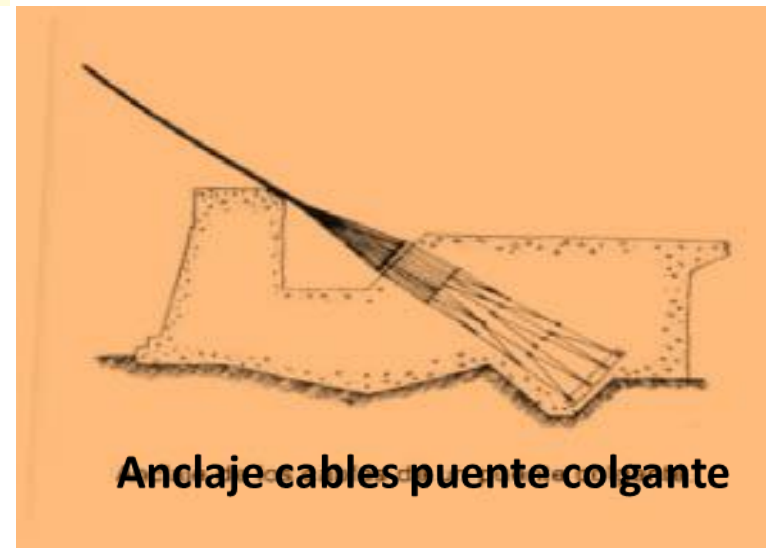
Poligonos funiculares.



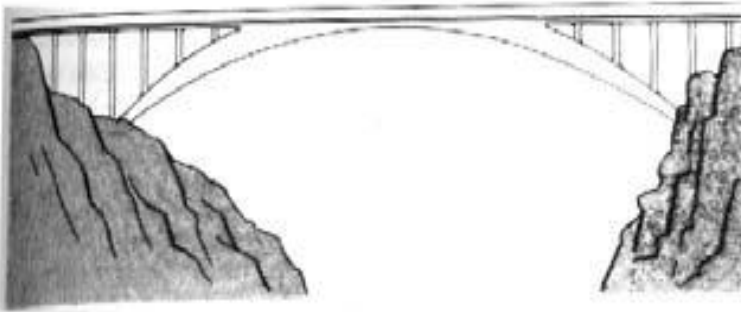
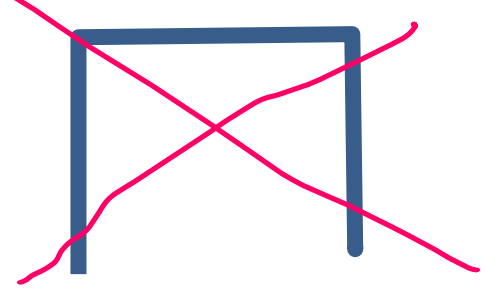
Curvas funiculares.



CABLES



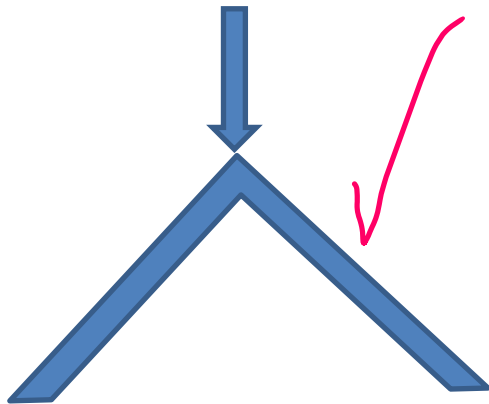
ARCOS



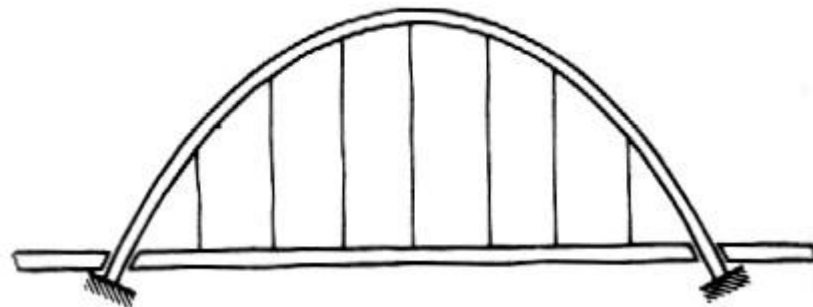
(a)



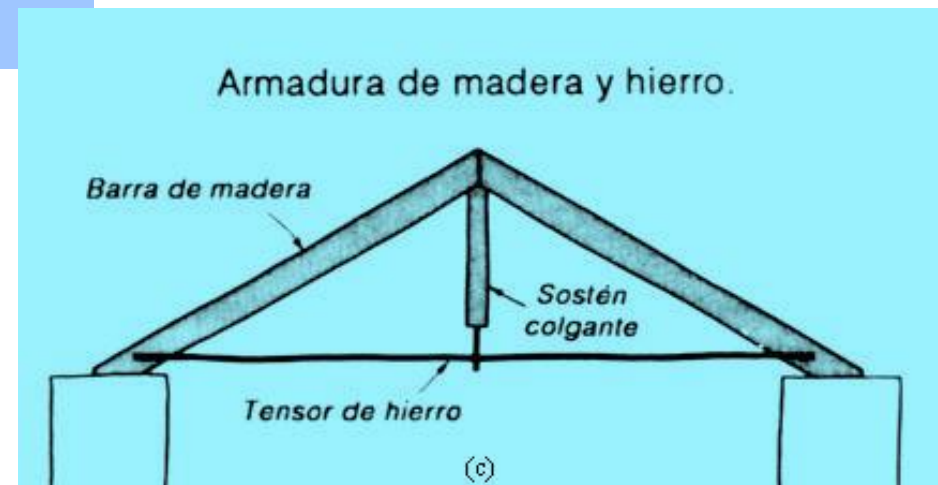
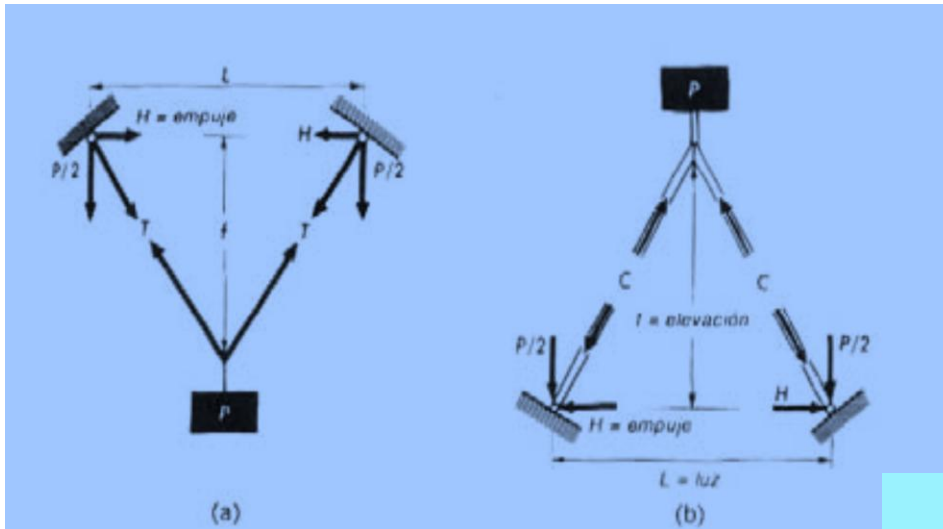
(b)



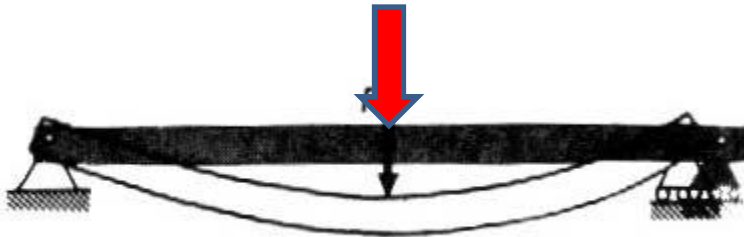
Arco funicular.



2. Sistemas de Vector Activo: Estructuras en estados simultáneos de esfuerzos de tracción y compresión, tales como las cerchas planas y espaciales.



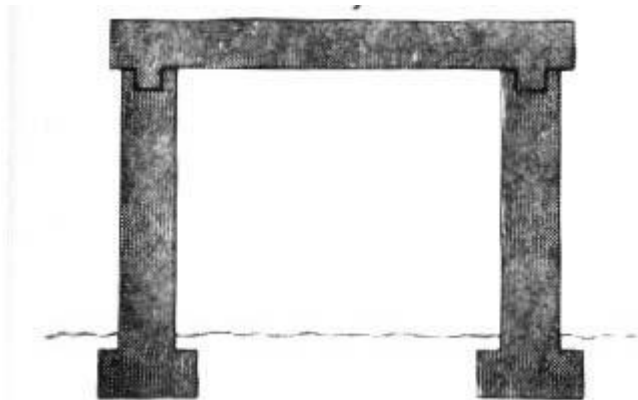
3. Sistemas de Masa Activa: Estructuras que trabajan a flexión, tales como las vigas, dinteles, pilares y pórticos.



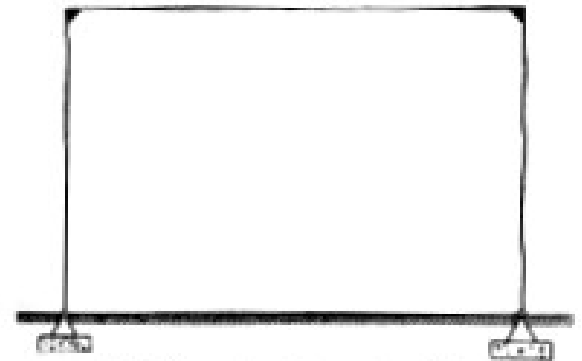
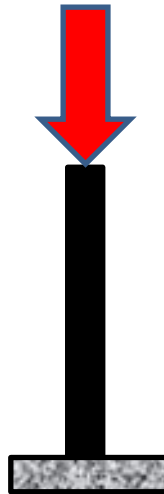
Viga simplemente apoyada



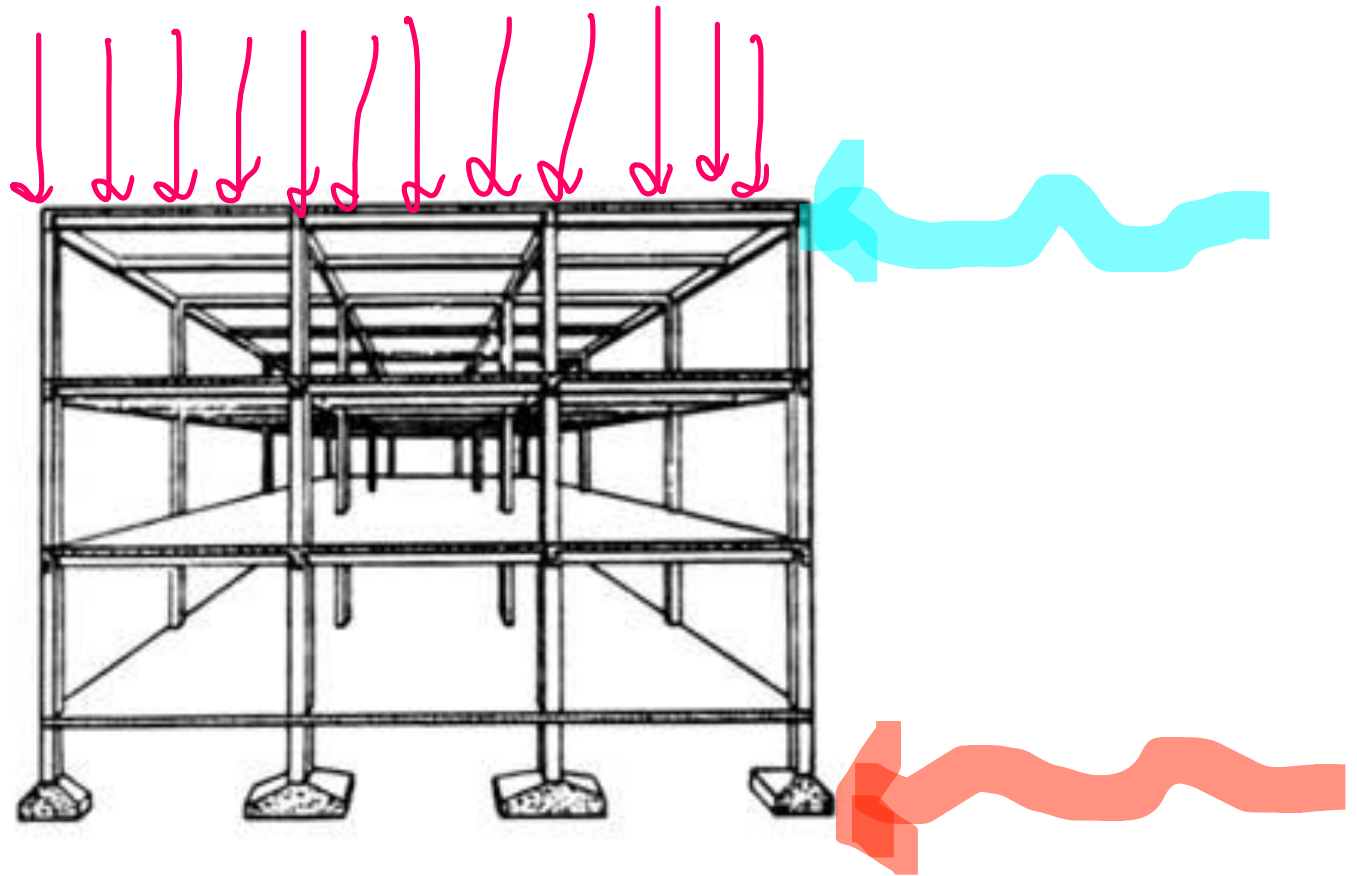
Viga en voladizo



Viga y columnas

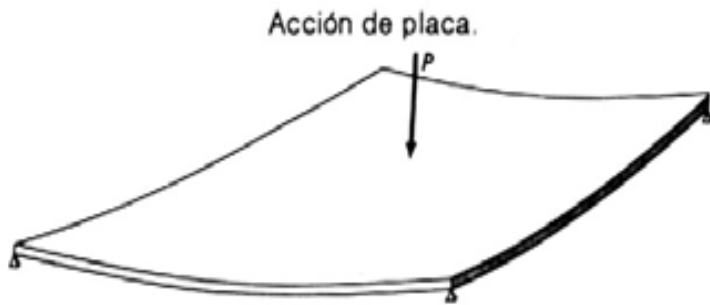


Pórtico

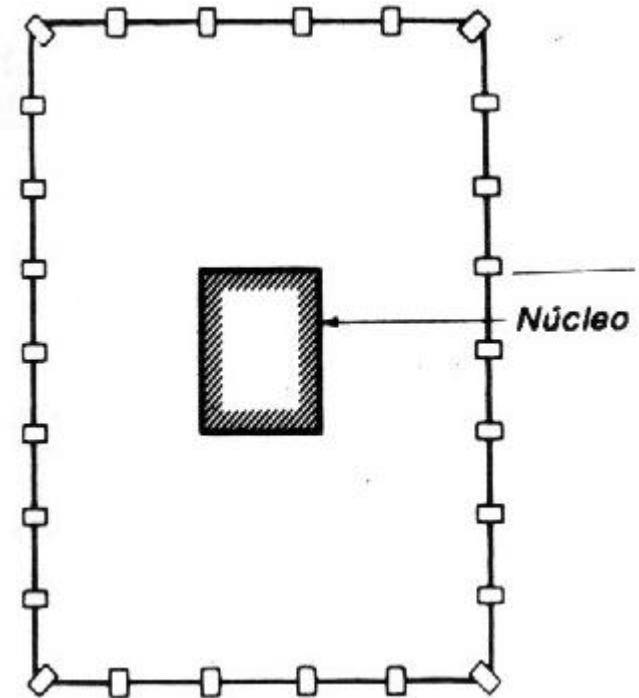


Sistema de pórticos tridimensional

4. Sistemas de Superficie Activa: Estructuras en estado de tensión superficial, tales como las placas, membranas y cáscaras

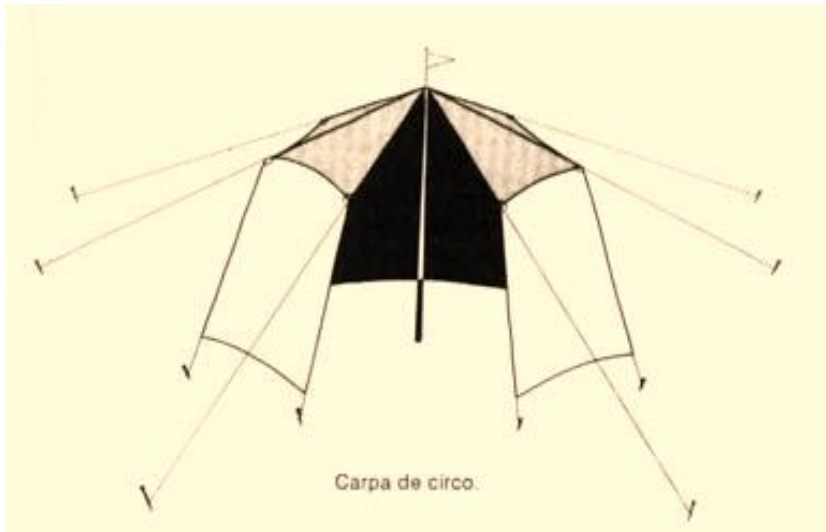


PLACAS

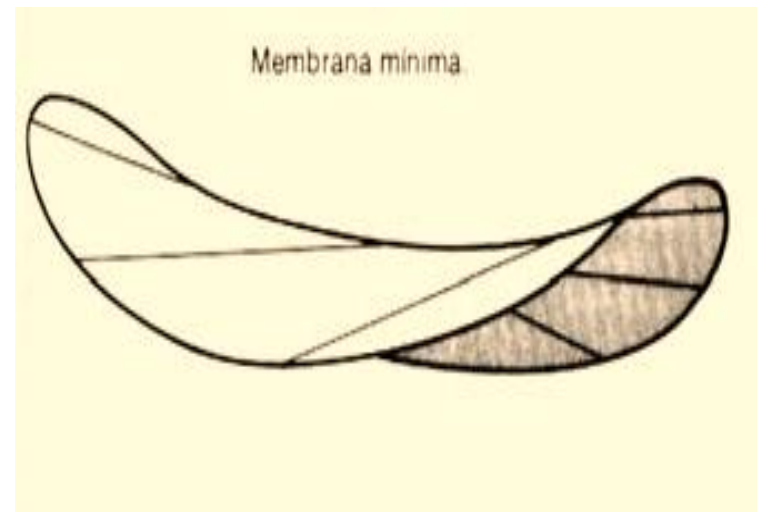


Placa de entepiso con núcleo interno

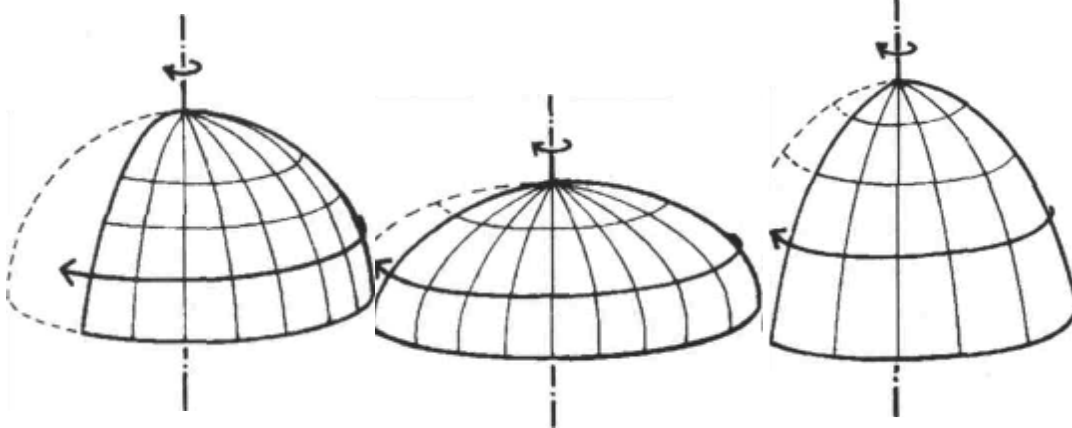
MEMBRANAS



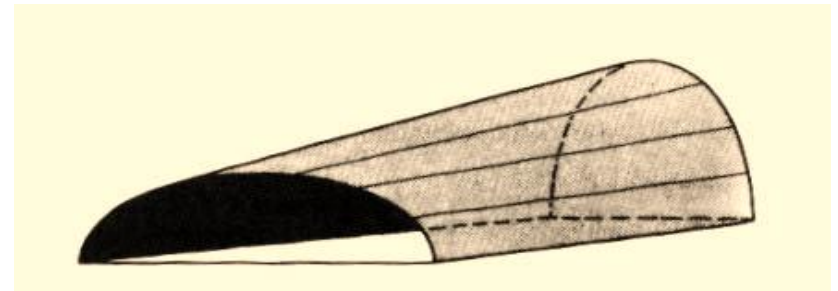
Membranas pretensadas



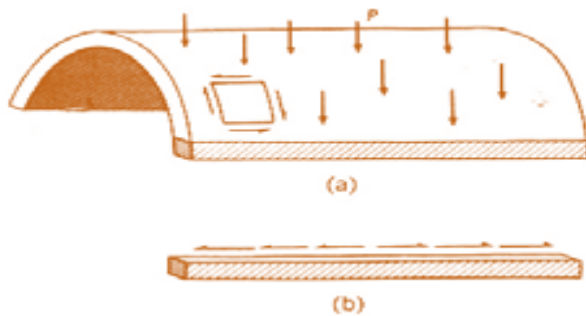
CÁSCARAS



SUPERFICIES DE REVOLUCIÓN - DOMOS



CONOIDES



DE CAÑÓN



CÚPULAS

PARABOLOIDES

EQUILIBRIO.

Un cuerpo está en *equilibrio* cuando se encuentra en reposo o tiene un movimiento uniforme. Analíticamente se expresa cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula, se afirma así que el sistema de fuerzas no produce efecto alguno sobre el cuerpo y se dice que el sistema de fuerzas está en equilibrio.

$$R = \Sigma F = 0$$

Para evaluar la situación de equilibrio en un cuerpo determinado, se hace un gráfico del mismo llamado Diagrama de cuerpo libre. Este diagrama consiste en aislar completamente el cuerpo o parte del mismo y señalar todas las fuerzas ejercidas sobre él, ya sean por contacto con otro cuerpo o por su propio peso. Luego se aplican las condiciones de equilibrio, las cuales se pueden expresar en forma de ecuaciones que se denominan ecuaciones generales de equilibrio, también llamadas *ecuaciones básicas de la estática*:

La suma algebraica de fuerzas en el eje X que se denominan F_x , o fuerzas con dirección horizontal, es cero.

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow \Sigma F_h = 0$$

2. La suma algebraica de fuerzas en el eje Y denominadas F_y , o fuerzas con dirección vertical, es cero.

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow \Sigma F_v = 0$$

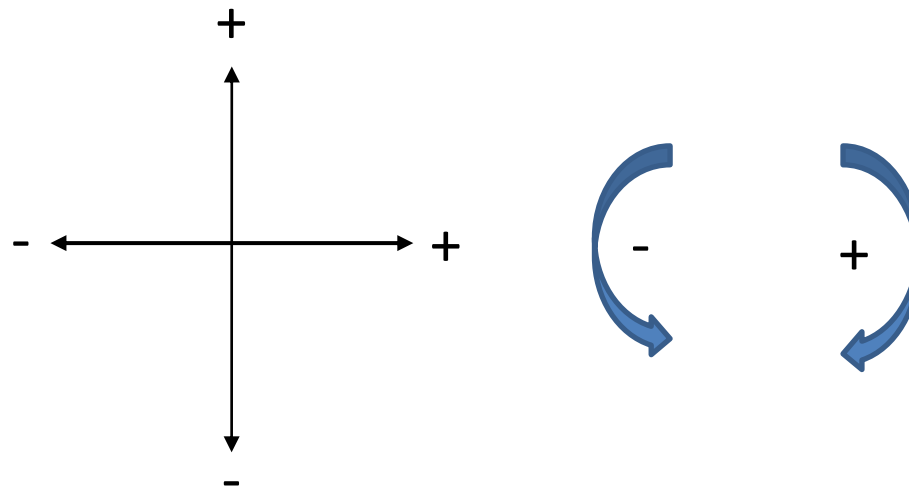
3. La suma algebraica de momentos M , o tendencias de giro respecto a un punto determinado en equilibrio, es cero.

$$\Sigma M = 0$$

Resumiendo, se determina, que para que haya reposo tienen que estar en equilibrio:

- Fuerzas y momentos externos
- Fuerzas y momentos internos
- Fuerzas y momentos internos con fuerzas y momentos externos

Es importante recordar que la convención de signos adoptada, para la aplicación de las ecuaciones generales de equilibrio para fuerzas y momentos, en todos los casos y ejemplos, es la siguiente:



SISTEMAS ESTRUCTURALES NSR-10
TÍTULO A. Capítulo A.3

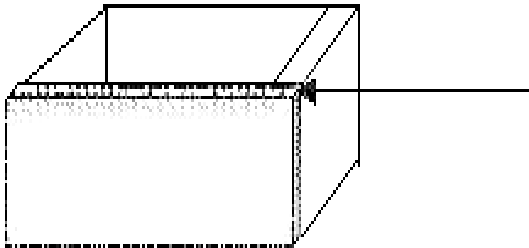
Se conocen cuatro tipos de sistemas estructurales de resistencia sísmica según la NSR-10

SISTEMA DE MUROS DE CARGA. las cargas verticales son resistidas por muros de carga, no dispone de pórticos completos y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.

-Muros de mampostería (simple, confinada, reforzada, no reforzada, parcialmente reforzada, diafragma, reforzada externamente).

-Muros de concreto reforzado fundidos en sitio (pantallas, Con-Tech, outinord)

Pórticos arriostrados (diagonales).



SISTEMAS DE MUROS ESTRUCTURALES.

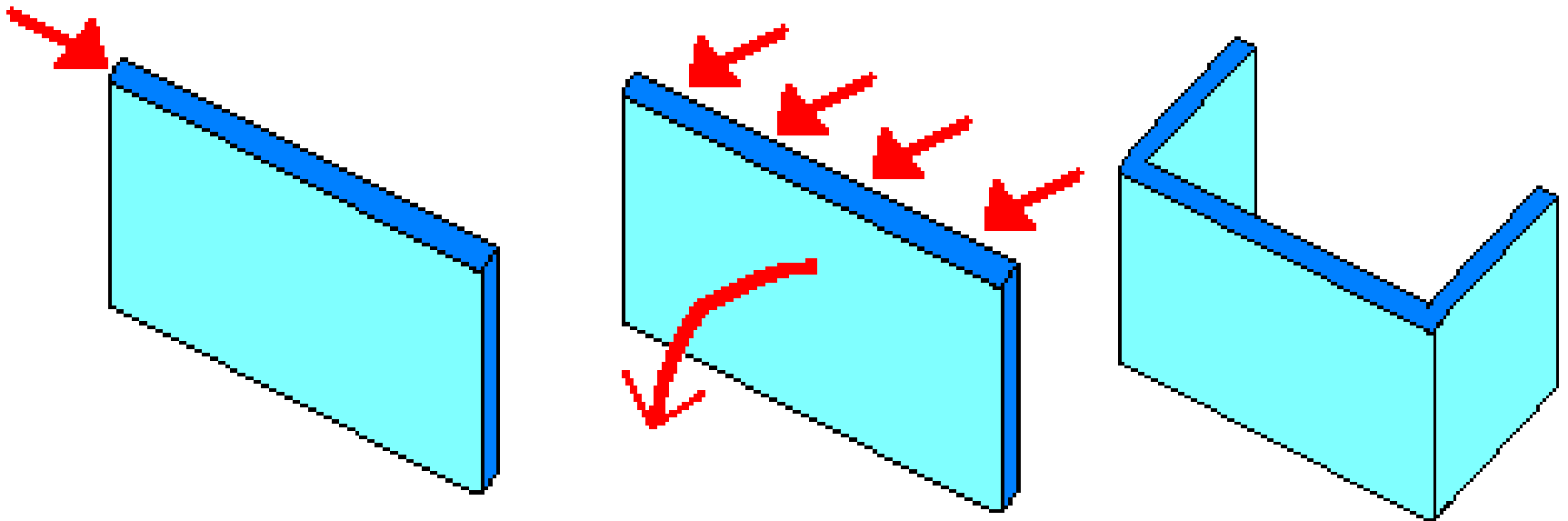
Sistema de muros de carga: es el sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.



-Este es un sistema el cual en pocas palabras veríamos como pórticos alargado que se encuentran unidos
-este sistema siempre y en todos sus lados va a recibir una carga igual ya que es un pórtico alargado

SISTEMAS ESTRUCTURALES

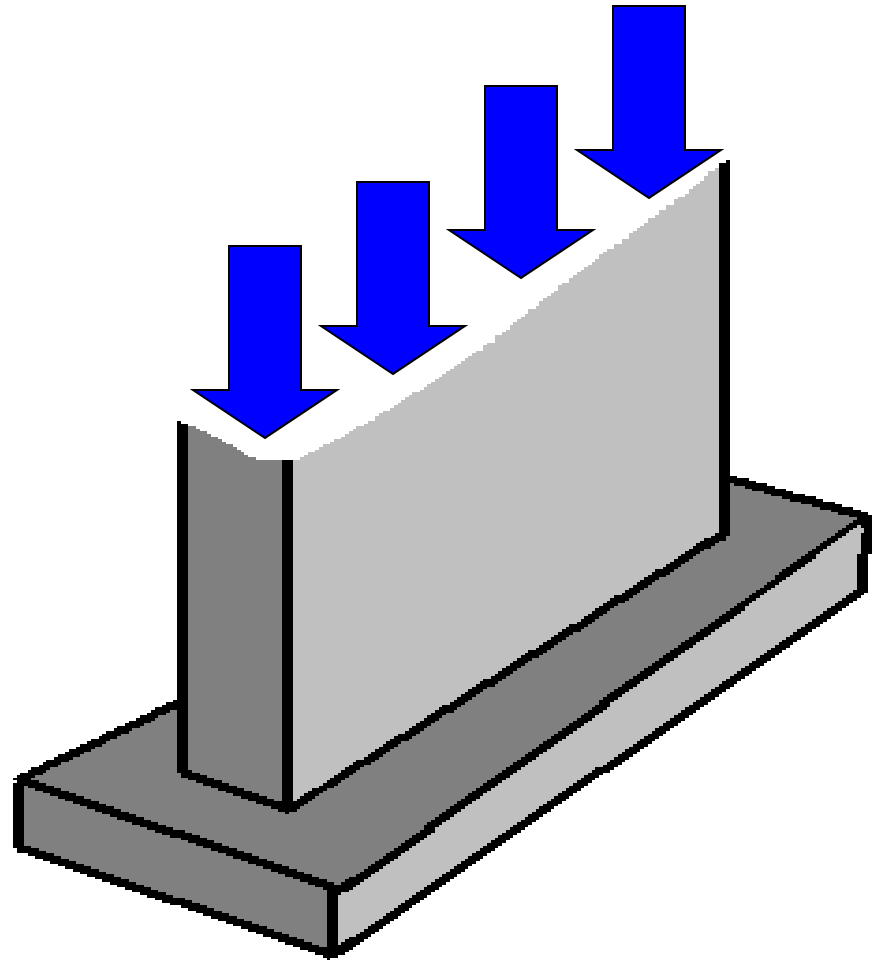
Una de las características iniciales que debe destacarse de los muros es su estabilidad lateral en su propio plano, pero a la vez su inestabilidad en el sentido perpendicular a este plano, lo que permitiría su volteo. Es por ello necesario su rigidización lateral, usualmente a través de muros perpendiculares que garantizan su estabilidad.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

ESTRUCTURA LINEAL:

Cuando la estructura se apoya sobre muros, pues consideramos que la carga se transmite al terreno de manera lineal, a lo largo de los muros. En este caso la cimentación más usual se denomina **cimentación corrida o zapatas corridas**, las cuales distribuyen la carga que recibe cada muro en el terreno.

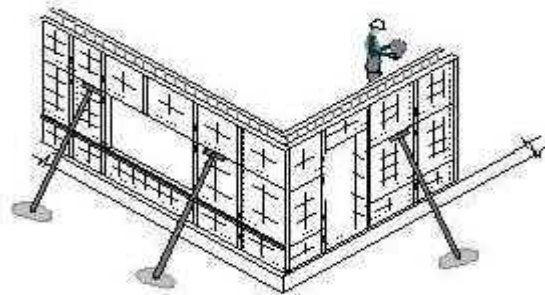


ES UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON-TECH

Desarrollado en Estados Unidos de amplio uso en el contexto internacional. Emplea formaleta, concreto y acero de refuerzo. Para la construcción se funden muros de concreto 'in situ' empleando formaletas de aluminio que permiten obtener un buen terminado con un notable rendimiento de construcción puesto que las instalaciones y el refuerzo resultan de fácil colocación en la obra.

El sistema permite una alta eficiencia de ejecución con muy bajos desperdicios de material. Los muros conforman una estructura portante con buen comportamiento frente a la acción de sismos intensos. Las características de aislamiento acústico y térmico con las cuales resultan las construcciones se consideran aceptables. Dado que el sistema emplea una formaletería flexible en cuanto a las dimensiones de la construcción, se pueden obtener diferentes modelos arquitectónicos en edificaciones de varios pisos, que han dado buen resultado en las principales ciudades del país, siendo Bogotá pionera en Colombia en el uso de este sistema

La formaletería empleada es relativamente costosa lo cual limita las posibilidades de adquisición para contratistas menores, al tiempo que elimina posibilidades de autoconstrucción. Como en otros sistemas en los cuales los muros conforman la estructura, la edificación terminada no puede modificarse interviniendo los muros. SISTEMA INDUSTRIALIZADO IN SITU.



SISTEMA CONSTRUCTIVO OUTINORD

A partir de la década de los cincuenta, se planteó en Francia la necesidad de construir, en forma económica, un edificio en Evry Petit Bourg, que había sido proyectado arquitectónicamente como un nido de abejas por la empresa parisiense Caroni de dragado y trabajos públicos. La idea era crear una estructura compuesta por muros y placas mediante el empleo de encofrados livianos y fuertes, de manera que no sufrieran deformaciones producidas por el vaciado del concreto. Para tal efecto se presentaron varias propuestas de firmas constructoras de encofrados, escogiéndose la de la Sociedad Outinord de Saint Amand Les Aux; dicha firma que había incursionado por primera vez en el ramo de la construcción, utilizando su sistema en una edificación para 349 unidades de vivienda de Brieten Foret, siendo ésta en sí, un aval bastante significativo que le sirvió de base para conseguir dicha adjudicación. SISTEMA INDUSTRIALIZADO IN SITU.

El conjunto residencial Metayma, en Ibagué, fue la primera obra donde se utilizó el sistema, Santiago de Cali en Cali y el conjunto experimental Kennedy en Santa Fe de Bogotá.

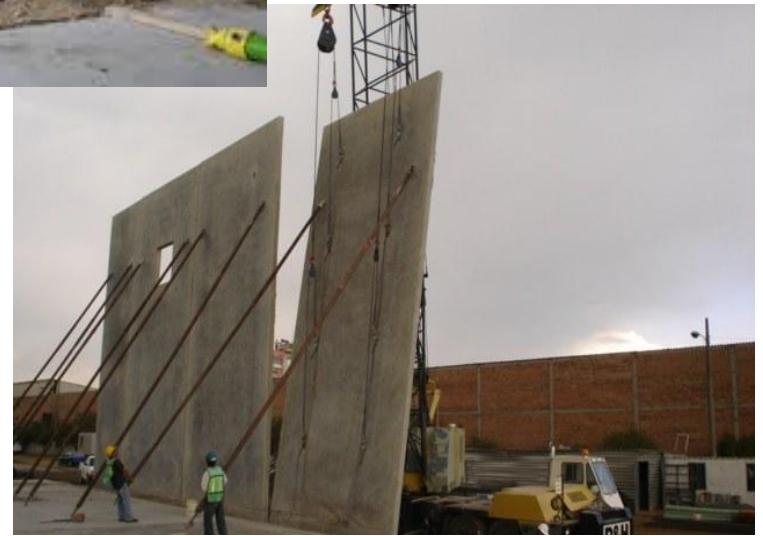
El sistema Outinord, es el resultado de la evolución de los encofrados hasta lograr un vaciado total de muros y placas. Esencialmente consiste en la fundida monolítica de muros y placas de concreto, de poco espesor. Se utiliza un molde con dos elementos verticales y uno horizontal, fácil de armar y con sistemas adecuados de tornillería, cuñas y rodachinas para el descimbre.

SISTEMA DE MUROS TILP-UP

Técnica constructiva creada en Estados Unidos en 1909 año en el que se comenzó a utilizar de manera preliminar en pequeñas y medianas obras, en la actualidad en este país un gran número de edificios de menos de 20 metros de altura se construyen con esta técnica. En Latinoamérica los primeros países en utilizarla fueron México y Chile (1994), en Colombia hay datos de su uso desde hace 10 años, pero con mayor énfasis desde hace aproximadamente 5 años.

TILT UP : Es la técnica de construcción con muros de concreto reforzado, los cuales son vaciados en forma horizontal en la obra, utilizando el piso de la misma y elementos perimetrales como formaleta (madera o acero). Luego, por medio de una grúa, son izados y colocados en su posición final.

En forma general el sistema TILT-UP, es un proceso de constructivo que utilizando una tecnología apropiada, permite la construcción de cierto tipo de obras en forma segura, económica y rápida.



MODULAR "TMPH" ENCOFRADO TÚNEL

Banda adicional

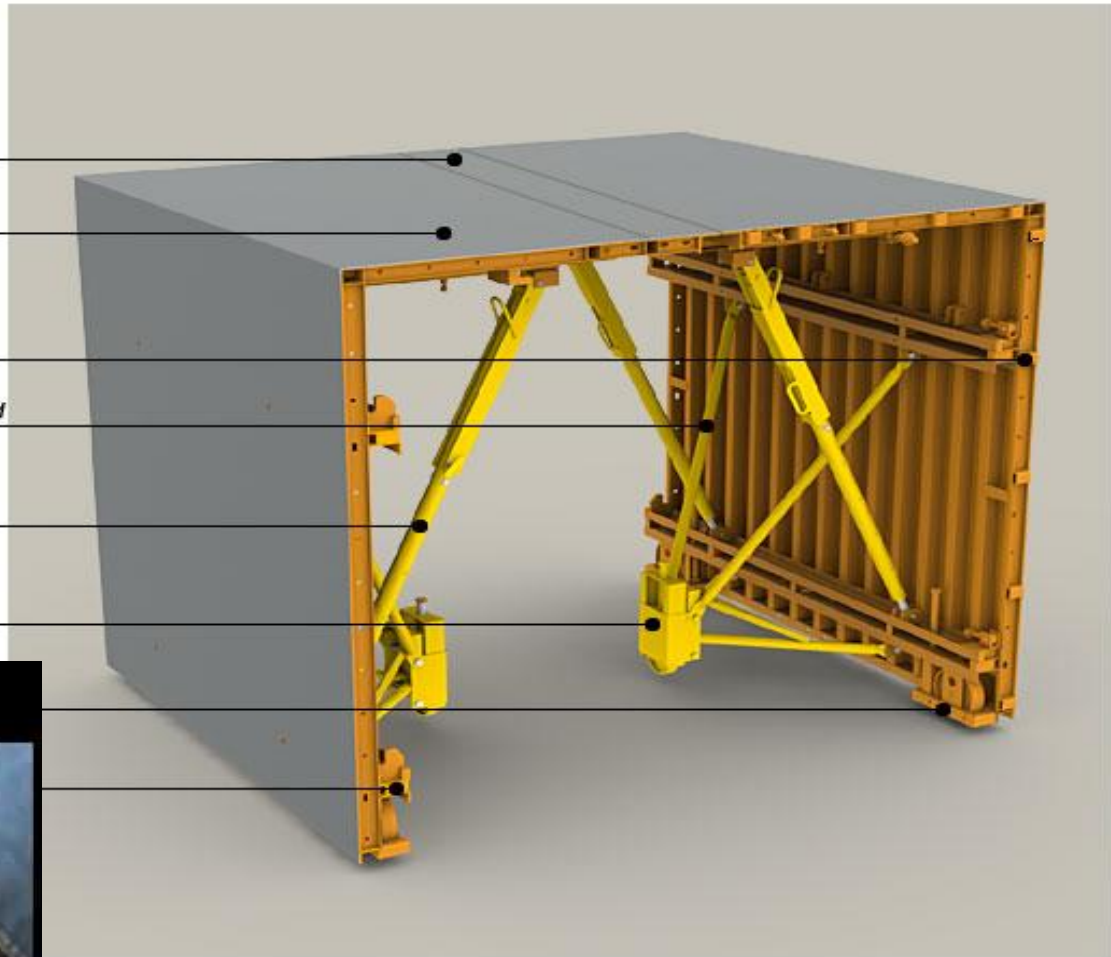
Panel horizontal
chapa 4mm

Pieza de alineamiento

Triangulacion de estabilidad

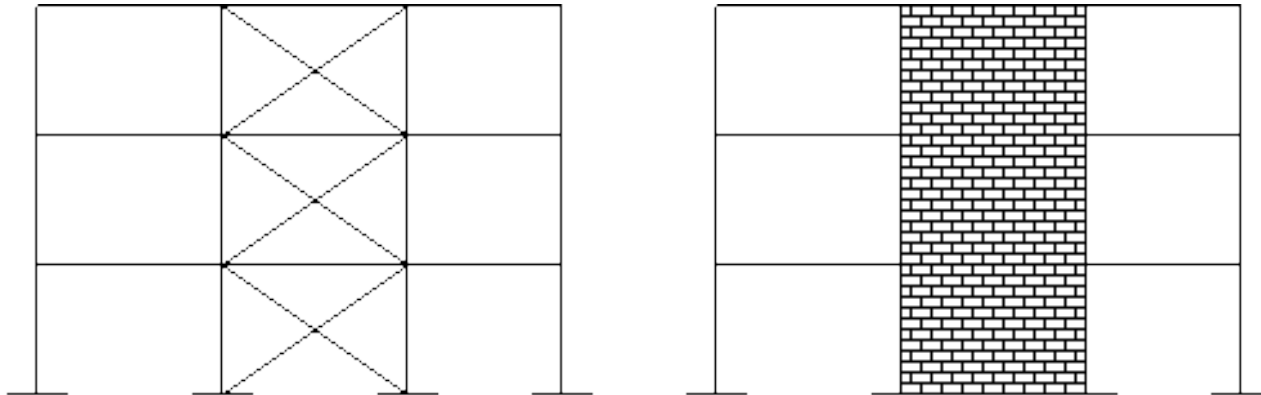
Puntal inclinado articulado

Rueda y gato de aplomado



SISTEMA COMBINADO. (**Sistemas estructurales mixtos**), es un sistema estructural en el cual :

- (a) Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales, o
- (b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales y que no cumple los requisitos de un sistema dual.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

SISTEMA COMBINADO

Pórticos flexibles, no resisten al menos el 25%
De las fuerzas horizontales



SISTEMA DE PÓRTICO. Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.



PORTICOS EN CONCRETO REFORZADO



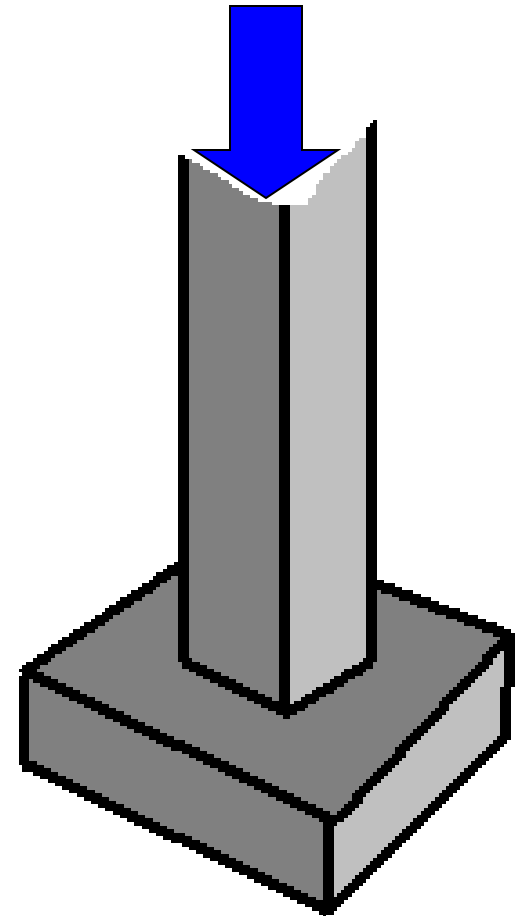
APORTICADOS METÁLICOS



SISTEMAS ESTRUCTURALES

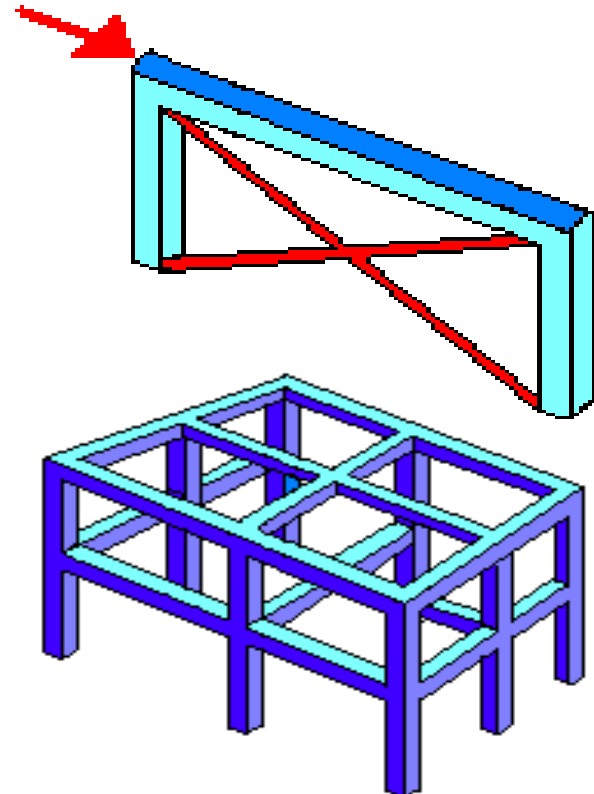
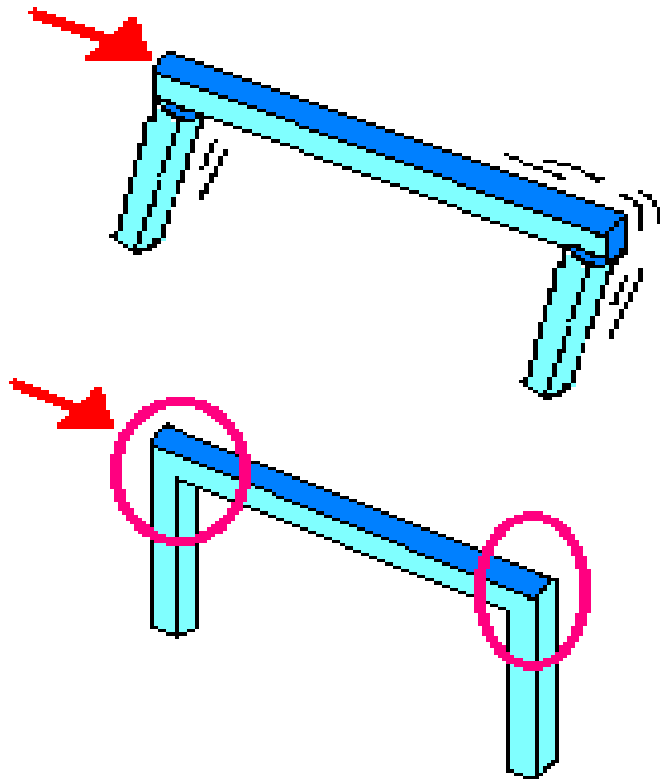
Debido a la manera como los dos sistemas destacados anteriormente se apoyan en el terreno, también pueden recibir el nombre de:

ESTRUCTURA PUNTUAL: Cuando la estructura se apoya sobre columnas, pues se considera que las cargas llegan en ciertos “puntos” al terreno. En este caso la cimentación más usual es la de **zapatas**, las cuales distribuyen la carga de cada columna en el terreno.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

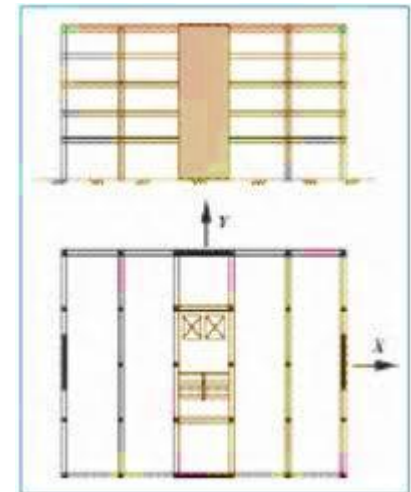
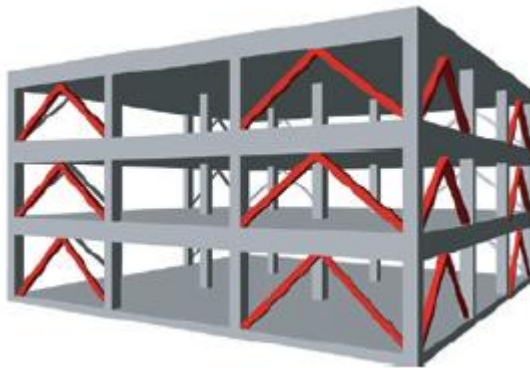
Así mismo, los sistemas basados en columnas y vigas deben garantizar su estabilidad, lo cual se logra usualmente mediante la rigidización de sus uniones o nudos, o en su defecto con la utilización de diagonales que estabilicen el pórtico (también llamadas riostras), y con la repetición de pórticos en ambos sentidos.



SISTEMA DUAL. (Sistemas estructurales mixtos)

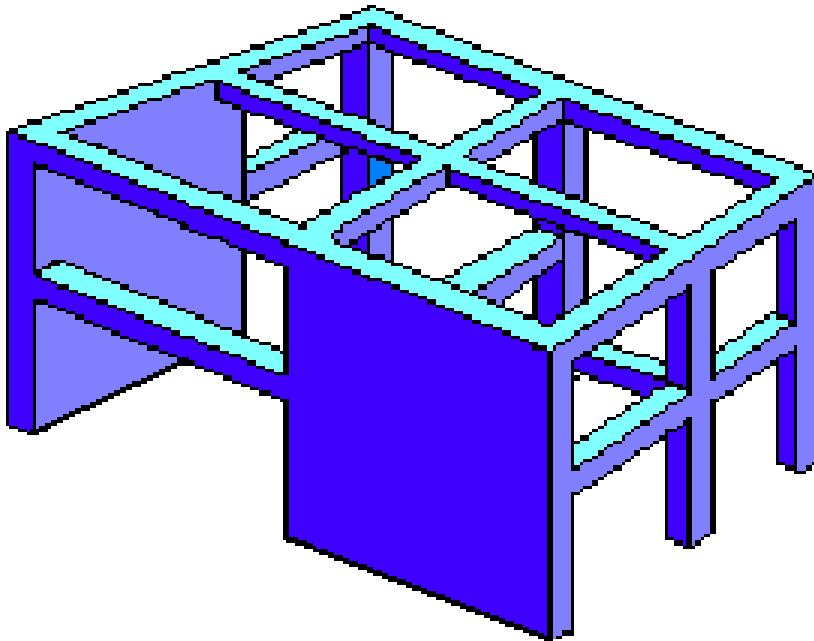
Es un sistema estructural que tiene un pórtico espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales.

- a) Pórtico espacial sin diagonales resistente a M y cargas V .
- b) FH resistidas por combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos...
- c) Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a su rigideces relativas,.....



SISTEMA DUAL O COMBINADO EN CONCRETO (Pórticos y pantallas)

Cuando la deriva no “chequea” para una edificación de pórticos en concreto, una de las opciones es rigidizar esta estructura mediante la inclusión de muros estructurales, que logren llevar dichos valores de deriva a los límites propuestos por las NSR-98 (1% de la altura de entrepiso). Esto ocurre para edificaciones de entre seis y siete pisos en adelante, dependiendo también de las luces que se manejen.





EDIFICIO CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA

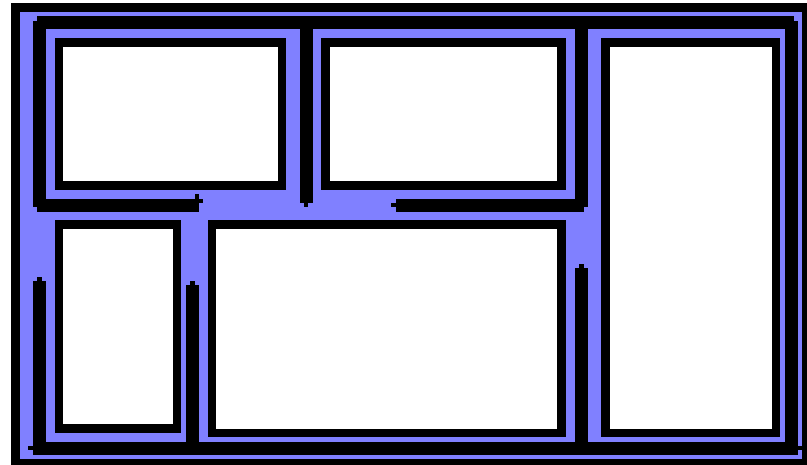
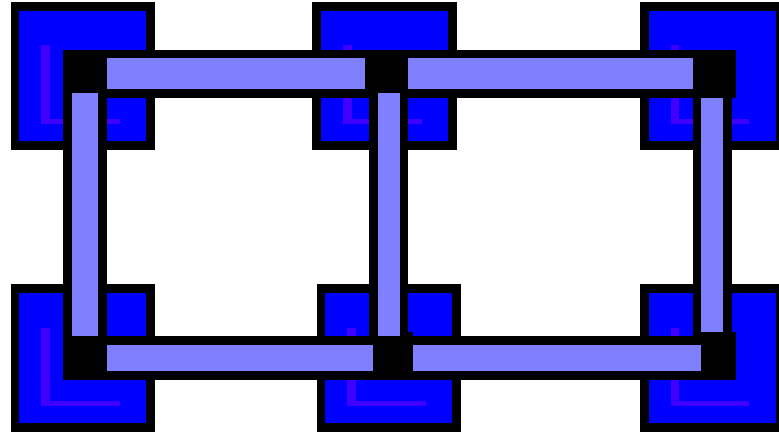
La pregunta siempre será: ¿Cuál es el tamaño de las pantallas?

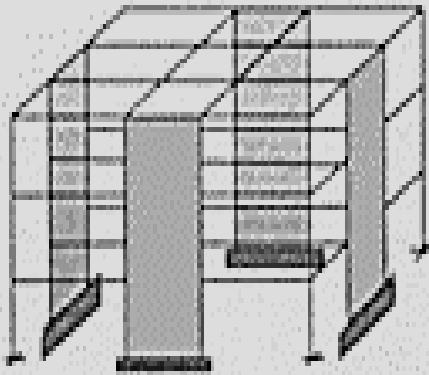
Al respecto hay que decir que:

- Los muros estructurales no reemplazan a las columnas.
- Las columnas si pueden en cambio, adoptar formas rectangulares pero que no sean demasiado esbeltas.
- Las pantallas deberían tener un espesor mínimo de 20 cm y una longitud de 1.20 m.
- Se deben dejar ejes en los cuales el ingeniero pueda aumentar o disminuir el tamaño de las pantallas.
- Lo ideal es que las pantallas ocupen todo el vano entre columnas.
- Las pantallas deben ubicarse simétricamente, preferiblemente en la periferia de la edificación, donde son más efectivas.

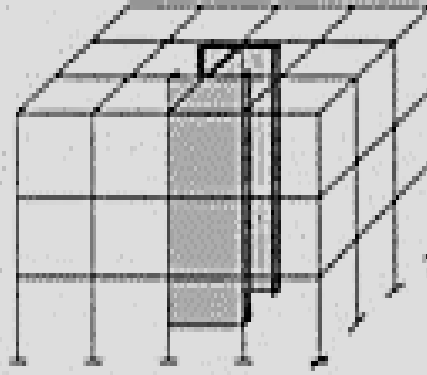
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Hay que tener en cuenta que en ambos casos la cimentación debe estar amarrada de manera conveniente, en los sistemas puntuales las zapatas se unen mediante las vigas de cimentación, y en los sistemas lineales sus cimientos deben conformar anillos cerrados que garanticen dicho amarre.

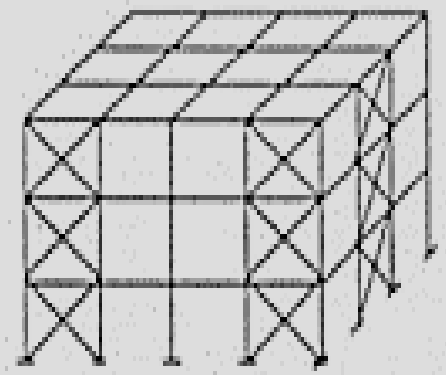




Con muros de concreto armado



Con núcleos



Con arriostramientos laterales



CONCLUSIÓN:

Sistema Combinado: Consiste en un pórtico tridimensional acoplado con muros estructurales, ambos de alta ductilidad y resistencia en los cuales los pórticos no alcanzan a soportar el 25% de la carga horizontal. (si pueden soportar carga vertical y es lógico, por que ellos tienen rigidez)

La diferencia con el sistema dual es que en el dual los pórticos deben soportar al menos el 25% de las cargas horizontales. el pórtico acoplado con los muros estructurales debe soportar la totalidad de las cargas laterales.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS COMPARATIVAS

SISTEMA DE MUROS

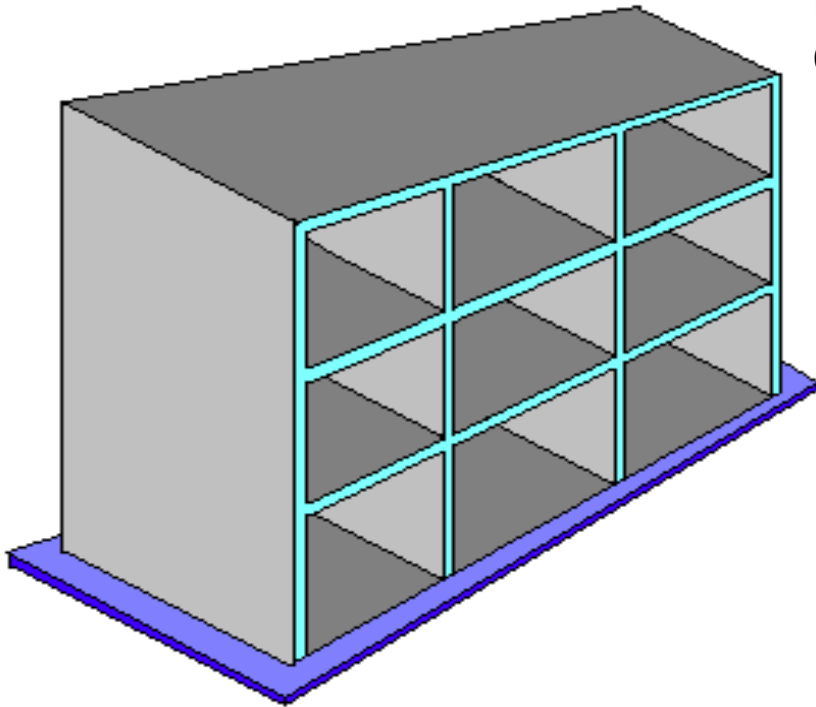
- Luces pequeñas y medianas
- Restricción para grandes vanos
- Restricción para cambios posteriores
- Bajo costo
- Facilidad en mano de obra
- Facilidad de diseño y cálculo estructural
- Edificaciones de baja altura
- Edificios más rígidos
- Continuidad vertical de los muros

SISTEMA DE COLUMNAS

- Luces medianas y grandes
- Posibilidad de grandes vanos
- Posibilidad para cambios posteriores
- Mayor costo
- Menos facilidad en mano de obra
- Diseño y cálculo estructural especializado
- Edificaciones en altura
- Edificios más flexibles
- Continuidad vertical de las columnas, pero no de los muros divisorios.

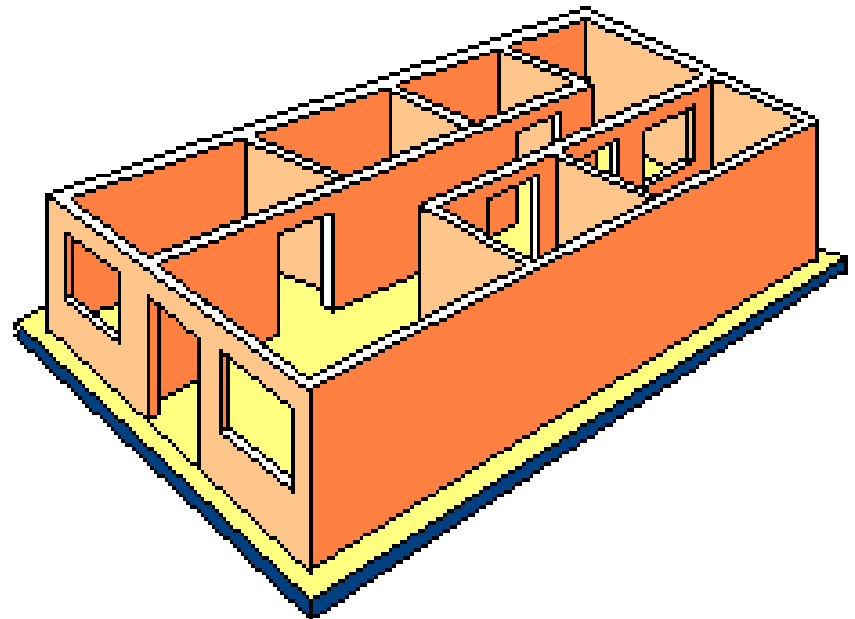
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Sistemas de muros:



VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS

EDIFICIO EN MUROS DE CONCRETO
OUTINORD





SISTEMAS DE MUROS

CON- TECH:

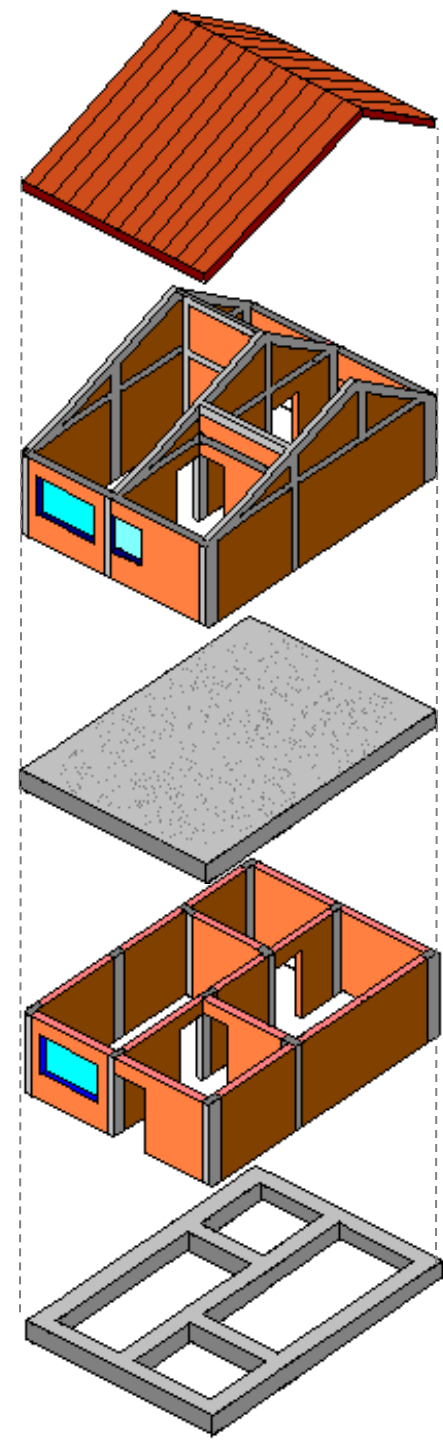


MAMPOSTERIA CONFINADA

Consiste en un sistema de muros portantes que basan su transmisión de cargas verticales y horizontales y su resistencia sismo resistente en la organización más o menos ortogonal de sus muros reforzados a través de columnetas y viguetas de amarre fundidas en concreto reforzado cada cierta distancia.

La Norma Sismo resistente a través de su Título E permite la construcción de casas de uno y dos pisos en este sistema, mediante un procedimiento que básicamente lo que hace es chequear longitudes mínimas de estos muros en cada dirección y recomendar los refuerzos mínimos de su estructura.

De acuerdo con la NSR-10 es posible construir edificaciones en mampostería confinada, hasta de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta, de hasta 12m de altura en zona de amenaza sísmica intermedia, y de hasta 18m de altura en zona de amenaza sísmica baja.



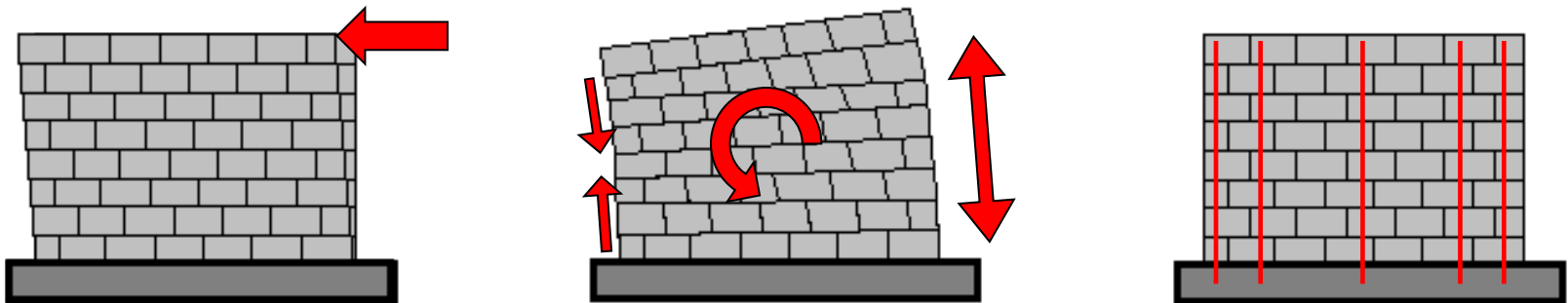
Mampostería estructural
en bloque de arcilla.



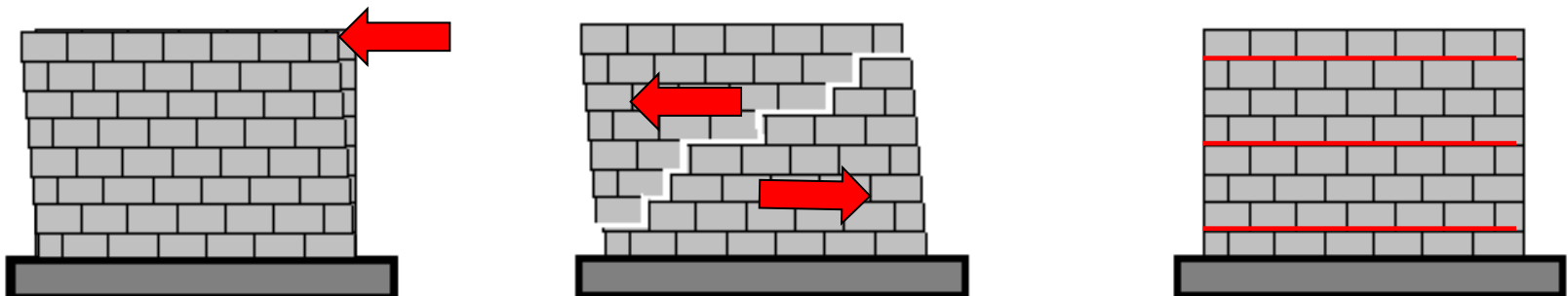
MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

Se trabaja con bloques de perforación vertical en concreto o en arcilla. Debe cumplir con todas las mismas características ya vistas de los sistemas de muros estructurales.

Resuelve su comportamiento sismo resistente con un reforzamiento vertical interno a través de las celdas del bloque, consistente en dovelas o aceros de refuerzo cada cierta distancia (mínima de 1.2 m para DES y 2.4 m para DMO), un reforzamiento horizontal cada 3 o 4 hiladas (escalerilla) y empalmes de ganchos de anclaje en las esquinas.



ACEROS VERTICALES COMO REFUERZO A LA FLEXION



ACERO HORIZONTAL COMO REFUERZO AL CORTANTE

Mampostería estructural en bloque de concreto.



- Requiere muros en ambos sentidos.
- Perfecta modulación arquitectónica.
- Luces cortas, vanos pequeños.
- Requiere acabado adicional (estuco + pintura).
- Dificulta parqueaderos en primeros pisos.
- Excelente comportamiento sísmico.

Mampostería estructural en bloque de arcilla.



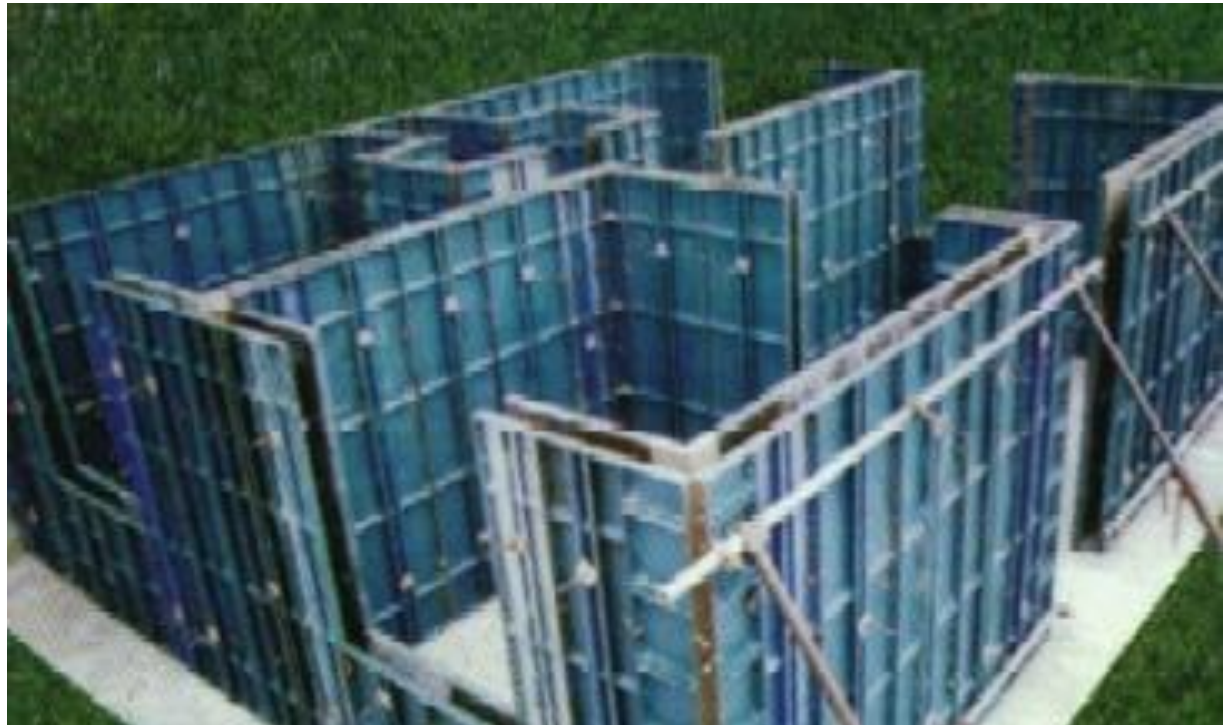
- Facilidad de ser usado como acabado
- Se adapta a luces pequeñas tipo vivienda.
- Modulación perfecta de muros.
- Dificultad de parqueaderos en sótanos.

MUROS FUNDIDOS EN CONCRETO

Pueden ser fundidos en sitio o prefabricados. En ellos, la malla electro soldada que les sirve de refuerzo cumple un papel similar a los aceros de refuerzo explicados para los muros en mampostería estructural.

Por tratarse el concreto de un material muy resistente y rígido, estos sistemas poseen un excelente comportamiento sismo resistente, y bajo la Norma NSR-98 resultan muy adecuados para zonas de alta amenaza sísmica.

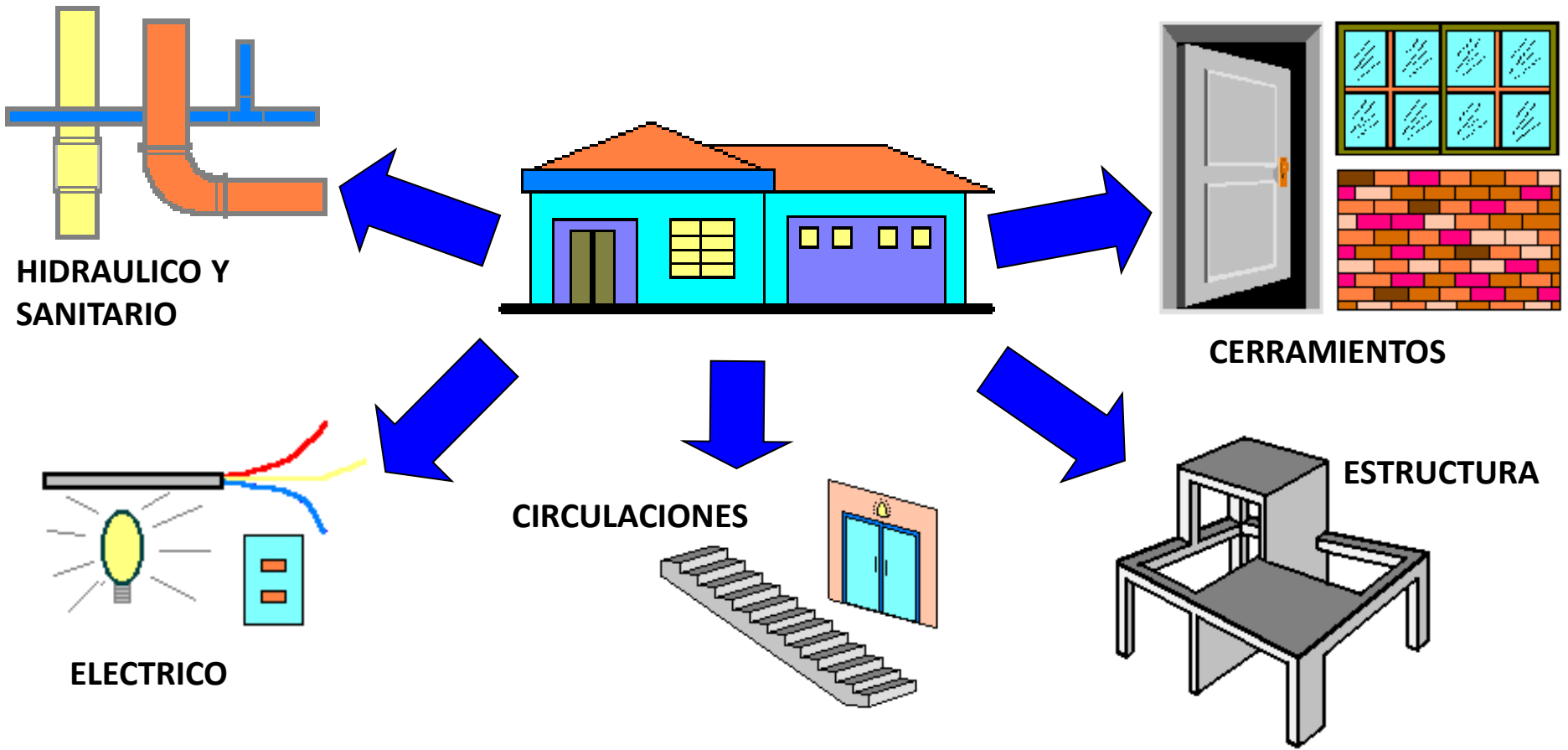
**FORMALETA METALICA
PARA MUROS
FUNDIDOS EN SITIO**



OTRAS DEFINICIONES...
LOS MISMOS CONCEPTOS

LA EDIFICACIÓN

Una edificación puede ser considerada como un organismo que está constituido por diferentes sistemas, cada uno de los cuales cumple funciones específicas dentro de la misma, y su funcionamiento óptimo permite a su vez el buen funcionamiento del conjunto.



INTRODUCCION GENERAL

SISTEMAS ESTRUCTURALES

El sistema estructural de una edificación es el responsable de recibir las cargas generadas en ella y conducirlas hasta el terreno. De la geometría de sus elementos se define la manera como pueden soportar y transmitir dichas cargas: puntual, lineal o superficialmente; y de la naturaleza de las uniones entre los mismos: articuladas, fijas o empotradas, la manera como interactúan entre ellos y se transmiten así los diferentes esfuerzos: tracción, compresión y cortante, así como flexión y torsión.



Maqueta del estadio de Munich



Maqueta de un sistema de carpas y cables

Existe una variada posibilidad de clasificar los diferentes Sistemas Estructurales, partiendo para ello de diferentes criterios, algunos con mayor o menor claridad y validez. Sin embargo la práctica profesional se ha centrado principalmente en algunos modelos paradigmáticos, retomados a su vez en las principales normativas estructurales y enseñados tradicionalmente en las facultades de arquitectura. La selección hecha en esta presentación expone los casos principales de dicha clasificación, haciendo énfasis en los más utilizados en nuestro medio profesional.

INTRODUCCION GENERAL

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

De otro lado, los sistemas constructivos definen los materiales y procedimientos con que se materializa una edificación, tanto su sistema estructural como también los otros sistemas que la conforman: cerramientos, eléctrico, hidráulico, sanitario, entre otros.

Existe por lo tanto una relación estrecha entre el sistema estructural y el sistema constructivo de una edificación, pero es claro que hacen referencia a dos hechos perfectamente diferenciables.

Como es la estructura la característica primordial que da cuerpo a una edificación, regularmente se define el sistema constructivo de la misma, como aquel que materializa su sistema estructural, no obstante existan otros sistemas constructivos involucrados en la misma edificación.

La clasificación de los sistemas constructivos se hace especialmente desde el material principal en que la edificación haya sido ejecutada: piedra, madera, ladrillo, bloques, concreto, acero, entre los más utilizados.



Proceso constructivo de losa aligerada con casetón de guadua.

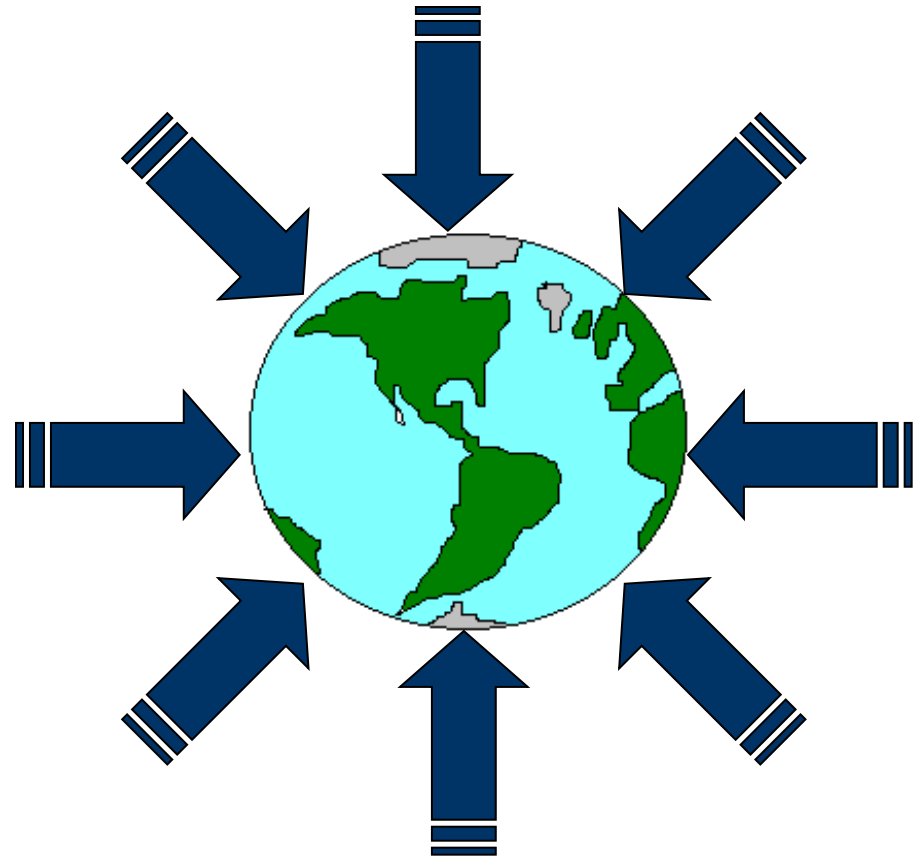


MAQUETA SISTEMA CONSTRUCTIVO EN STEEL DECK

SISTEMAS ESTRUCTURALES

El sistema estructural es el encargado de transmitir TODAS las cargas que se generan en la edificación hasta el terreno, sitio sobre el cual se apoyan todas las estructuras que ha construido el hombre.

La fuerza que genera la gravedad sobre todos los cuerpos sobre la tierra, se constituye en la carga principal que debe soportar cualquier estructura.

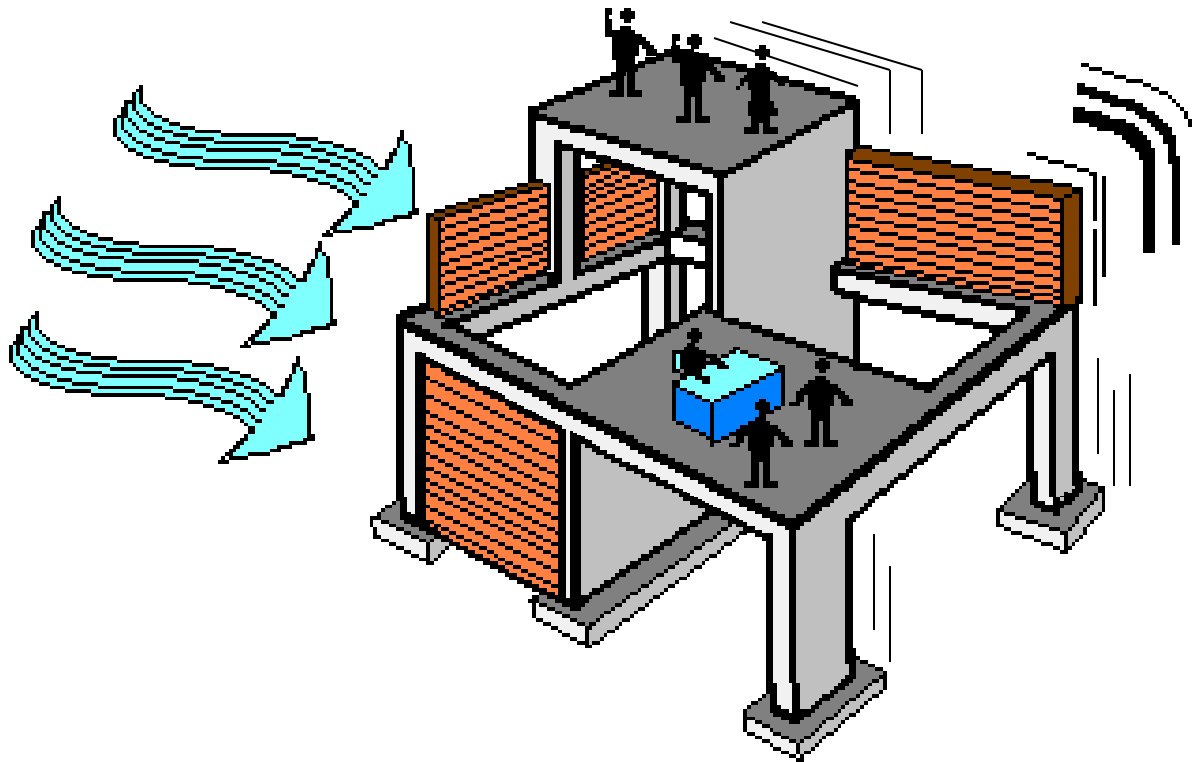


SISTEMAS ESTRUCTURALES

En cualquier edificación, estas cargas son originadas básicamente por tres causas:

1. Peso propio de la edificación.

2. Uso de la edificación.

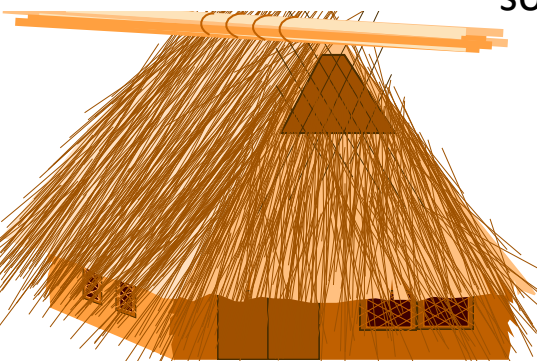
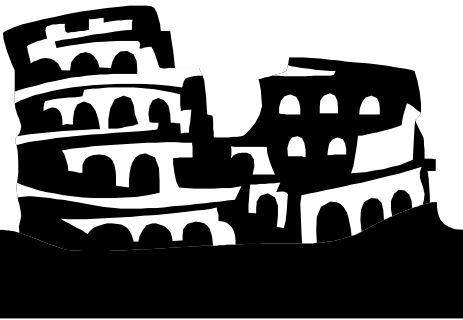


3. Cargas eventuales ocasionadas por la naturaleza

A. Vientos

B. Sismos

SISTEMAS ESTRUCTURALES



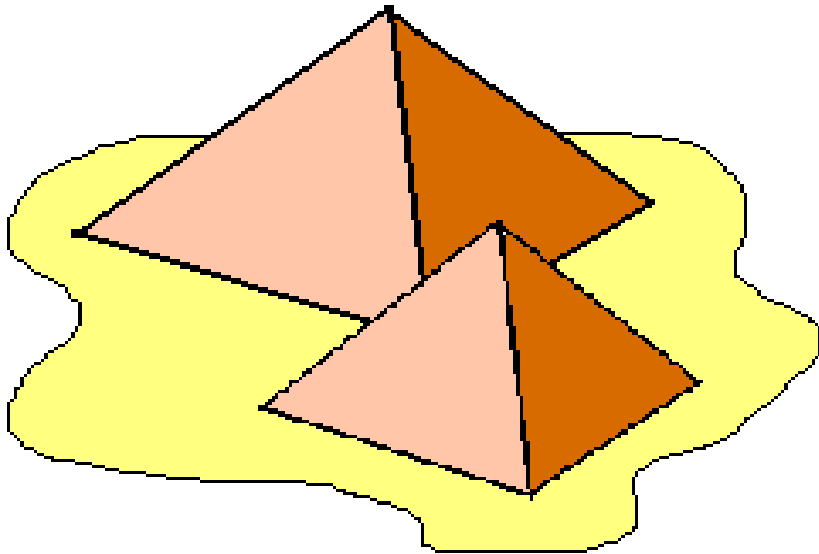
A lo largo de la historia el hombre ha ingeniado miles de formas de estructurar sus construcciones, inicialmente de acuerdo con las condiciones del sitio en que se encuentra y posteriormente de acuerdo con el desarrollo tecnológico de la sociedad en la que se encuentre.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Así, los sistemas estructurales pueden clasificarse de muchísimas maneras, una de las más aceptadas es considerar los siguientes tipos de sistemas:

1. Sistemas macizos



PIRAMIDES

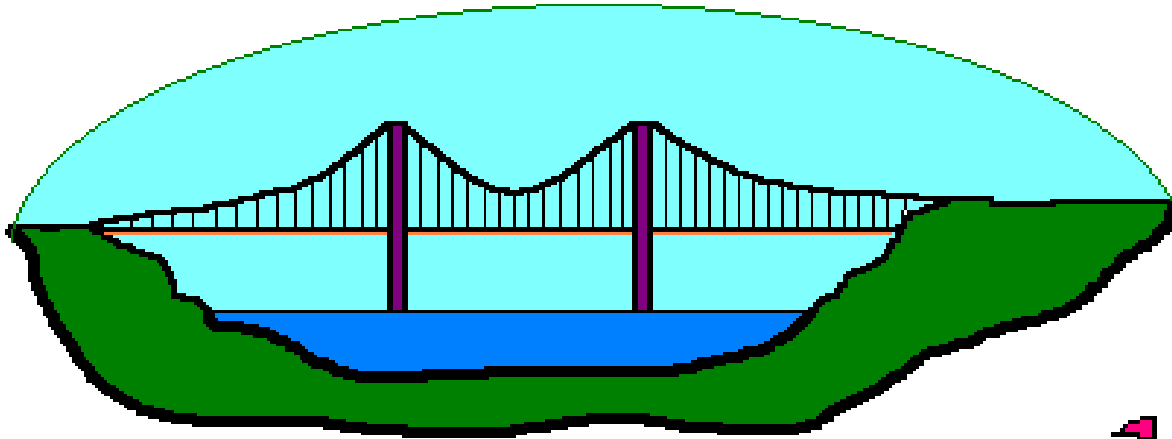


REPRESAS

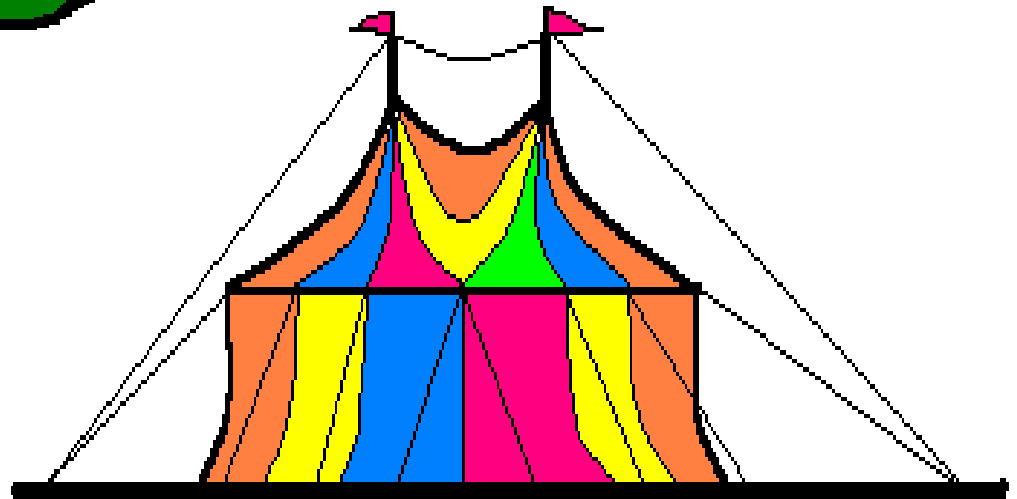


SISTEMAS ESTRUCTURALES

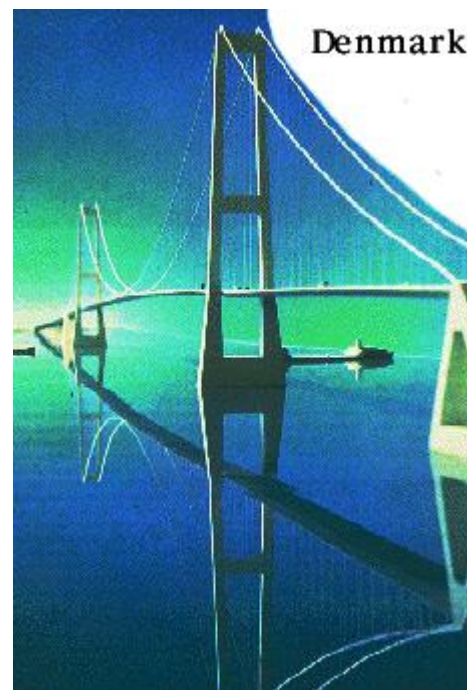
2. Sistemas con base en cables



PUENTES



CARPAS



Denmark

SISTEMAS ESTRUCTURALES

3. Sistemas de columna y vigas:

EDIFICIO EN ESTRUCTURA METALICA



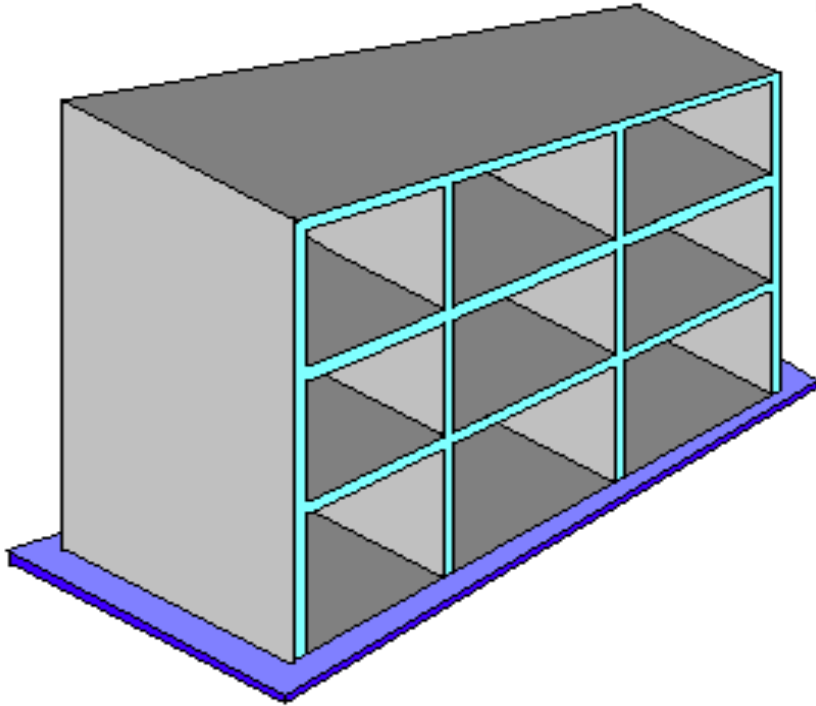
EDIFICIOS EN ESTRUCTURA DE CONCRETO



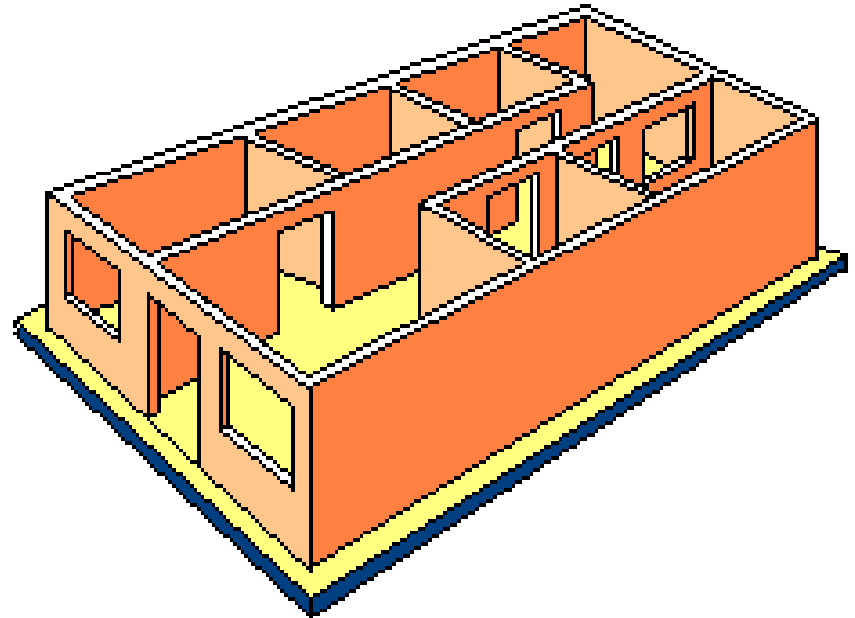
SISTEMAS ESTRUCTURALES

4. Sistemas de muros:

EDIFICIO EN MUROS DE CONCRETO



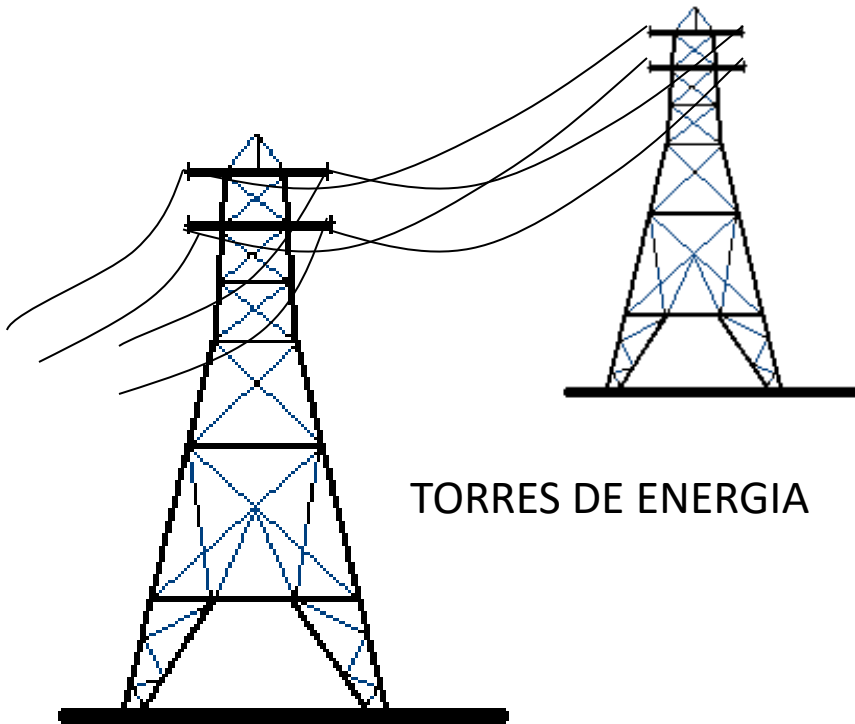
VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS



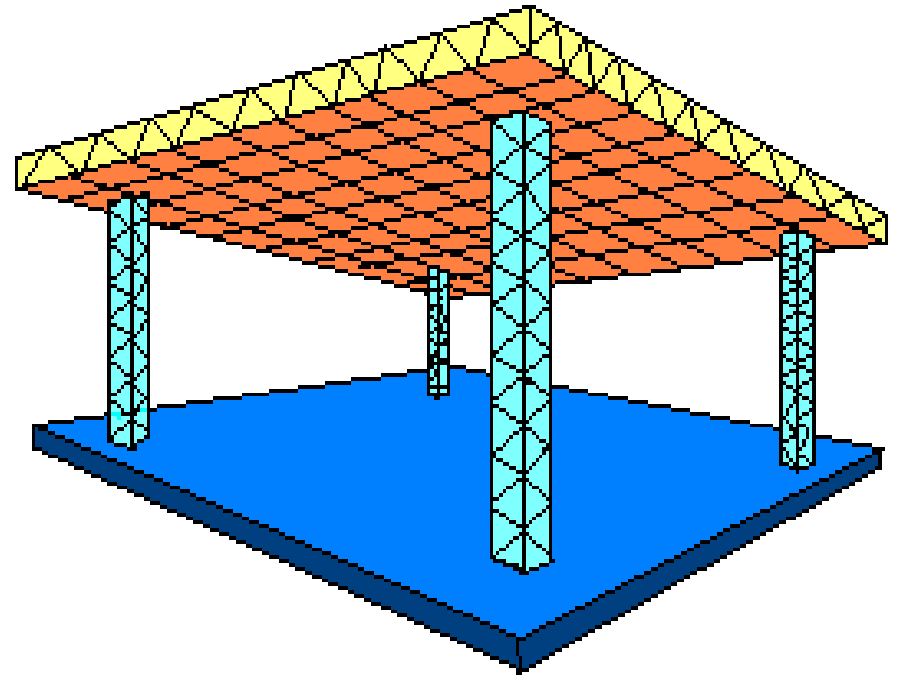


SISTEMAS ESTRUCTURALES

5. Sistemas reticulares:



TORRES DE ENERGIA



ESTRUCTURAS DE
CUBIERTA



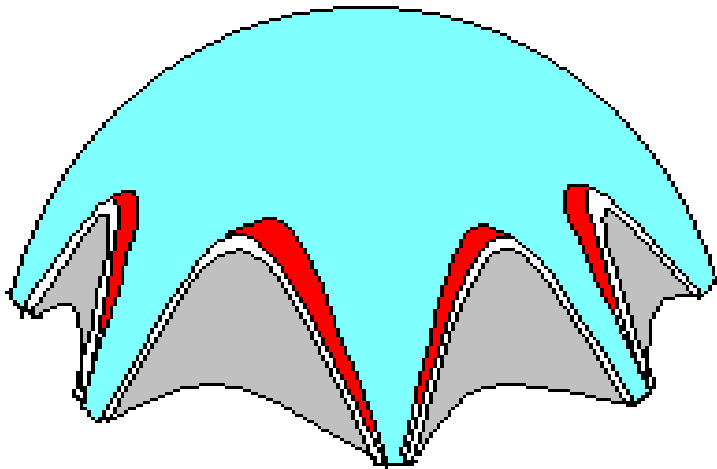
EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS - Medellín / Bóveda
Montaje y cálculo: Tecmo-Alco Ltda. - 1998



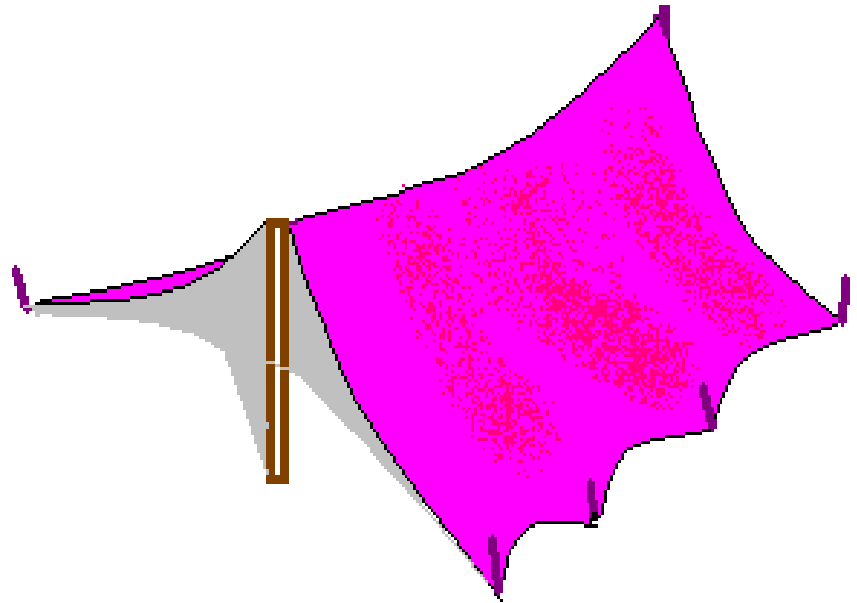
PALACIO DE EXPOSICIONES - Medellín 1972

SISTEMAS ESTRUCTURALES

6. Sistemas superficiales:

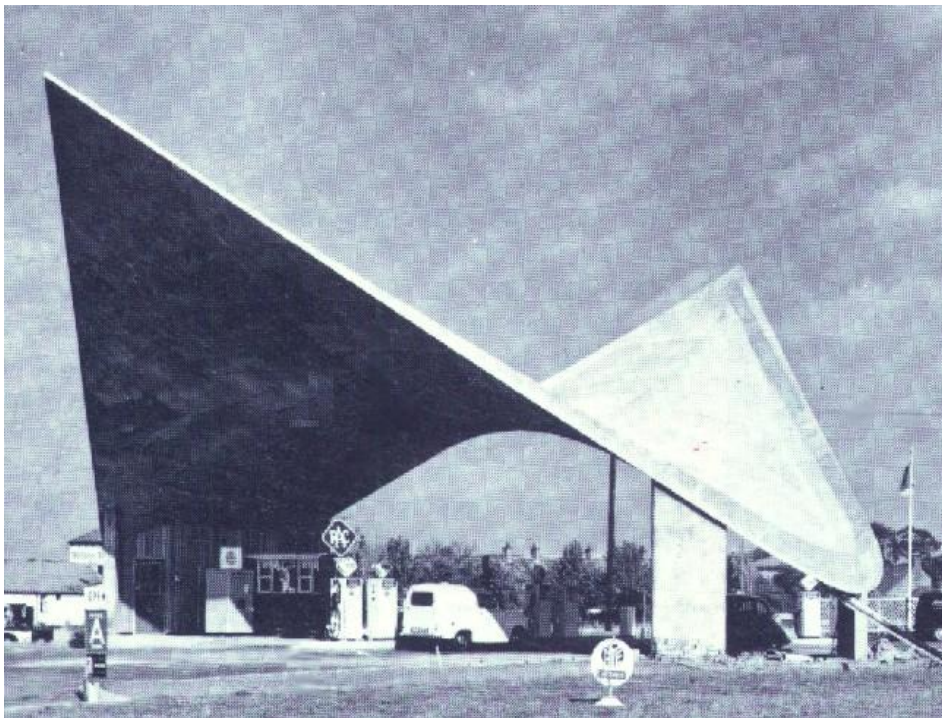


**CUPULAS Y
CASCARAS DELGADAS**



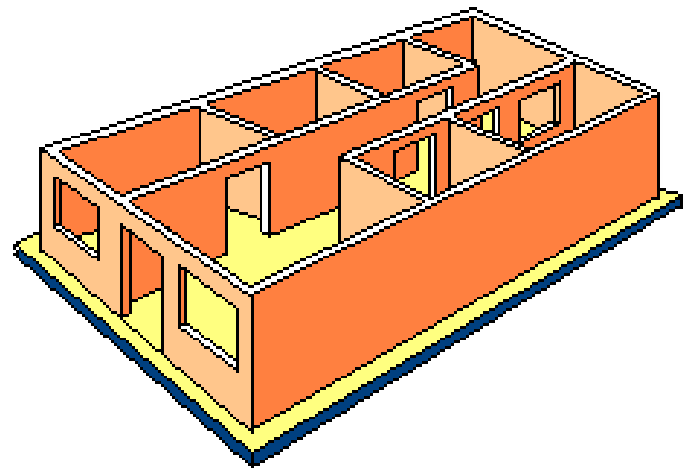
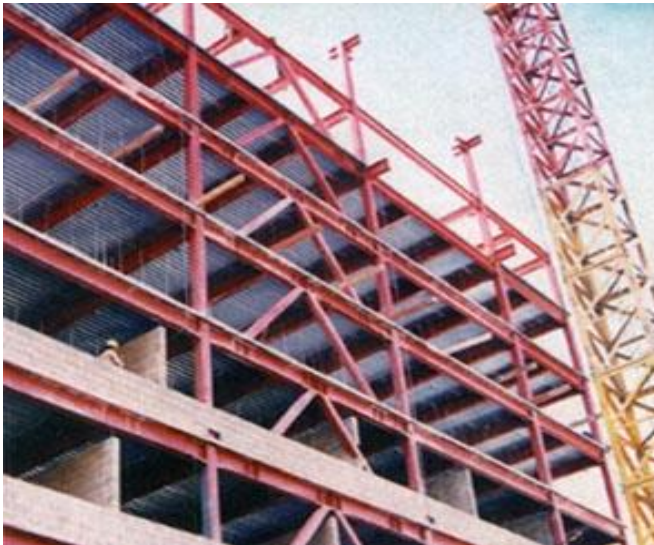
CARPAS

CASCARAS



SISTEMAS ESTRUCTURALES

De todos estos sistemas, los más utilizados en las estructuras de las edificaciones arquitectónicas son los sistemas de muros, llamados también de **MUROS PORTANTES**, o **MUROS ESTRUCTURALES**, y los sistemas de columnas y vigas, denominados **SISTEMAS APORTICADOS**, en los casos en que estos dos sistemas se utilizan al tiempo en una misma edificación se utiliza el nombre de **SISTEMA DUAL** o **SISTEMA COMBINADO**.



SISTEMAS ESTRUCTURALES

Repasando tenemos que las partes que conforman una estructura convencional son:

