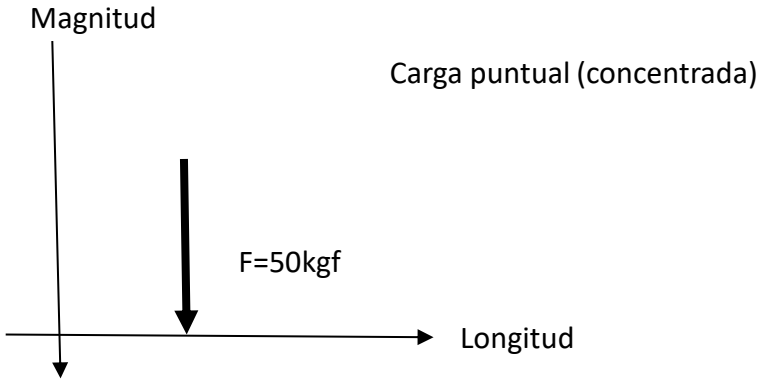
SISTEMAS PORTANTES/ ESTRUCTURALES

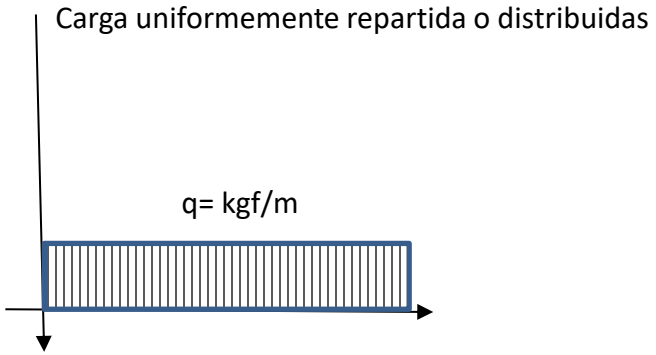
INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS

CONCEPTOS BÁSICOS

REPRESENTACIÓN DE LAS CARGAS

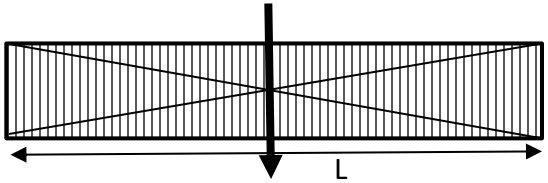
Para efectos de entender mejor su comportamiento, forma de aplicación y recorrido, las cargas tiene una forma gráfica básica de representarse**.**





Las cargas repartidas o distribuidas pueden ser:

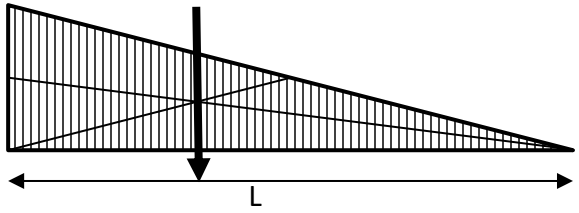
- Carga uniformente distribuida constante en todos los puntos de aplicación



q= kgf/m

Carga total= q x L

- Carga no uniformente distribuida (cambia en los diferentes puntos de su aplicación



Carga total= $\frac{q_{xL}}{2}$

Para cualquier caso de cargas repartidas, el valor total de las mismas se considera aplicada en el centro de gravedad de la superficie.

Estática gráfica y analítica

La estática estudia lo relacionado con el equilibrio y la estabilidad, (en nuestro caso de las edificaciones) dos conceptos básicos de los cuales ya hablamos de manera preliminar y que hacen parte de las exigencias de una estructura, conjuntamente con la resistencia, la rigidez. Es por ello que la estática estudia las condiciones que deben cumplir las fuerzas que actúan sobre un sistema portante para que se mantenga en equilibrio (acciones y reacciones).

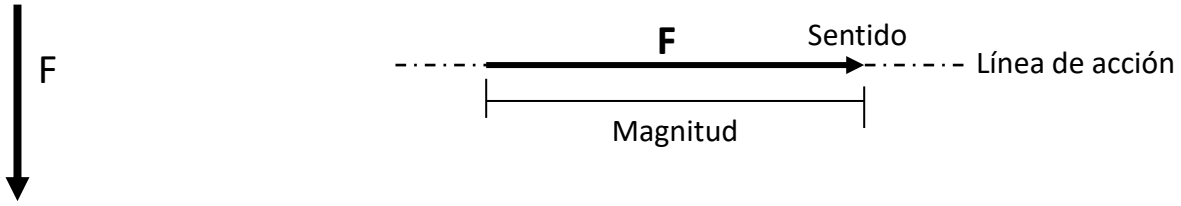
Teniendo en cuenta el concepto de fuerza y carga vistos en clase, podemos recordar que una carga es una fuerza aplicada sobre una estructura, o un elemento estructural.

La fuerza es una magnitud vectorial, la cual se representa por una flecha (vector), la cual está compuesta por los siguientes elementos:

• MAGNITUD, INTENSIDAD o MÓDULO, representada por la longitud de la flecha, que representa la cuantía de la misma con sus respectivas unidades (kgf, t, N, Kn), por ejemplo 5kgf, que debe corresponder con las unidades gráficas representadas en el vector.

• SENTIDO, se representa mediante la dirección que sigue la fuerza, el cual establece tanto el ángulo de la fuerza (flecha o vector) con respecto al eje x, como también hacia donde se dirige la fuerza (derecha, izquierda, arriba, abajo).

• RECTA DE ACCIÓN, LINEA DE ACCIÓN o EJE, que marca la línea o eje imaginaria sobre la cual actúa la fuerza, al graficar un vector (fuerza), comúnmente no se dibuja esta línea.



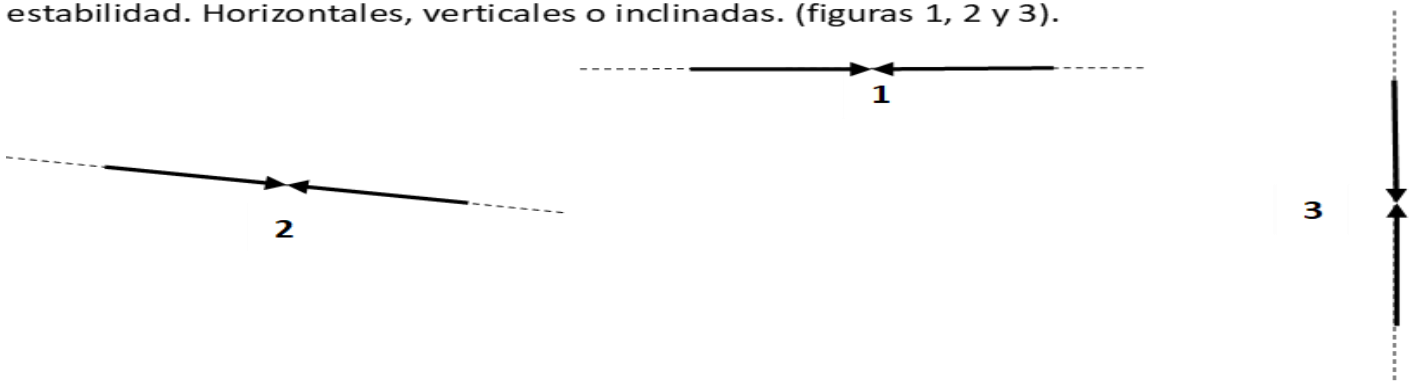
Ejemplos:

1. Igual magnitud, igual sentido, diferente línea de acción.
2. Igual magnitud, diferente sentido, diferente línea de acción.
3. Diferente magnitud, igual sentido, igual línea de acción.
4. Igual magnitud, diferente sentido, igual línea de acción (equilibrio de fuerzas y estabilidad).

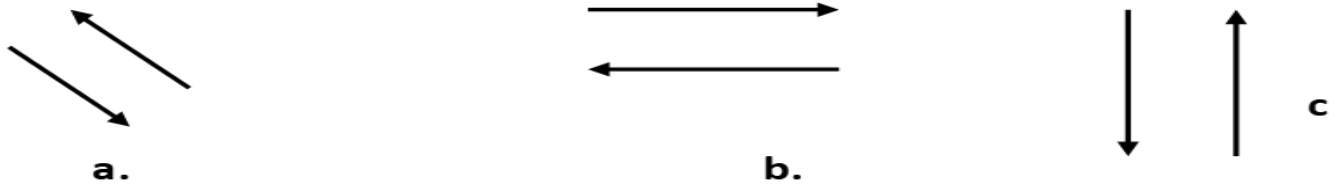


Otras definiciones:

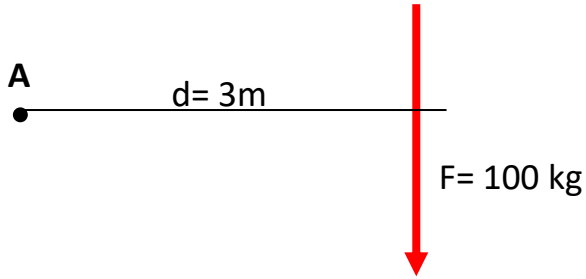
Bifuerza: Dos fuerzas de igual magnitud, sentido contrario y la misma lineade acción. Equilibrio y estabilidad. Horizontales, verticales o inclinadas. (figuras 1, 2 y 3).



Par de fuerzas: Dos fuerzas paralelas de igual magnitud y sentido contrario (horizontales, verticales o inclinadas). **(figuras a, b, c)**



MOMENTO DE UNA FUERZA: el momento o radio de giro, se considera el movimiento (rotación) que produce una fuerza aplicada a una distancia determinada del punto de apoyo. Por lo tanto **M = F x d**



MA= 100 kg x 3m = 300kgm

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

ΣFx = 0 → Σ Fh = 0

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

ΣFy = 0 → ΣFv = 0

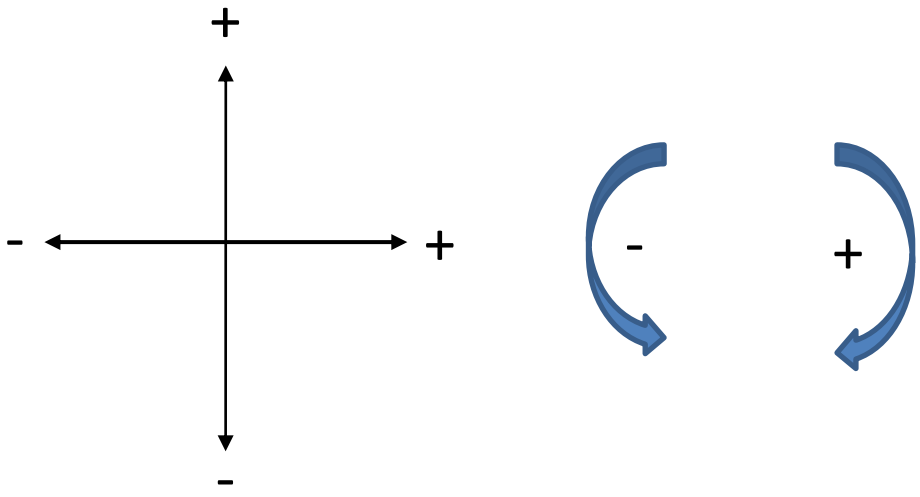
3. La suma algebraica de momentos M, o tendencias de giro respecto a un punto determinado en equilibrio, es cero.

ΣM = 0

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

- Fuerzas y momentos externas
- Fuerzas y momentos internas
- Fuerzas y momentos internas con fuerzas y momentos externas

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:



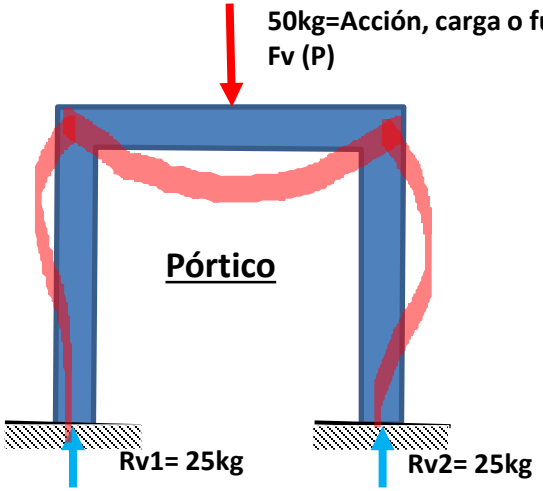


Figura A

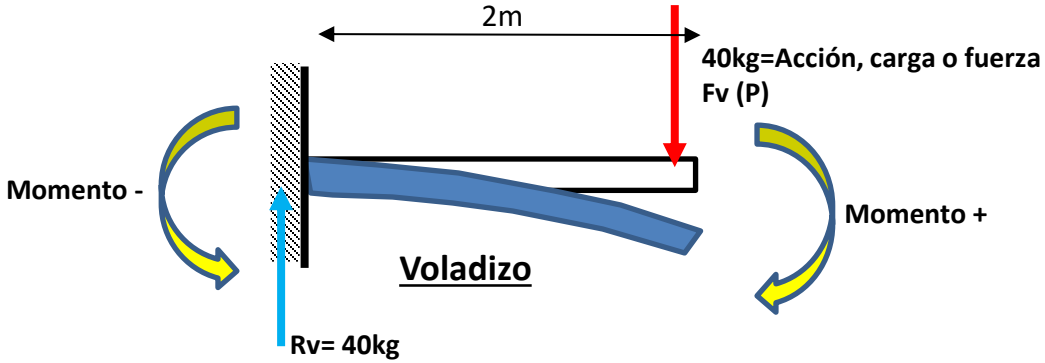


Figura B

Acciones =Reacciones => Σf = Ø

Σmomentos= Ø

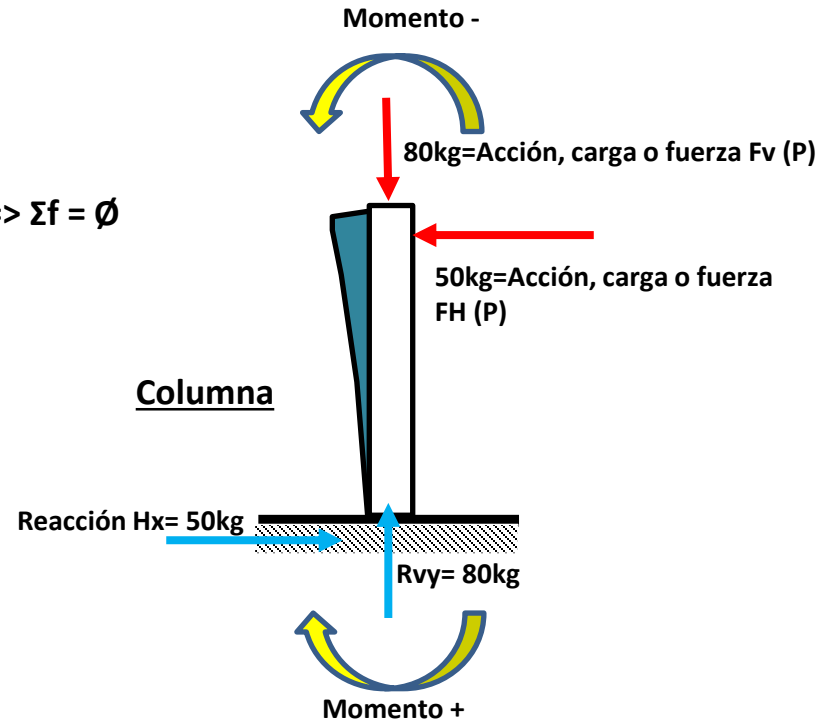


Figura C

Momento de una fuerza es la fuerza aplicada por la distancia al apoyo del elemento o estructura donde se aplica dicha fuerza, por lo tanto: **M= F x d**

En el caso de la **figura B**, si el voladizo tiene una longitud de 2m, y la fuerza P= 40kg, el momento resultante con respecto al apoyo será: M=40kg x 2m = 80kg*m.
El trabajo mecánico resultante de este momento es un giro, o rotación del elemento estructural.

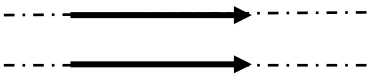
Acciones-Reacciones -Momentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE FUERZAS-Tipos de sistemas de fuerzas

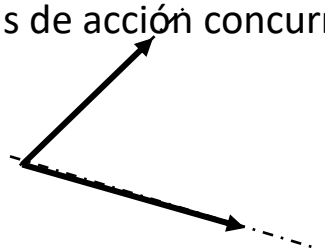
Las acciones que afectan un cuerpo se pueden derivar de múltiples formas de aplicarse, así como también de conjunto de esas acciones que actúa, por lo que, cuando ese conjunto de fuerzas afecta un sistema estructural, se debe hallar la resultante, que es la sumatoria de las fuerzas aplicadas. A continuación expondremos la clasificación de ese conjunto de fuerzas que en un momento dado pueden llegar a una estructura o elemento estructural:

1. FUERZAS COLINEALES: comparten la misma línea de acción 

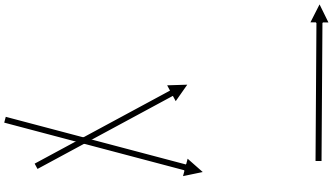
2. FUERZAS PARALELAS: Son aquellas que actúan en la misma dirección y sentido o en sentidos opuestos, pero no se cruzan



3. FUERZAS CONCURRENTES: sus líneas de acción concurren o nacen en un punto común



4. FUERZAS NO CONCURRENTES: sus líneas de acción no coinciden en un mismo punto, ni son fuerzas paralelas.



Concepto de sumatoria de fuerzas

Cálculo de fuerzas totales =Resultante

La sumatoria de fuerzas consiste en sumar todas las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo para obtener la fuerza neta.

Importancia en equilibrio y movimiento

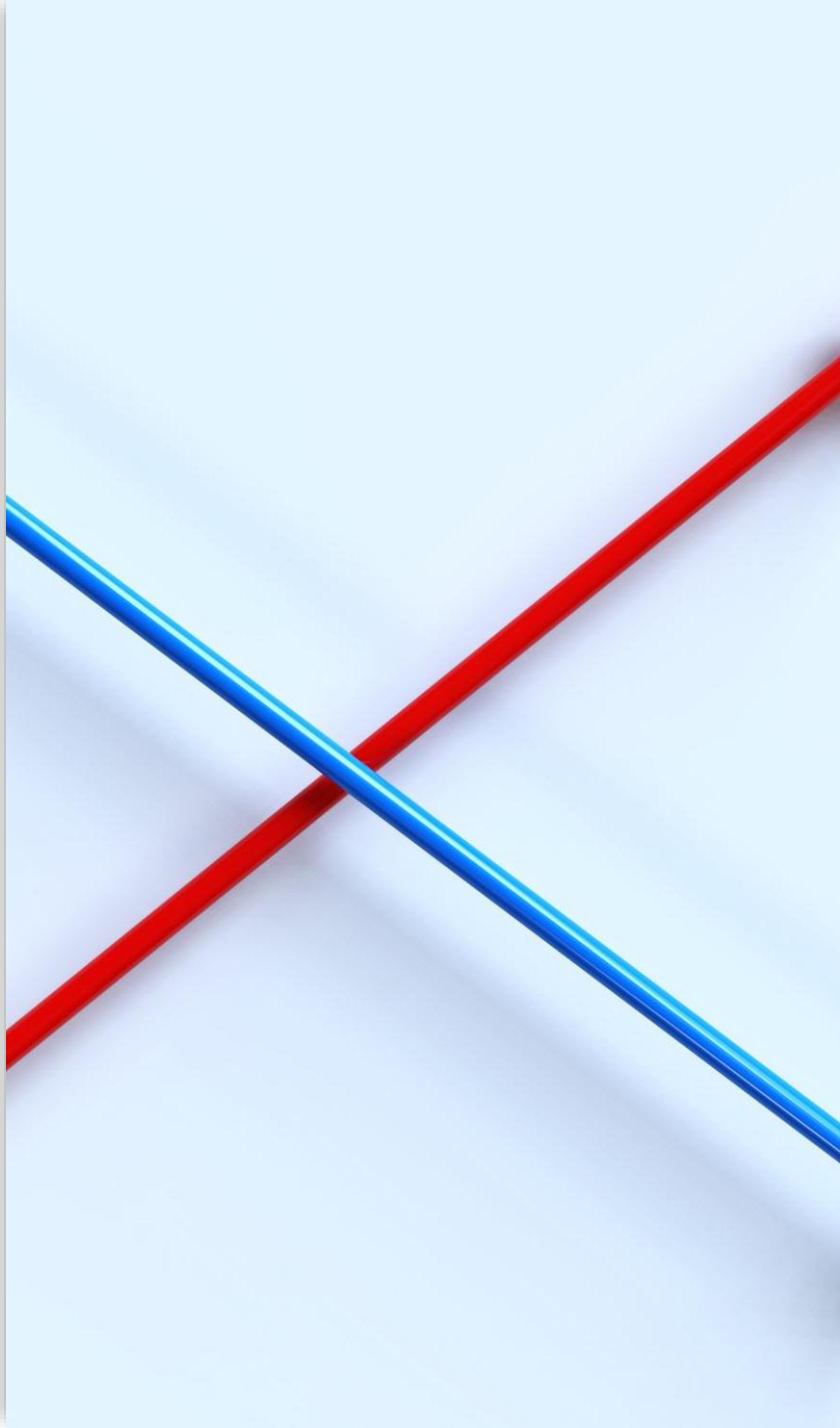
Esta operación es esencial para analizar tanto el equilibrio de los cuerpos como su movimiento bajo la acción de fuerzas.

Relación con la segunda ley de Newton

La sumatoria de fuerzas determina la aceleración de los objetos, según la segunda ley de Newton.

Relación con la tercera ley de Newton

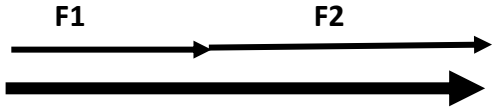
A toda acción se opone una reacción igual y en sentido contrario



RESOLUCIÓN GRÁFICA Y ANALÍTICA DE FUERZAS

Fuerzas colineales

Gráfica



F1= 50 kgf
F2= 80 kgf

Analítica

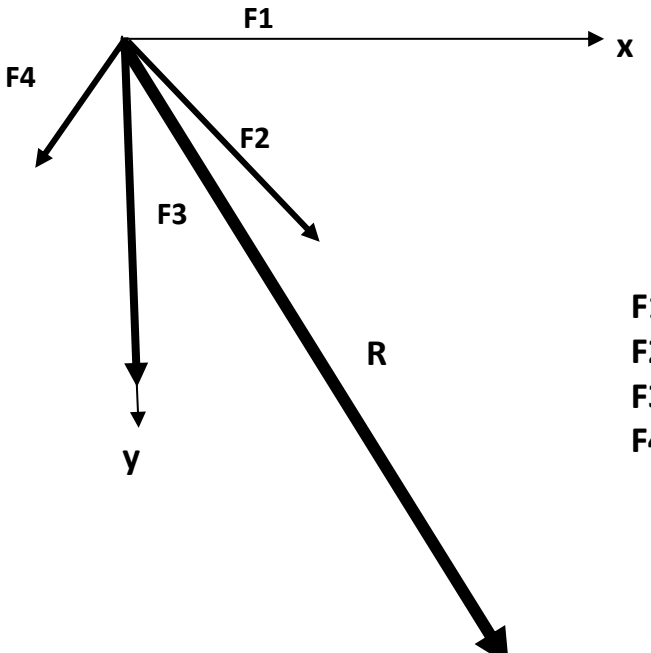
R = F1+F2 = 130 kgf



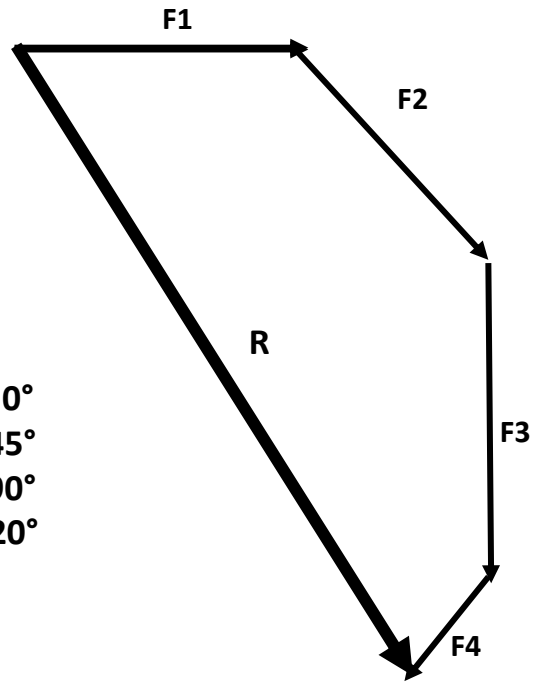
F1= 80 kgf
F2= 40 kgf

R = F2 - F1= -40 kgf

Fuerzas concurrentes (más de dos)

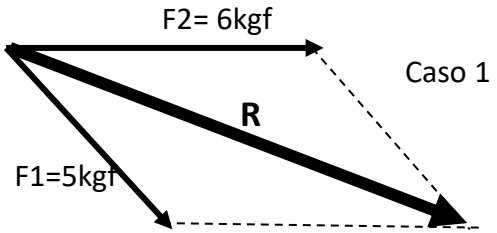


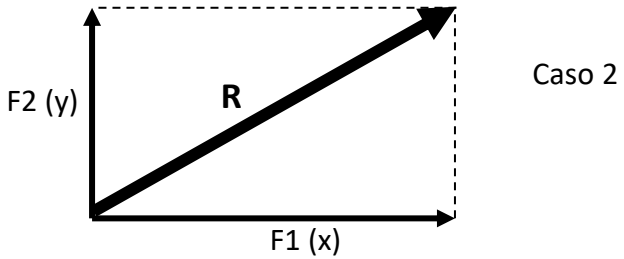
F1 = 40 kgf 0°
F2 = 45 kgf 45°
F3 = 50 kgf 90°
F4 = 25 kgf 120°



Polígono de fuerzas

Dos Fuerzas concurrentes



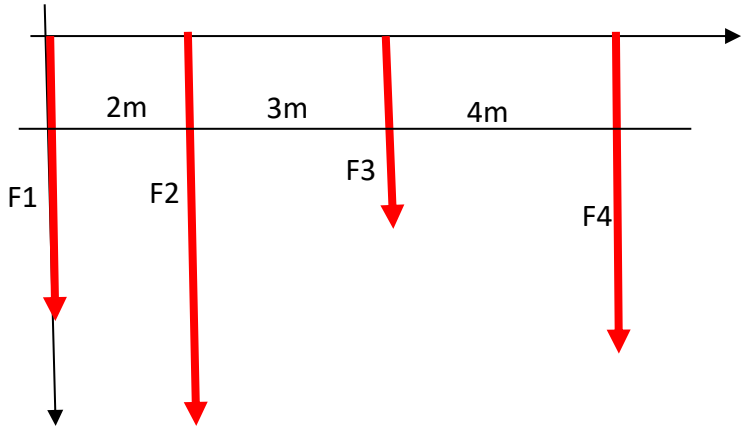


Paralelogramo de fuerzas: Es el polígono que tiene por lados a las fuerzas aplicadas, cuya diagonal es la Resultante de dichas fuerzas

Caso 1 ley del coseno: $\mathbf{R^2 = f1^2 + F2^2 - 2f1 * f2 \cos \text{ángulo} \Rightarrow R = \sqrt{f1^2 + F2^2 - 2f1 * f2 \cos \alpha}}$

Caso 2: Pitágoras: $\mathbf{R^2 = F1^2 + F2^2 \Rightarrow R = \sqrt{F1^2 + F2^2}}$

Fuerzas paralelas

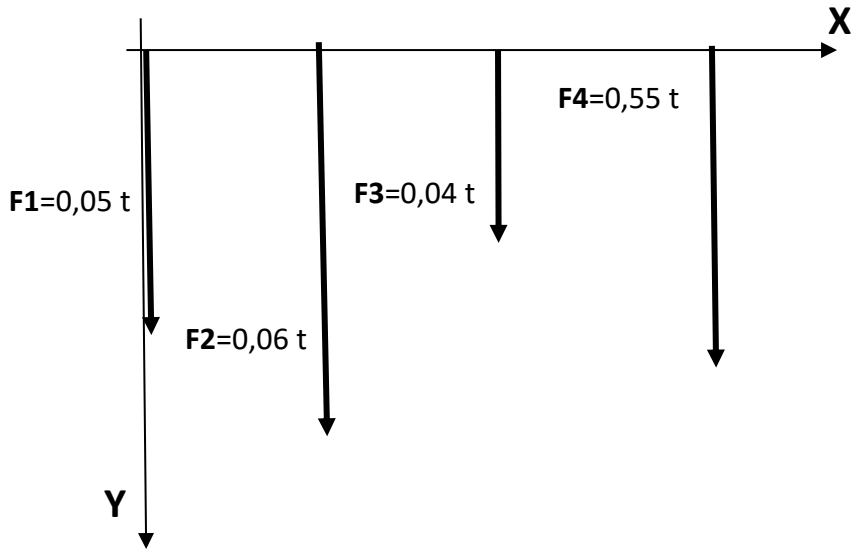


F1 = 40 kgf = 0,40KN= 0,04t
F2 = 50 kgf = 0,50kN = 0,050t
F3 = 30 kgf = 0,30kN = 0,030t
F4 = 45 kgf = 0,45kN = 0,045t

R = F2 + F1 + F3 + F4 = 165 kgf = 1,65 kN=0,165t

TAREA EN EL CUADERNO: Con base en el planteamiento de fuerzas propuesto a continuación, resolver la sumatoria de fuerzas, el diagrama polar, el polígono de fuerzas hallando en todos los casos la resultante.

Fuerzas paralelas



F1 = 50 kgf = KN= t
F2 = 60kgf = kN = t
F3 = 40 kgf = kN = t
F4 = 55 kgf = kN = t

R = Σ f = 205kgf = 2,05 kN = 0,205 t

…como debemos saber manejar las unidades, un pequeño repaso sobre los prefijos, los cuales aplican para el **sistema Internacional SI**, (1960) adoptado internacionalmente, para manejar un solo lenguaje en lo que respecta a unidades de los diferentes aspectos del trabajo de los cuerpos (estática, presión, masa, peso, esfuerzos, cargas…)., tener en cuenta que este es el sistema adoptado en Colombia en la actualidad desde 1967, y por ende en EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE **NSR-10,** el cual define las pautas y parámetros mininos a tener en cuenta para las estructuras de edificaciones a construir en todo el territorio colombiano

A continuación, se relacionan los prefijos que se utilizan para este sistema, con sus equivalencias. Título A. Capítulo A.13 .

exa	**E**	**10^{18}**	**Trillón**	**1 000 000 000 000 000 000**
peta	P	10^{15}	Mil billones	**1 000 000 000 000 000**
tera	T	10^{12}	Billón	**1 000 000 000 000**
giga	G	10^{9}	Mil millones / Millardo	**1 000 000 000**
mega	M	10^{6}	Millón	**1 000 000**
kilo	k	10^{3}	Mil / Millar	**1 000**
mili	m	10^{-3}	Milésimo	**0.001**
micro	μ	10^{-6}	Millonésimo	**0.000 001**
nano	n	10^{-9}	Milmillonésimo	**0.000 000 001**
pico	p	10^{-12}	Billonésimo	**0.000 000 000 001**
femto	f	10^{-15}	Milbillonésimo	**0.000 000 000 000 001**
atto	**a**	**10^{-18}**	**Trillonésimo**	**0.000 000 000 000 000 001**

Reglas para el uso de las unidades y sus prefijos en el SI:

- No se intercambian minúsculas y mayúsculas: **mm** y no MM, o kg y no KG.
- Los símbolos no se alteran en el plural: **kg** y no kgs.
- No se deja espacio entre el prefijo y el símbolo: **MPa** y no M Pa.
- No se agrega punto final al final del símbolo, a menos que sea el final de una oración.
- Los símbolos no son abreviaturas, por lo tanto: **Pa** y no Pasc, m y no mts.
- En los productos de símbolos se utiliza un punto levantado: KN ● m.
- Para números menores que la unidad, no se omite el cero inicial: 0,123 y no ,123.
- Debe haber un espacio entre el número y las unidades: 12.3 m/s, excepto cuando se trata de grados Celcius: 12°C.
- Las unidades cuyo nombre es el apellido de un científico, se emplean con mayúsculas: N, Pa, etc., pero cuando se refiere a ellas no se utiliza la mayúscula: pascales, newtons etc.

CUANTIFICACIÓN DE CARGAS

Para efectos de determinar las dimensiones de la estructura de una edificación, el primer paso es realizar el avalúo o cuantificación de las cargas, mediante el análisis del tipo de cargas y su forma de aplicarse en la estructura, para lo cual se debe determinar los pesos de los materiales de manera preliminar (peso específico) los cuales redundan en las cargas muertas (peso propio y elementos no estructurales), los cuales en muchos casos son las cargas más importantes que inciden en una estructura, superando por mucho a las cargas de uso (cargas vivas), por lo que debemos definir los pesos específicos de los materiales a utilizar en nuestra edificación.

Tarea en el cuaderno: registrar los pesos específicos (densidad de masa) de los materiales que aparecen en el capítulo B.3 tabla B.3.2-1, de la NSR-10. Los cuales aparecen expresados en unidades **kg/m3,** en donde kg define masa, y m3 define volumen, por lo tanto lo que se establece es la cantidad de masa que posee determinado material en un (1) metro cúbico.

Para obtener la cuantía total de las cargas de la edificación, se suman las diferentes partes de la misma (peso propio de la estructura, y los demás elementos no estructurales).

Peso= Peso específico x volumen

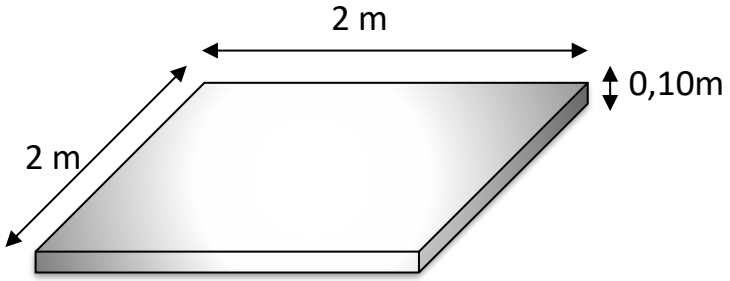
Carga= $\frac{\text{Peso}}{\text{Área } (m^2)}$ **Para carga uniformemente repartida en área**

Carga= $\frac{\text{Peso}}{\text{Lineal (ml)}}$ **Para carga uniformemente repartida linealmente**

Carga= Peso = Carga **Para carga puntual**

Ejemplo aplicativo

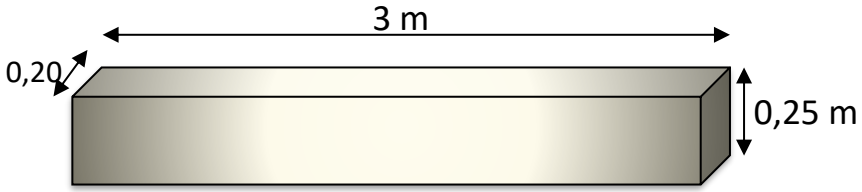
1. **Losa de 2m x 2m x 0,10 en concreto reforzado**



Peso= 2400kg/m³ x 2m x 2m x 0,10m =**960kg = 0,96 t**

Carga= $\frac{960\text{kg}}{4m^2 \text{ (área losa)}}$ = **240kgf/m² =0,24 t**

2. **Viga de 3ml x 0,20m x 0,25m en concreto reforzado.**

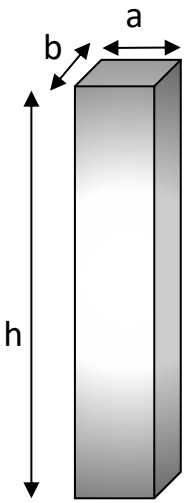


Peso= 2400kg/m³ x 3m x 0,20m x 0,25m =**360kg 0,36 t**

Carga= $\frac{360\text{kg}}{3\text{ml (longitud viga)}}$ = **120kgf/ml**

En conclusión los pesos son la acción de la fuerza de la gravedad sobre un volumen de un material determinado, es decir el cuerpo sin incidir sobre ninguna estructura, la carga es la afectación de ese peso sobre una estructura o elemento estructural.

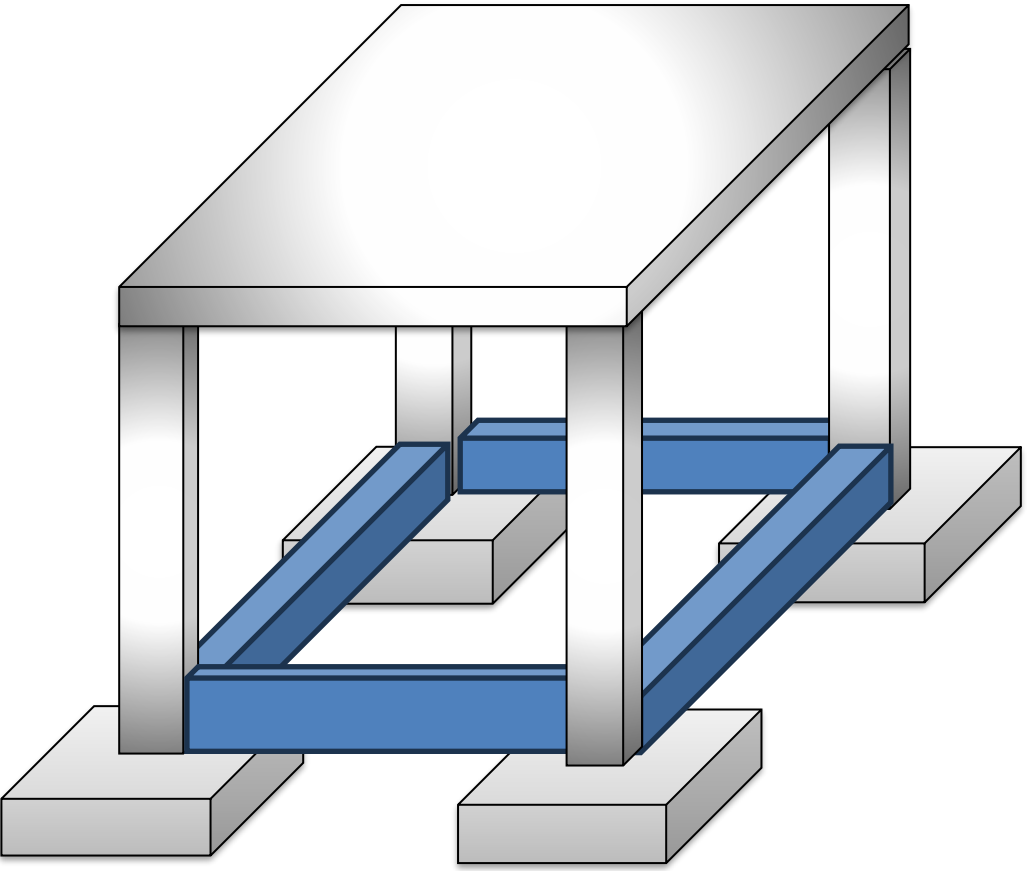
3. <u>Columna de concreto reforzado, de 0,30x 0,30 x 2,50</u>



Peso= 2.400kg/m³ x 0,30m x 0,30m x 2,50m =**<u>540 kg = 0,54 t</u>**

Carga= **<u>540 kgf</u>**

La carga que representa la columna, al aplicarse en la estructura de cimentación Por ejemplo una zapata, llegará a esta con toda su magnitud da manera puntual (carga concentrada).

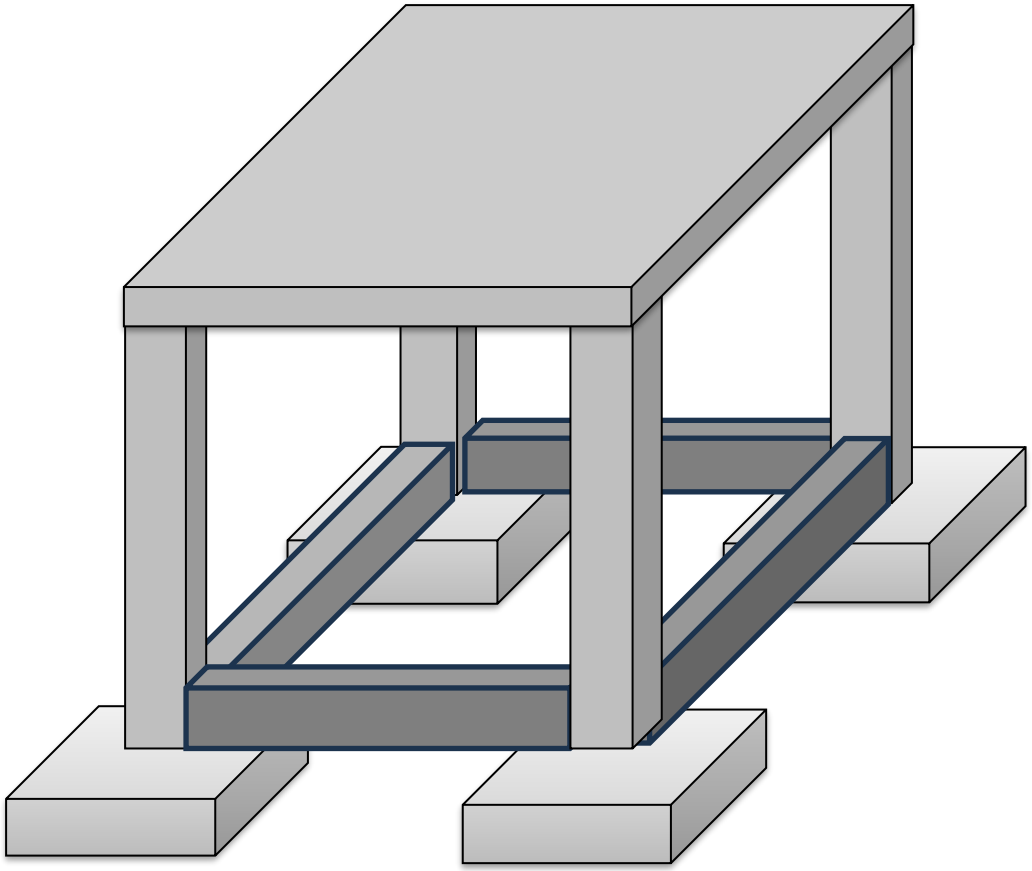


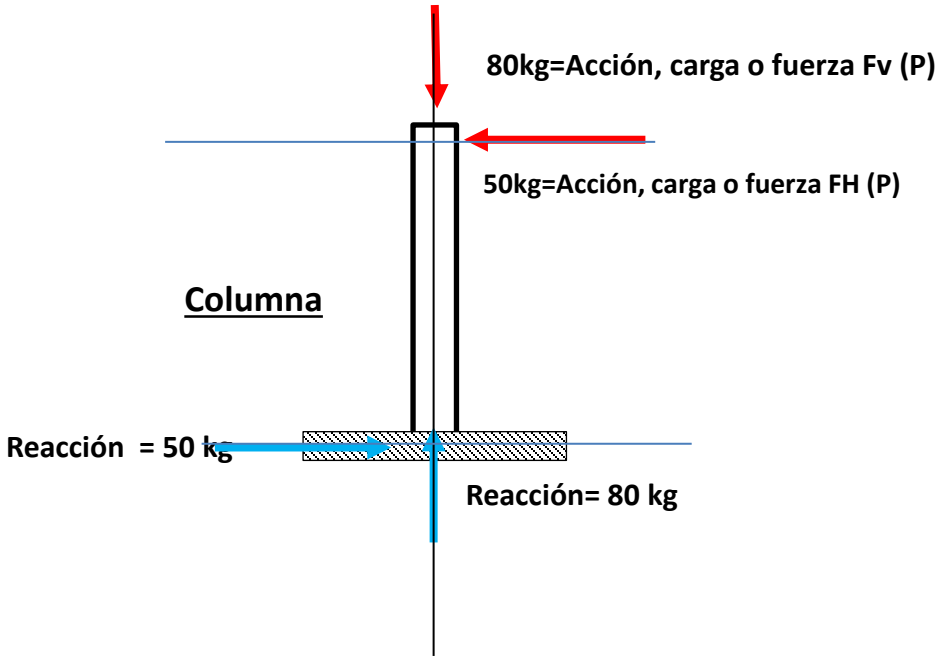
<u>Tarea en el cuaderno</u>: **1.** Hallar el peso total de la siguiente estructura en concreto reforzado, la cual tiene las siguientes dimensiones: losa de 4m x 4m X 0,30 m de espesor, columnas de 0,30m X 0,30m x 3 m de alto

2. Definir cuanta carga recibe cada columna, y cuanta carga recibe cada zapata.

Uso vivienda= 180kgf /m2= 1,8 kN/m2 x 16m2=2880kgf

720 kgf x columna

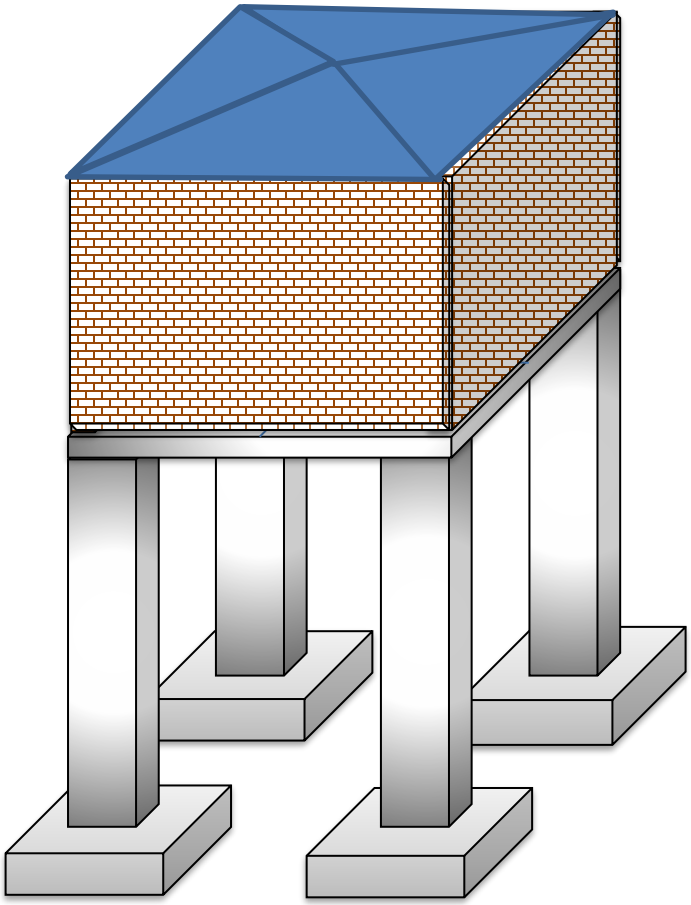



80kg=Acción, carga o fuerza Fv (P)
50kg=Acción, carga o fuerza FH (P)
Columna
Reacción = 50 kg
Reacción= 80 kg

Tarea en el cuaderno y en AVAS: Hallar el peso total de la siguiente estructura en concreto reforzado, la cual tiene las siguientes dimensiones: losa de 4m x 4m X 0,30 m de espesor, columnas de 0,30m X 0,30m x 3 m de alto. Muros de mampostería de ladrillo maciza de 2,50 de alto x 0,10 cm de espesor. Cubierta en teja de fibrocemento, con estructura metálica.

Cubierta de asbesto cemento = 20 kgf/m2

Estructura metálica = 50 kgf/m2



Definir cuanta carga recibe cada columna, y en el caso que cada columna estuviese sobre zapatas aisladas, y definir cuanta carga recibe cada zapata.

Muros: 1850kg/m3 x (16 x 2,5 x 0,10) = 7400 kg

7400/4 = **1850kgf**

Estructura metálica: 16m2 x 50kgf/m2 = 800kgf

800/4 = **200kgf**

Cubierta: 320kgf

320/4 = **80kgf**

Losa: 11520kgf/4 = **2880 kgf**

Cada columna recibe: **5010 kgf = 5,010 t = 50,1 kN**

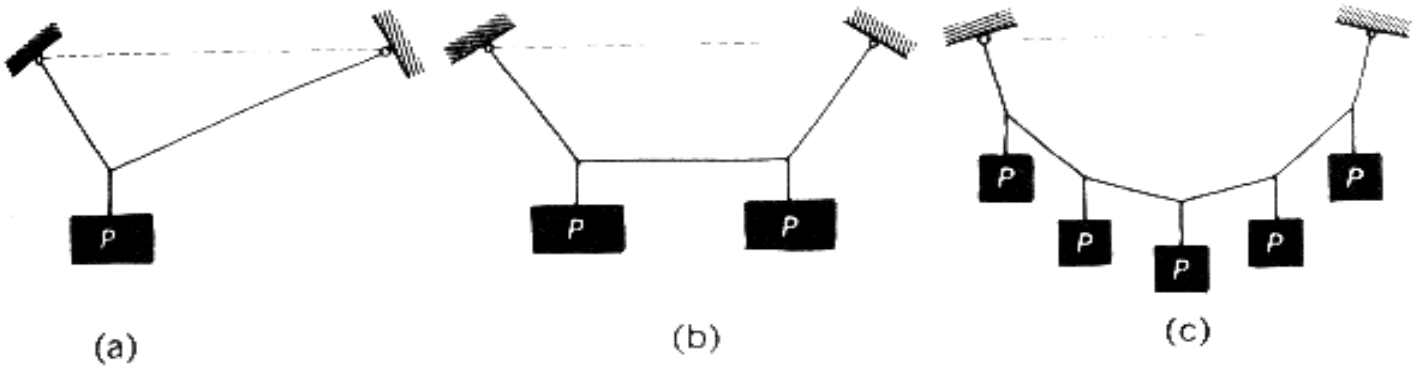
Cada zapata recibe: 648 kgf (col) + 5010 **= 5658 kgf = 5,658 t = 56,58 kN**

SISTEMAS PORTANTES/ ESTRUCTURALES

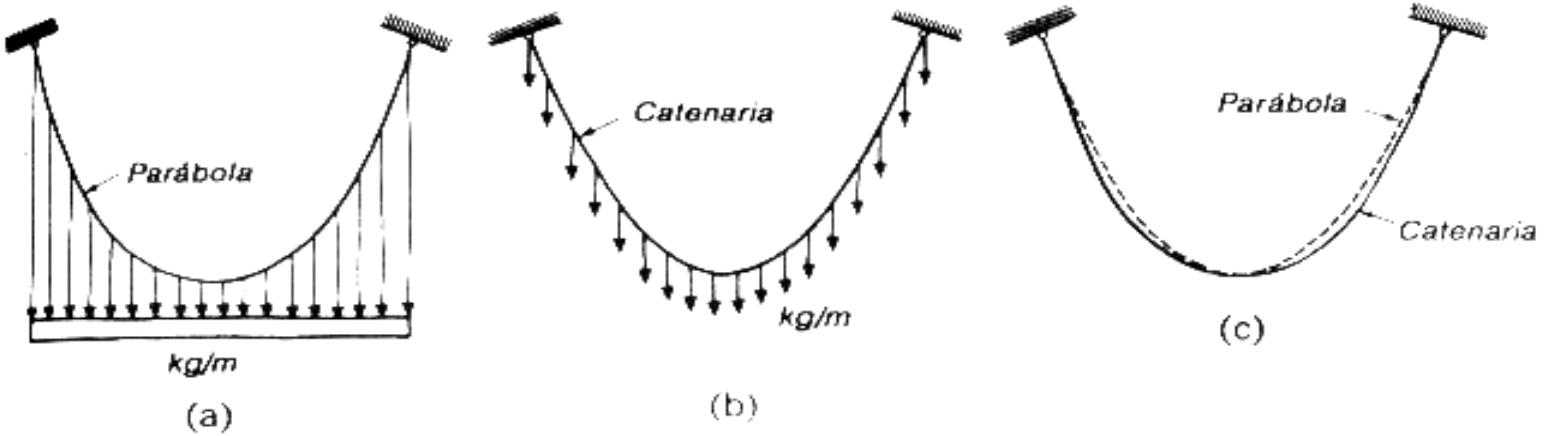
CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

…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.

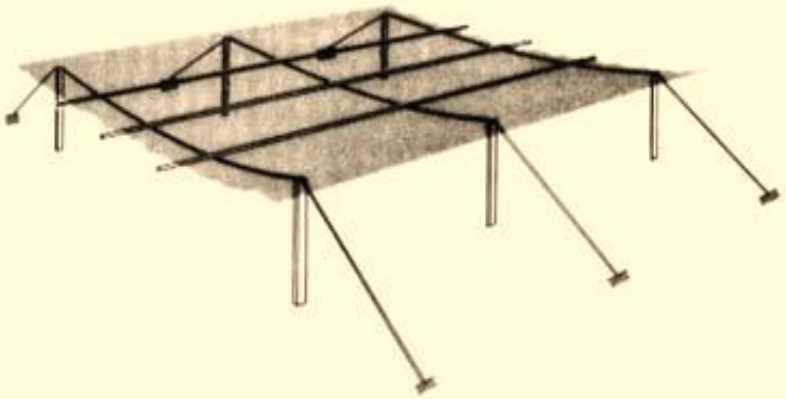


Poligonos funiculares.

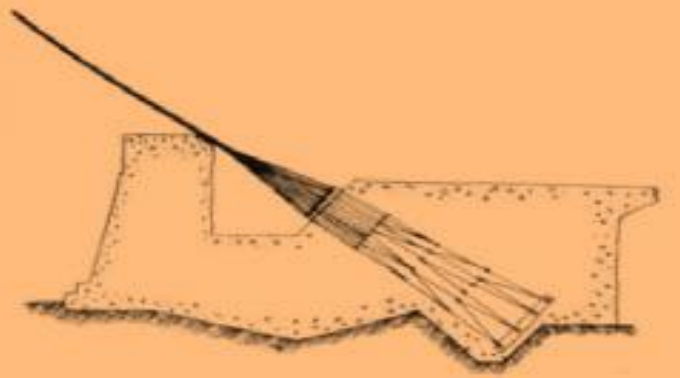


Curvas funiculares.

CABLES

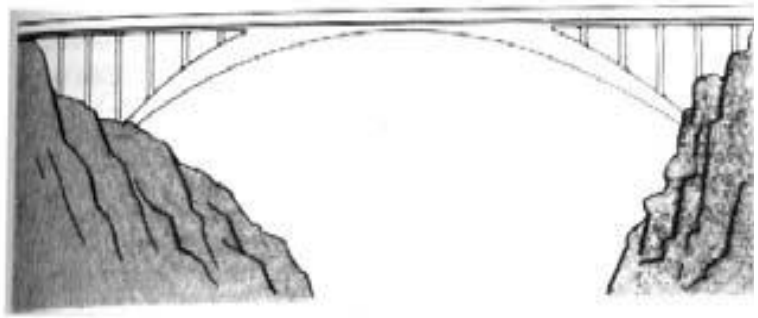


Techo tensado



Anclaje cables puente colgante

ARCOS

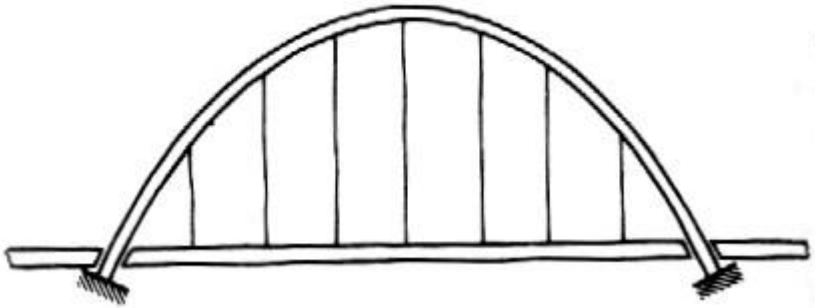


(a)

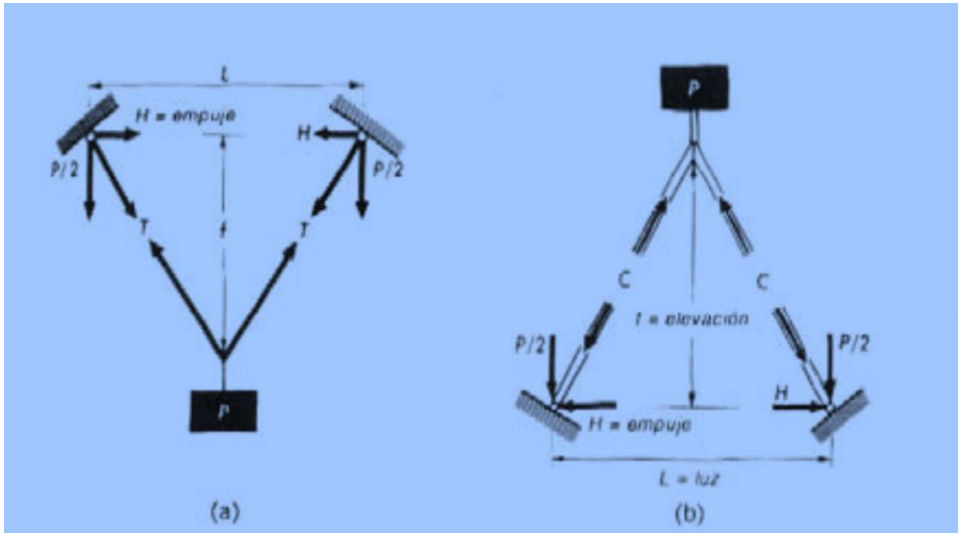


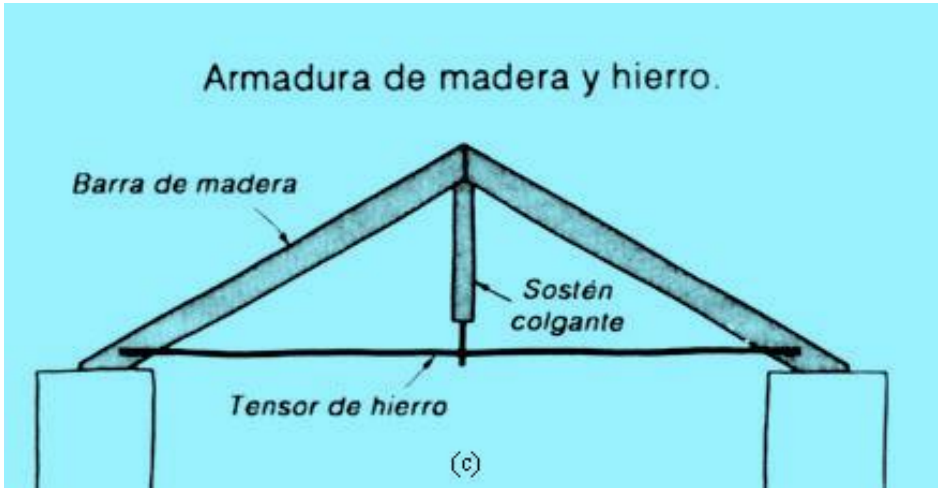
(b)

Arco funicular.



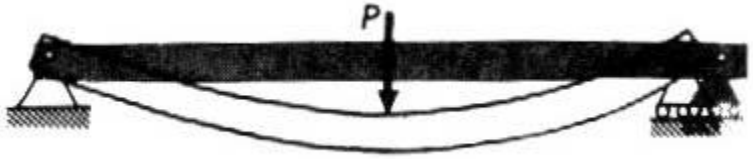
2. Sistemas de Vector Activo: Estructuras en estados simultáneos de esfuerzos de tracción y compresión, tales como las cerchas planas y espaciales**.**



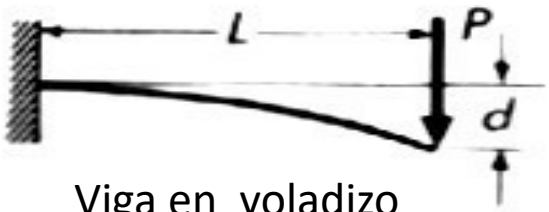


3. Sistemas de Masa Activa: Estructuras que trabajan a flexión, tales como las vigas, dinteles, pilares y pórticos.

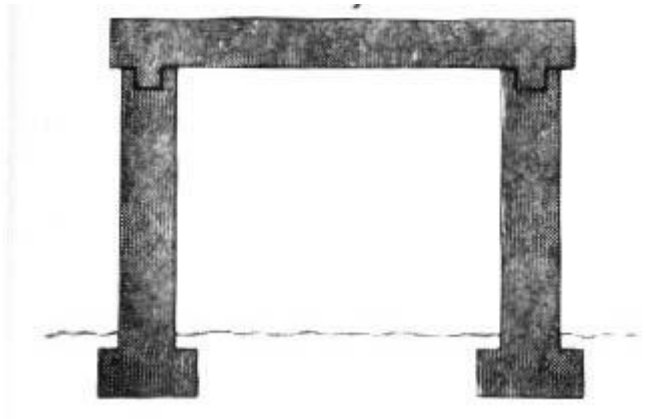
Muros de carga



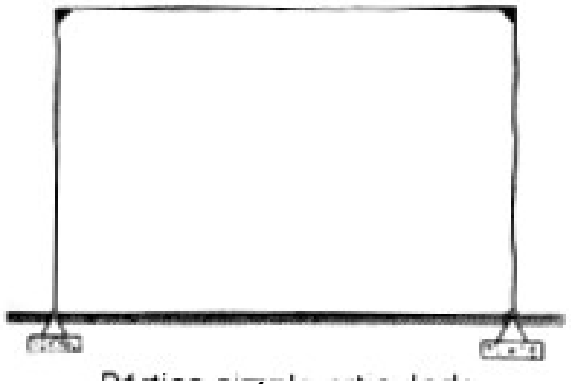
Viga simplemente apoyada



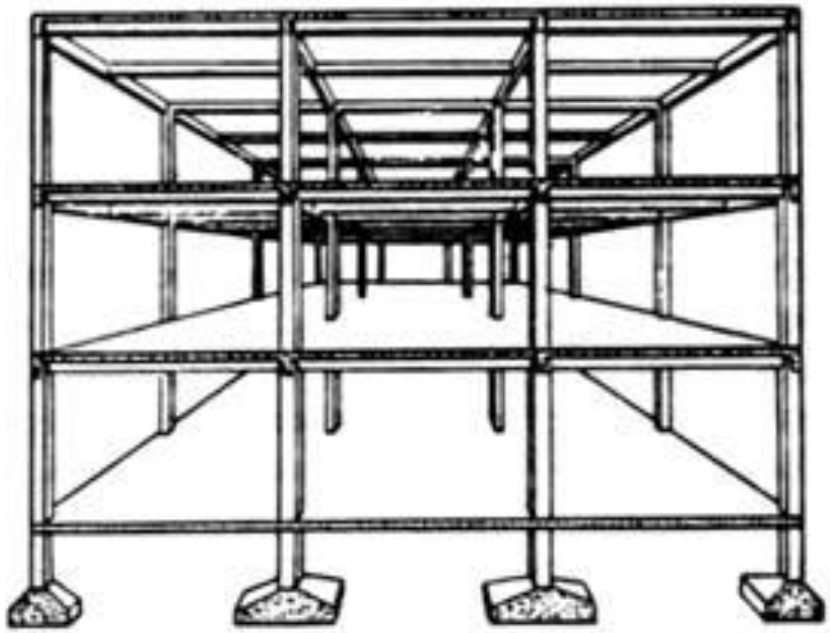
Viga en voladizo



Viga y columnas



Pórtico

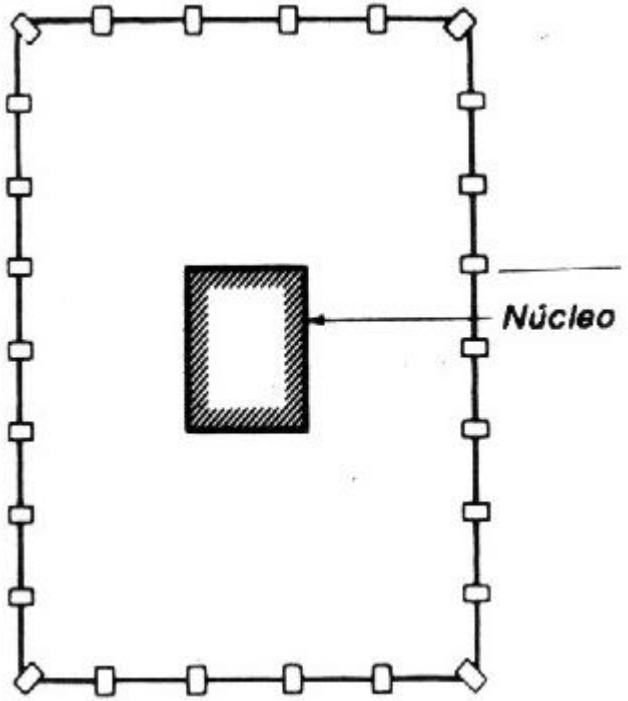


Sistema de pórticos tridimensional

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



PLACAS

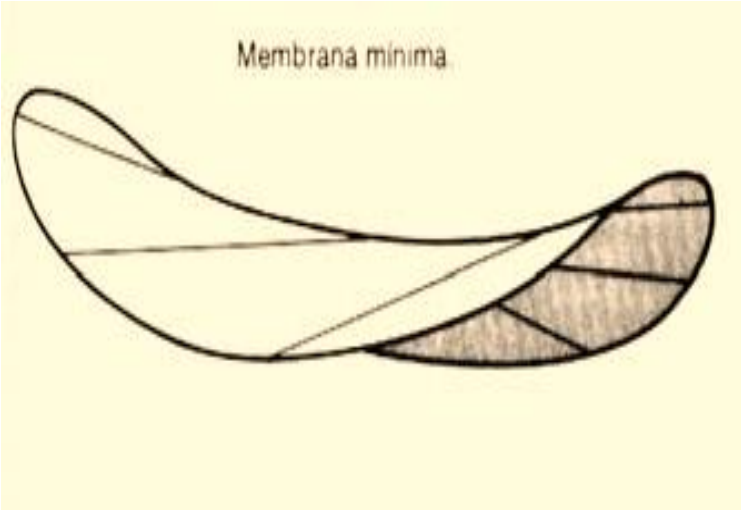


Placa de entrepiso con núcleo interno

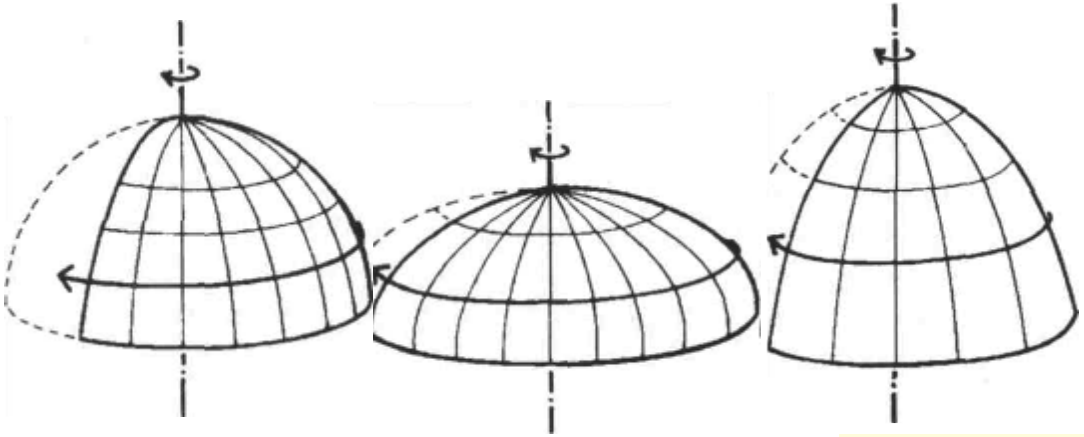
MEMBRANAS



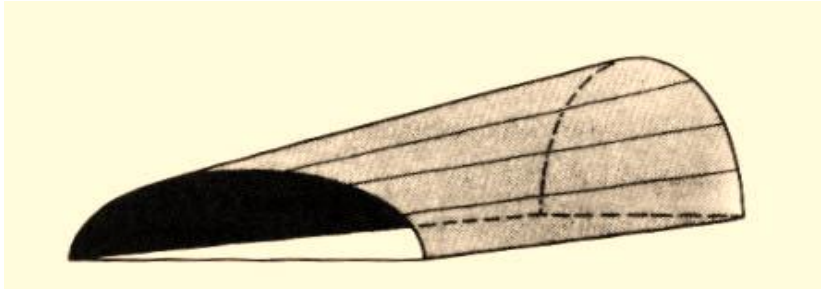
Membranas pretensadas



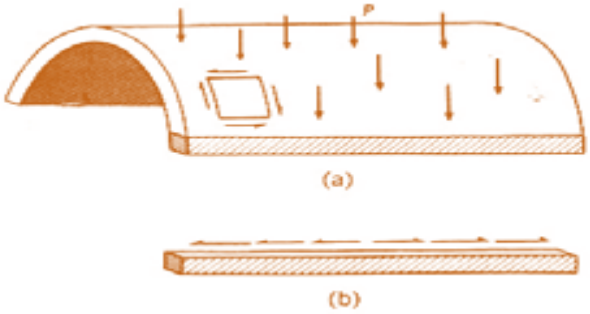
CÁSCARAS



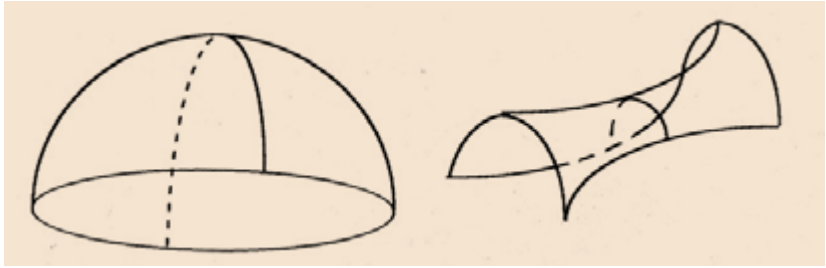
SUPERFICIES DE REVOLUCIÓN - DOMOS



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*:

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

Tarea en el cuaderno: Resumir los cuatro párrafos contenidos en A.1.3 *PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO*, teniendo en cuenta los temas más importantes y referencias que tiene cada uno.

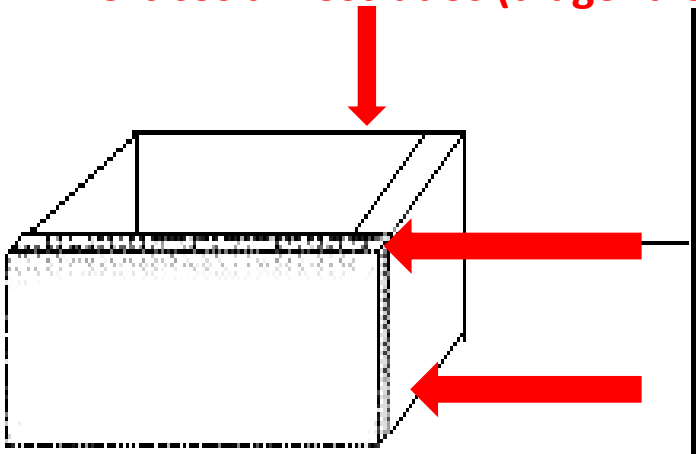
Se conocen cuatro tipos de sistemas estructurales de resistencia sísmica según la NSR-10

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)

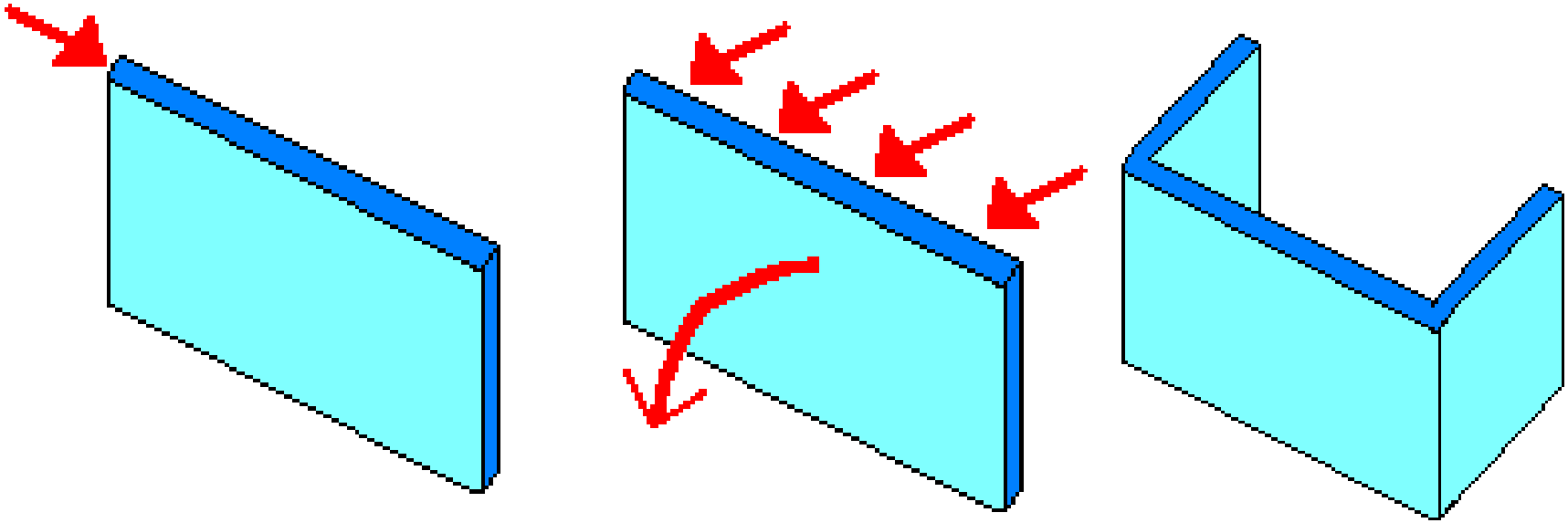
Pórticos arriostrados (diagonales).





SISTEMAS ESTRUCTURALES

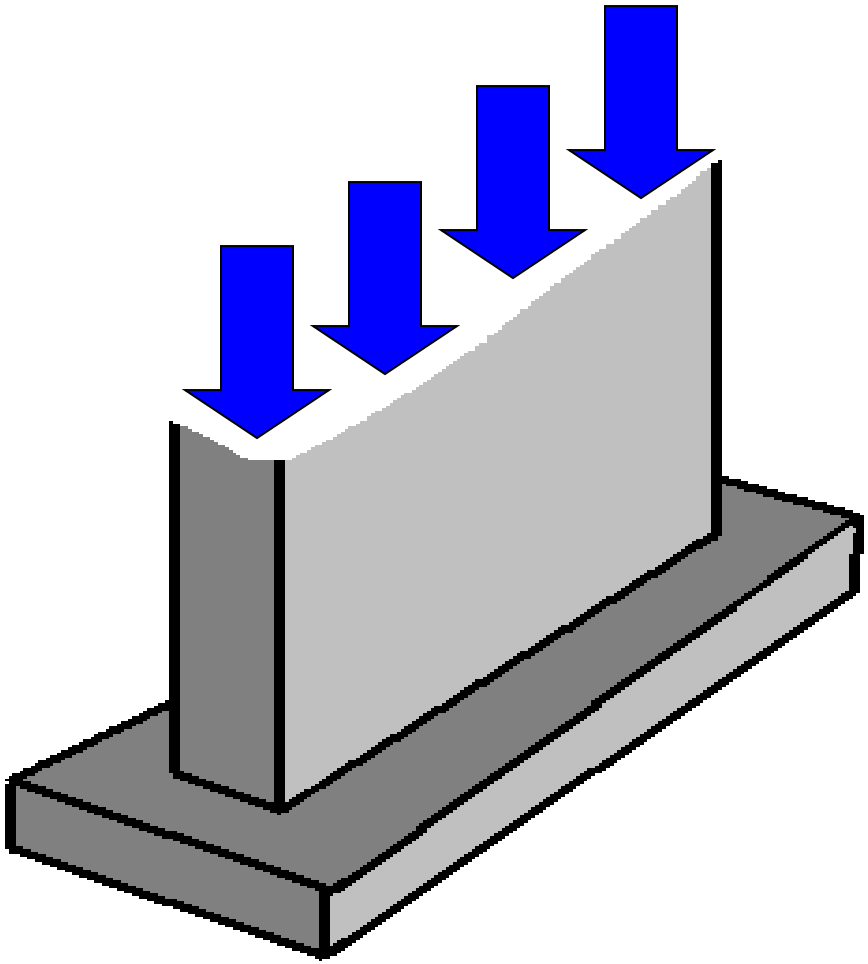
Una de las características iniciales que debe destacarse de los muros es su estabilidad lateral en su propio plano, pero a la vez su inestabilidad en el sentido perpendicular a este plano, lo que pemitiría su volteo. Es por ello necesario su rigidización lateral , usualmente a través de muros perpendiculares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

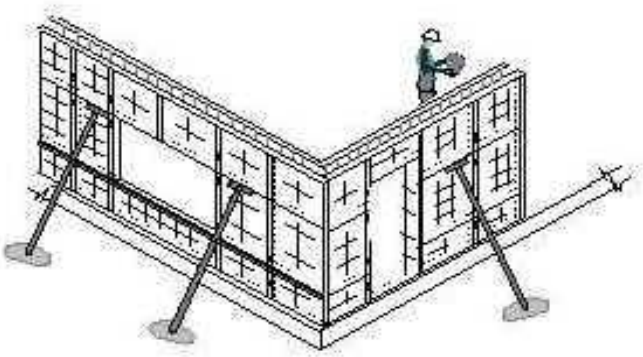


ES UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON-TECH

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.





http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-sist%20industrializados-2/momento_2.html





SISTEMAS DE MUROS

CON- TECH:

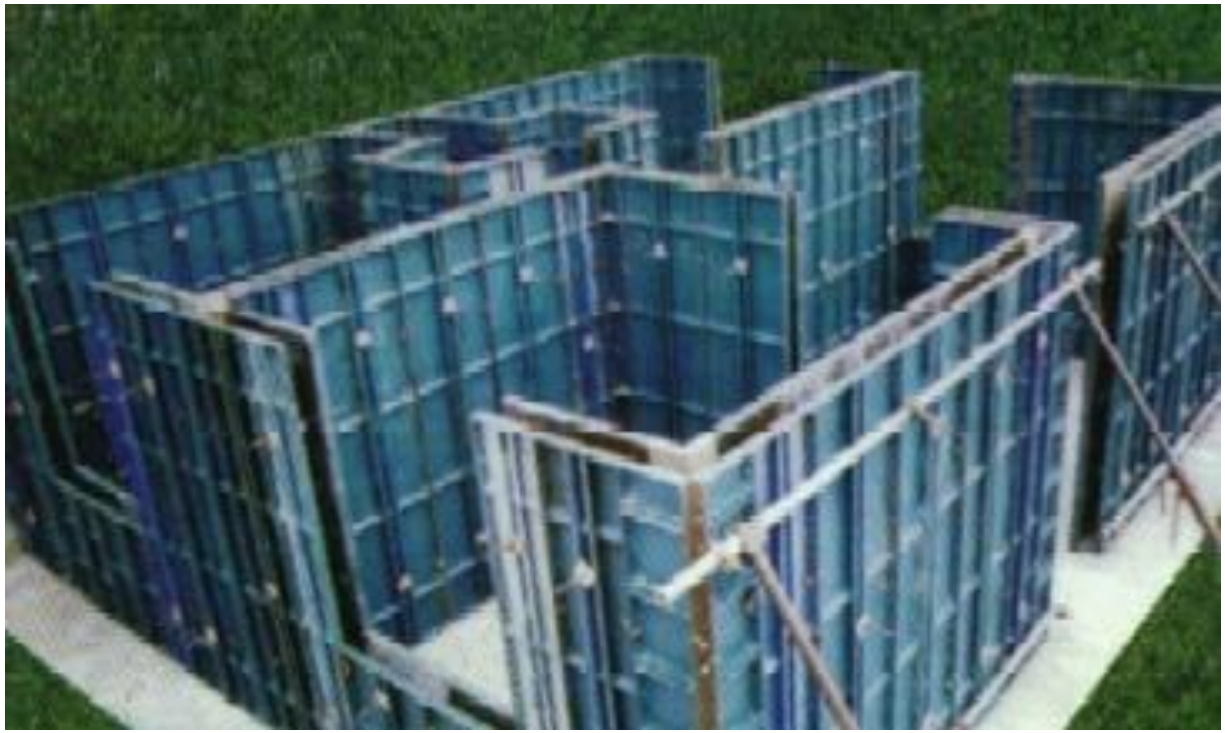


MUROS FUNDIDOS EN CONCRETO

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-10 resultan muy adecuados para zonas de alta amenaza sísmica.

FORMALETA METALICA PARA MUROS FUNDIDOS EN SITIO



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.













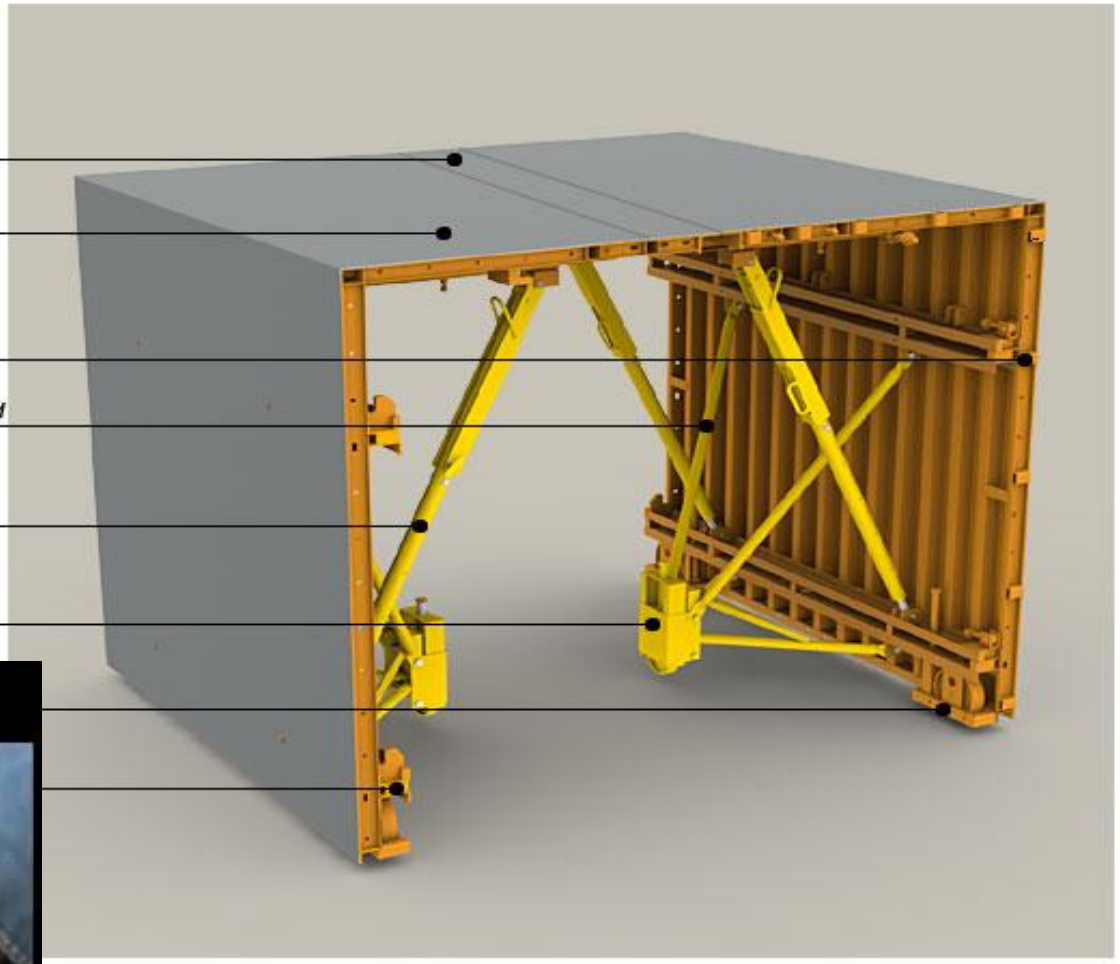
SISTEMA CONSTRUCTIVO OUTINORD

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.

MODULAR “TMPH” ENCOFRADO TÚNEL









Tomado de: https://360enconcreto.com/blog/detalle/formaleta-tipo-tunel-para-sistemas-industrializados/

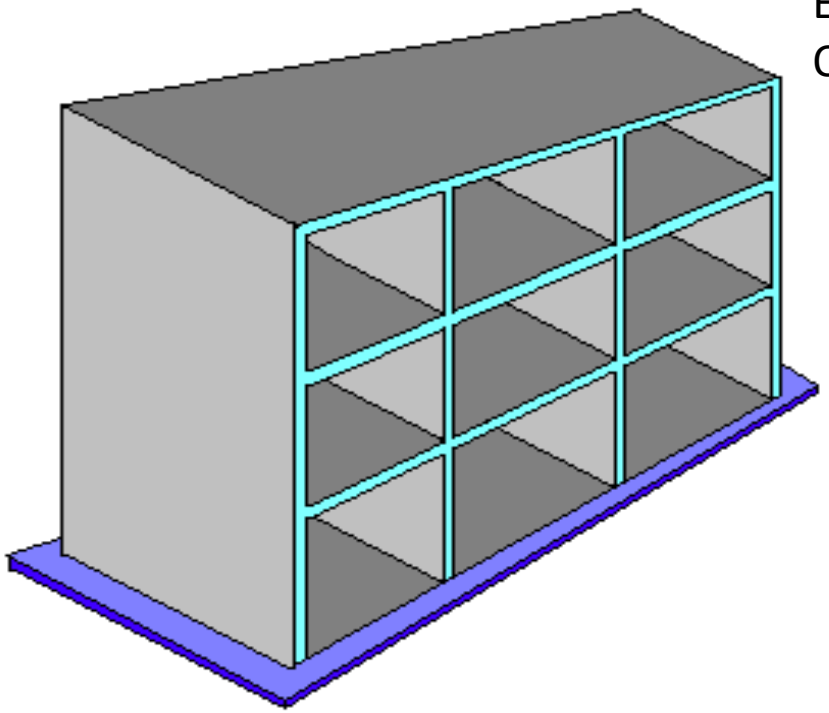


Tomado de: https://360enconcreto.com/blog/detalle/formaleta-tipo-tunel-para-sistemas-industrializados/

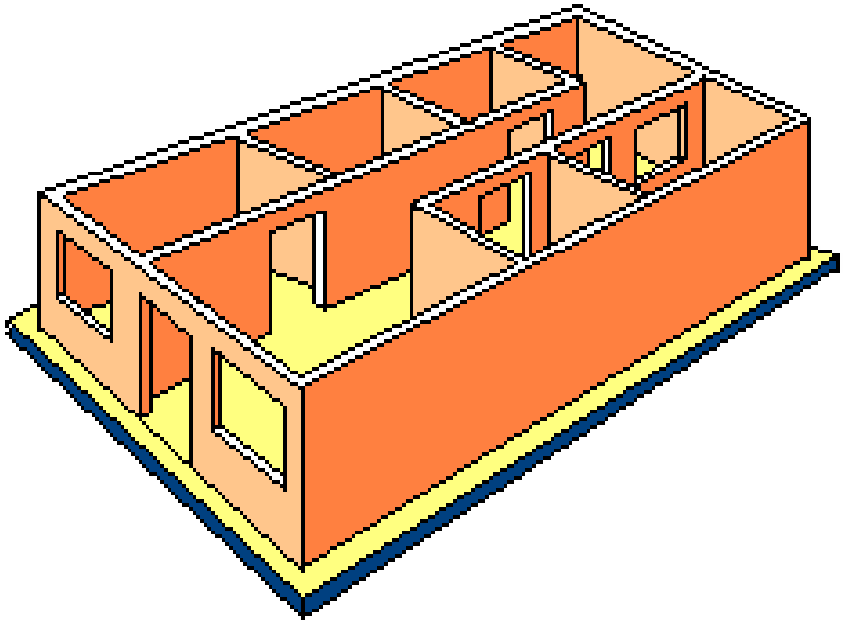


SISTEMAS ESTRUCTURALES

Sistemas de muros:



EDIFICIO EN MUROS DE CONCRETO OUTINORD



VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS

Mampostería estructural en bloque de arcilla.







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.







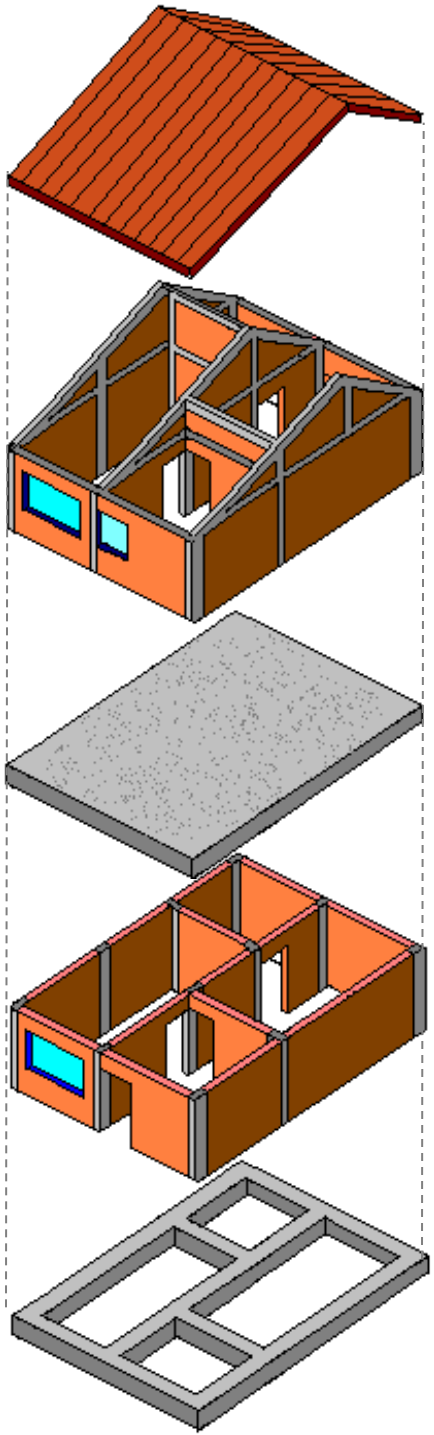
- Facilidad de ser usado como acabado
- Se adapta a luces pequeñas tipo vivienda.
- Modulación perfecta de muros.
- Dificultad de parqueaderos en sótanos.

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.

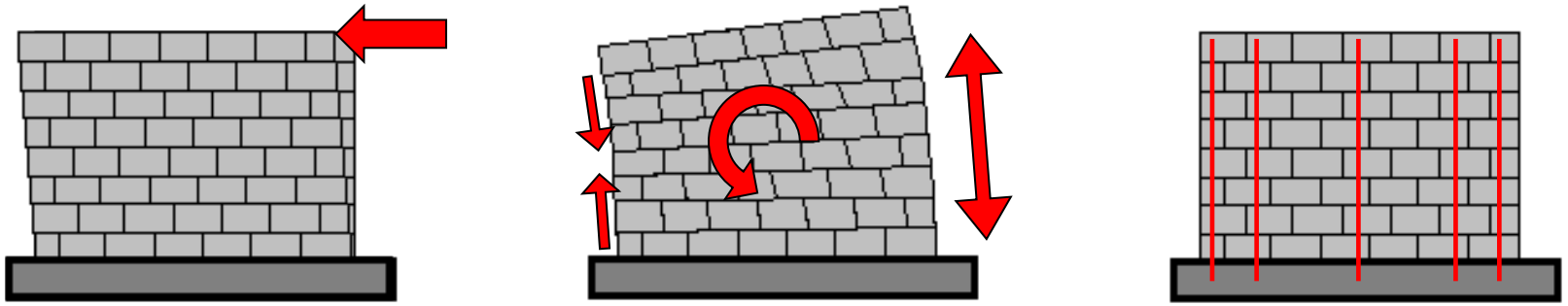
De acuerdo con la NSR-10 es posible construir edificaciones en mampostería confinada, hasta de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta, de hasta 12m de altura en zona de amenaza sísmica intermedia, y de hasta 18m de altura en zona de amenaza sísmica baja.



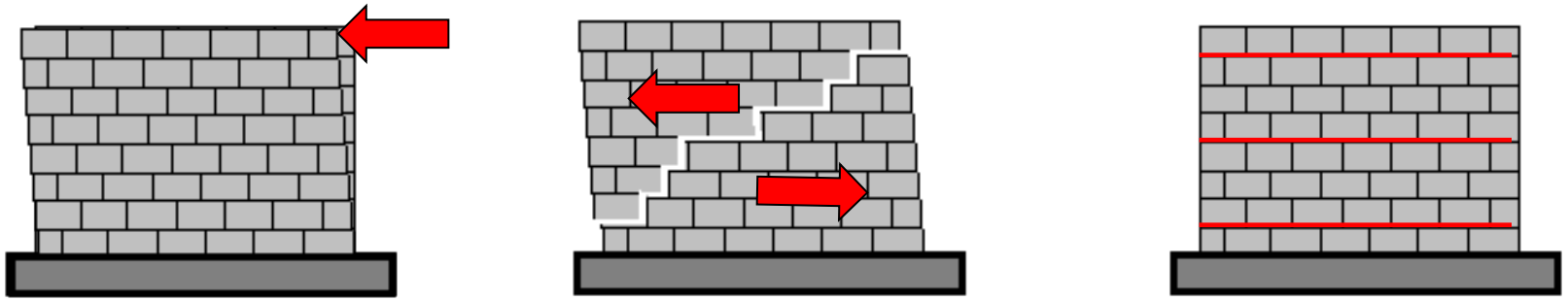
MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

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

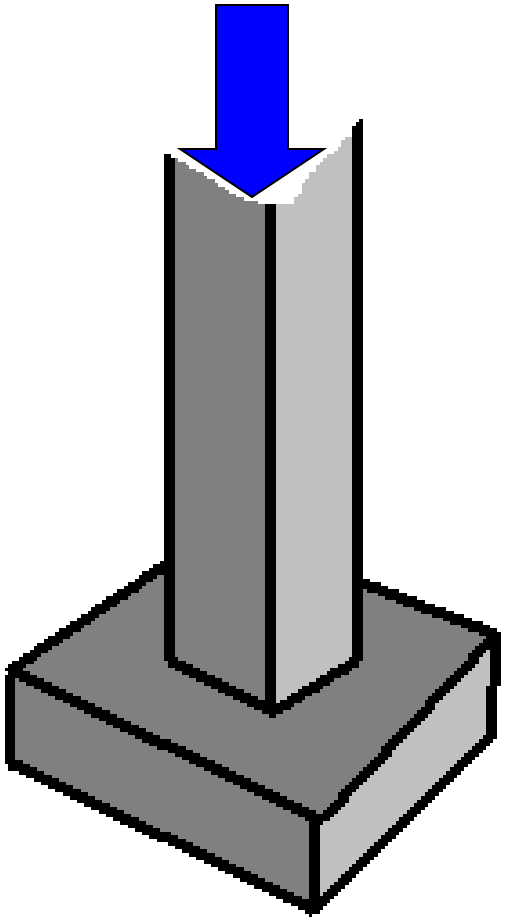


ACERO HORIZONTAL COMO REFUERZO AL CORTANTE

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

SISTEMAS ESTRUCTURALES

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.



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

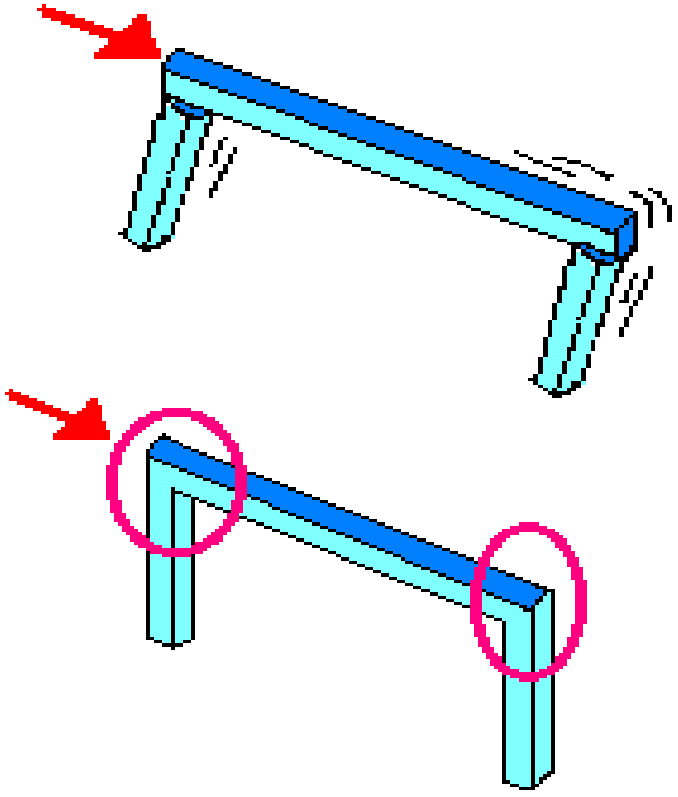


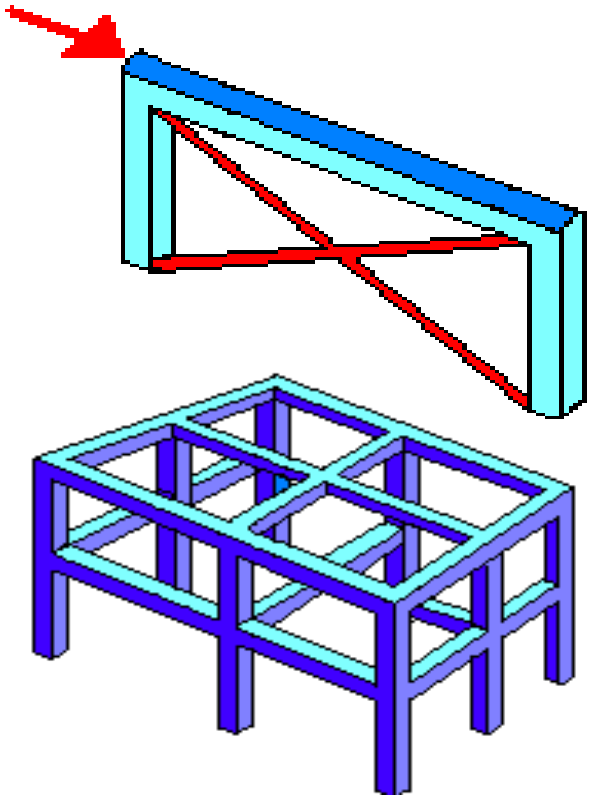




SISTEMAS ESTRUCTURALES

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.

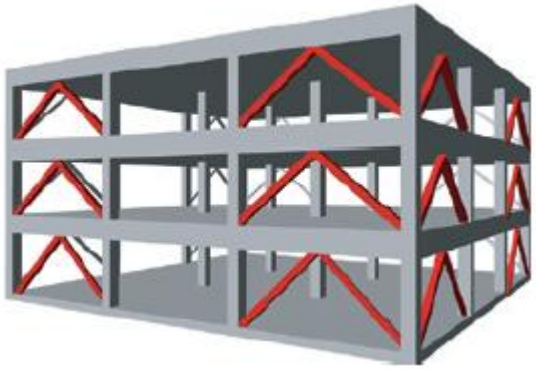




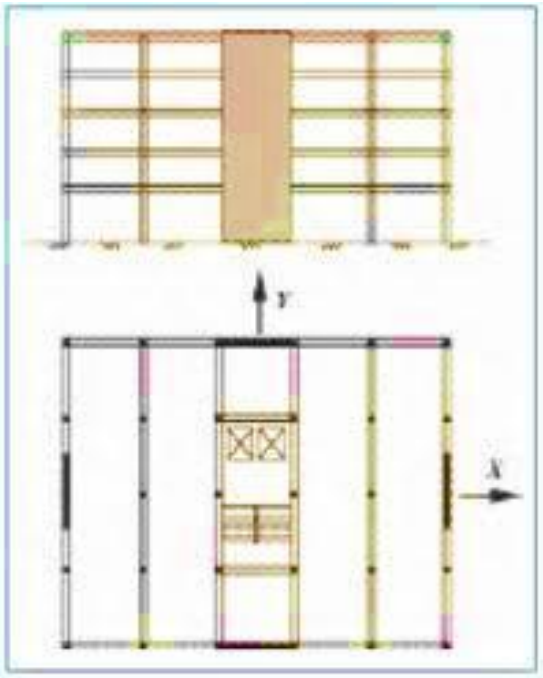
SISTEMA DUAL. **(Sistemas estructurales mixtos)**

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,…….







SISTEMAS ESTRUCTURALES

SISTEMA COMBINADO

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

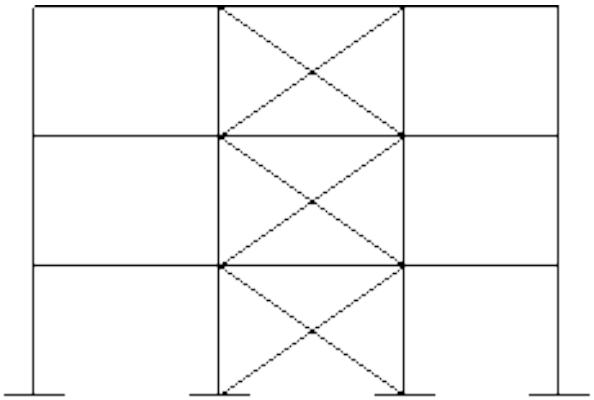


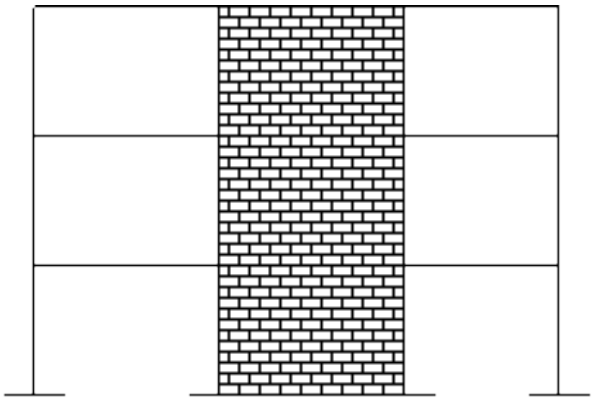


SISTEMA COMBINADO. (Sistemas estructurales mixtos), es un sistema estructural en el cual :

(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

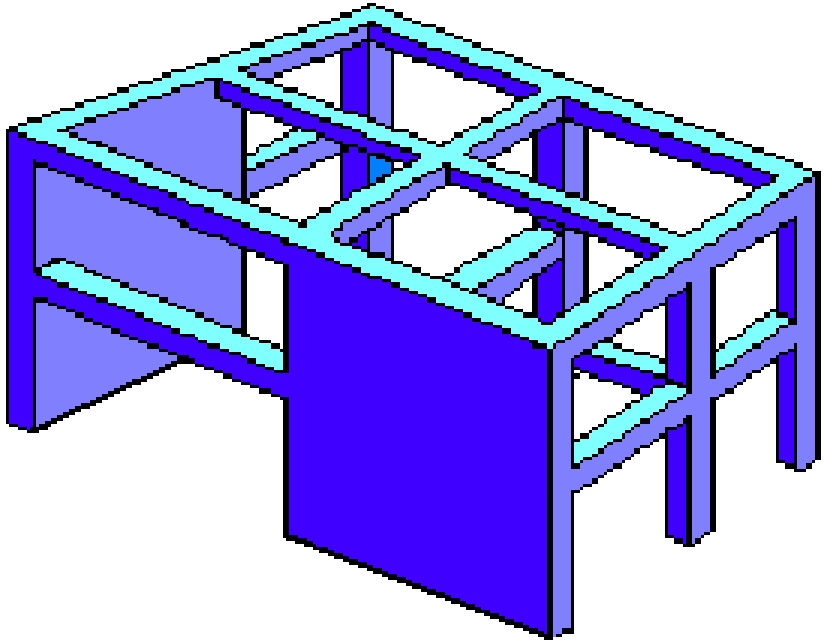
(b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales y que no cumple los requisitos de un sistema dual.





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-10 (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.

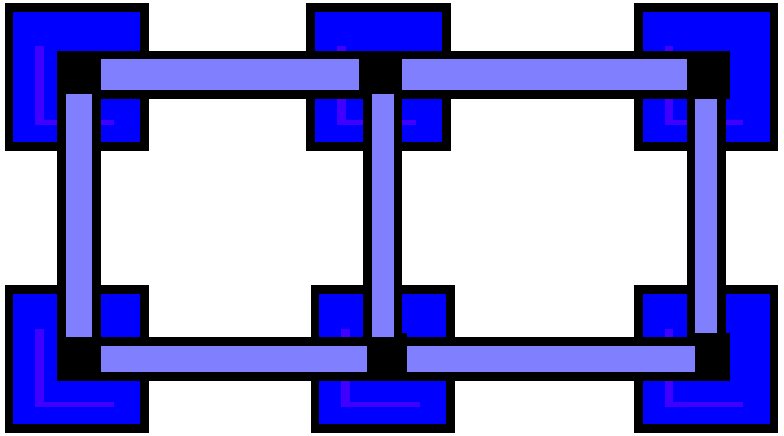
• Se deben dejar ejes en los cuales el ingeniero pueda aumentar o disminuir el tamaño de las pantallas.

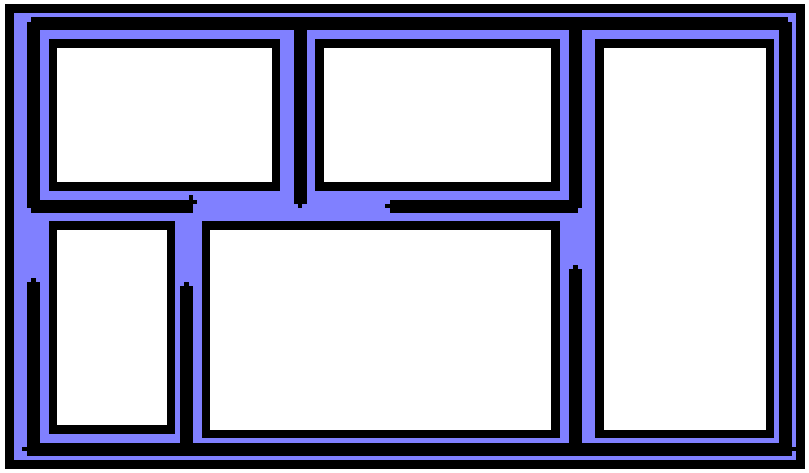
• Lo ideal es que las pantallas ocupen todo el vano entre columnas.

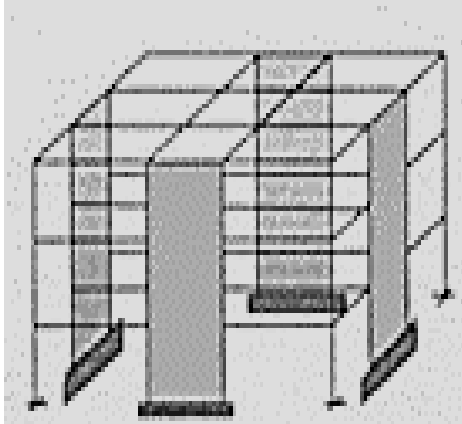
• Las pantallas deben ubicarse simétricamente, preferiblemente en la periferia de la edificación, donde son más efectivas.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

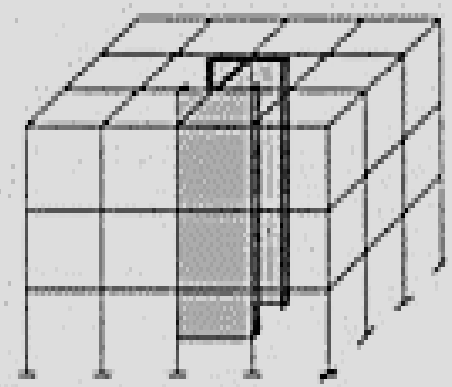
Hay que tener en cuenta que en ambos casos la cimentación debe estar amarrada de manera conveniente, en los sistemas puntuales las zapatas se unen mediante las vigas de cimentación, y en los sistemas lineales sus cimientos deben conformar anillos cerrados que garanticen dicho amarre.



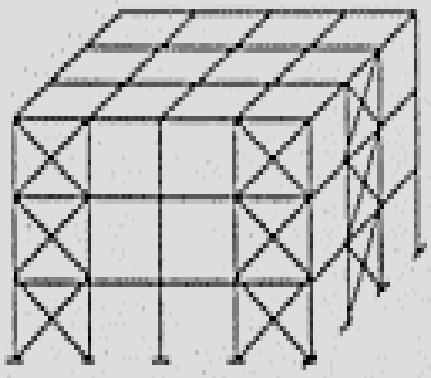




Con muros de concreto armado



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

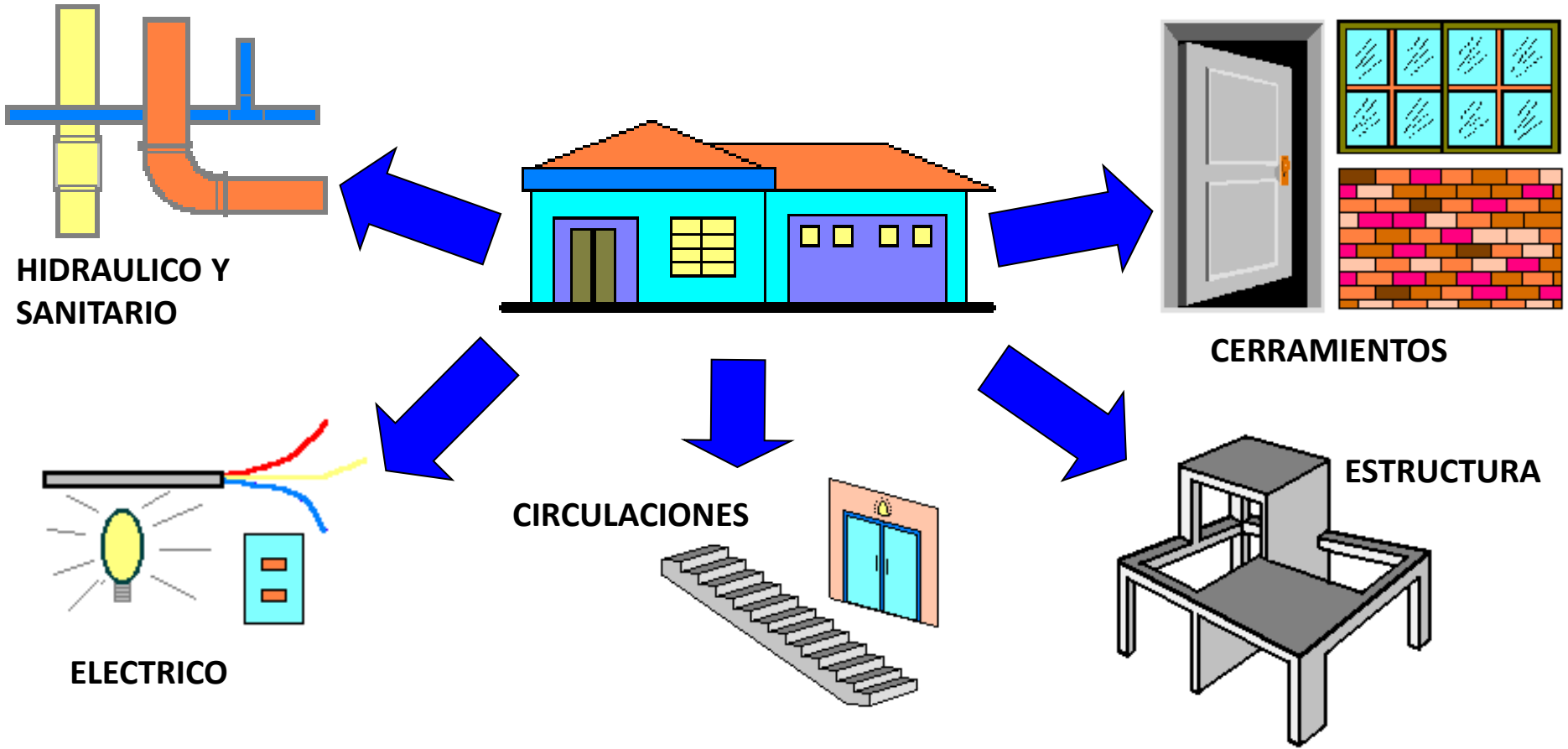
- Luces medianas y grandes
- Posibilidad de grandes vanos
- Posibilidad para cambios posteriores
- Mayor costo
- Menos facilidad en mano de obra
- Diseño y cálculo estructural especializado
- Edificaciones en altura
- Edificios más flexibles
- Continuidad vertical de las columnas, pero no de los muros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

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



Maquea 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.



Proceso constructivo de losa aligerada con casetón de guadua.

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.



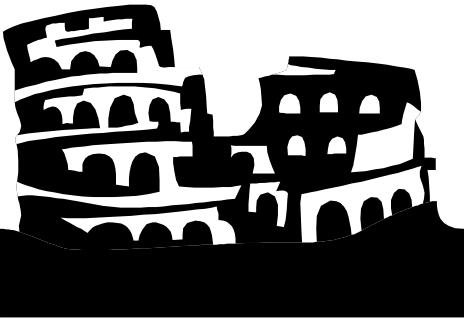
MAQUETA SISTEMA CONSTRUCTIVO EN STEEL DECK

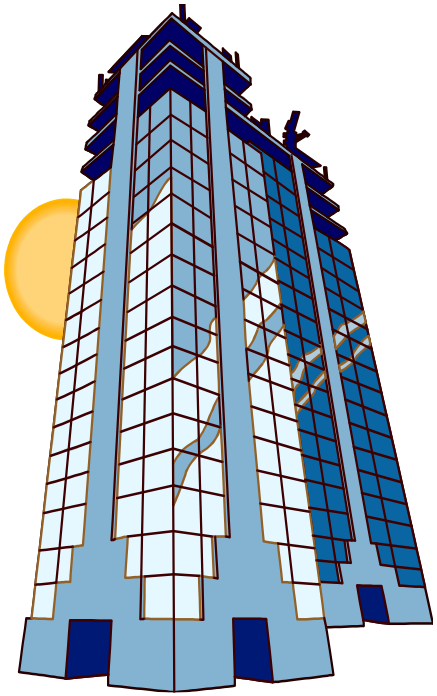
SISTEMAS ESTRUCTURALES

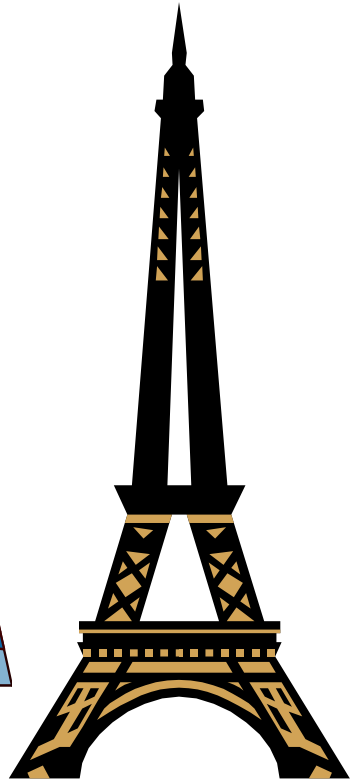


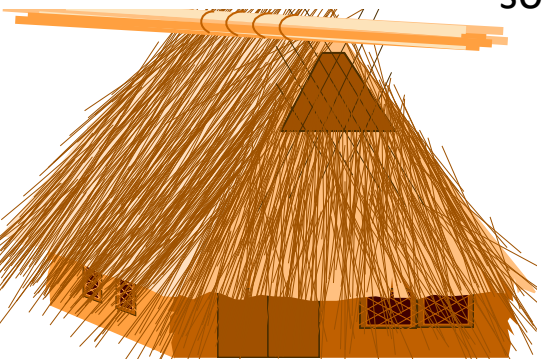


A lo largo de la historia el hombre ha ingeniado miles de formas de estructurar sus construcciones, inicialmente de acuerdo con las condiciones del sitio en que se encuentra y posteriormente de acuerdo con el desarrollo tecnológico de la sociedad en la que se encuentre.





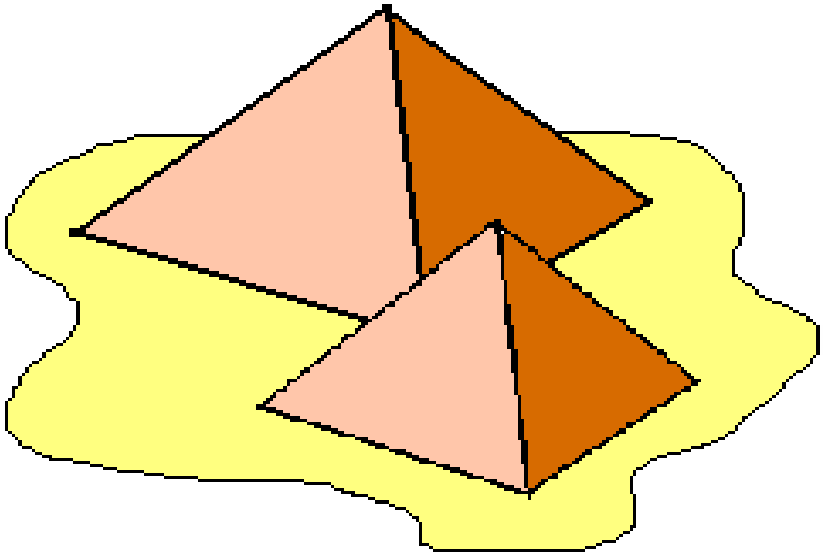




SISTEMAS ESTRUCTURALES

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

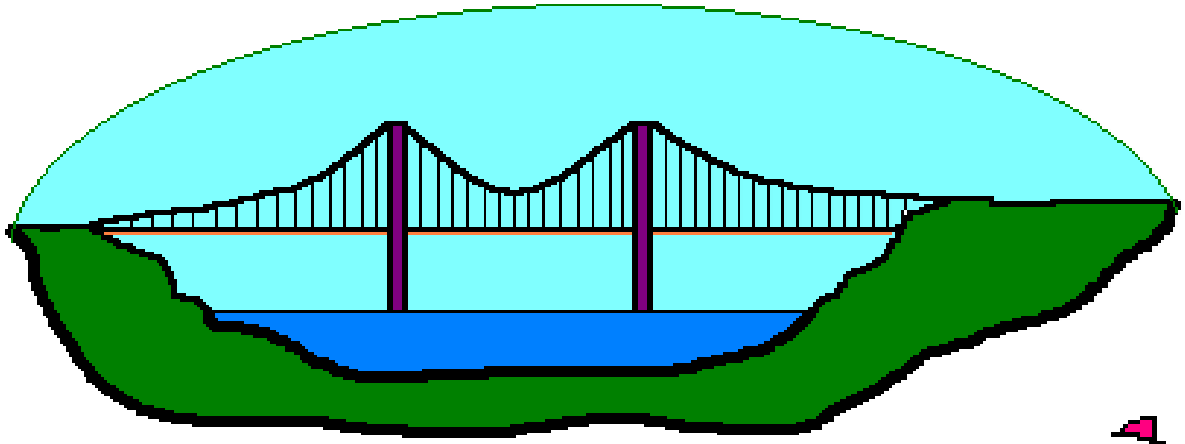


REPRESAS

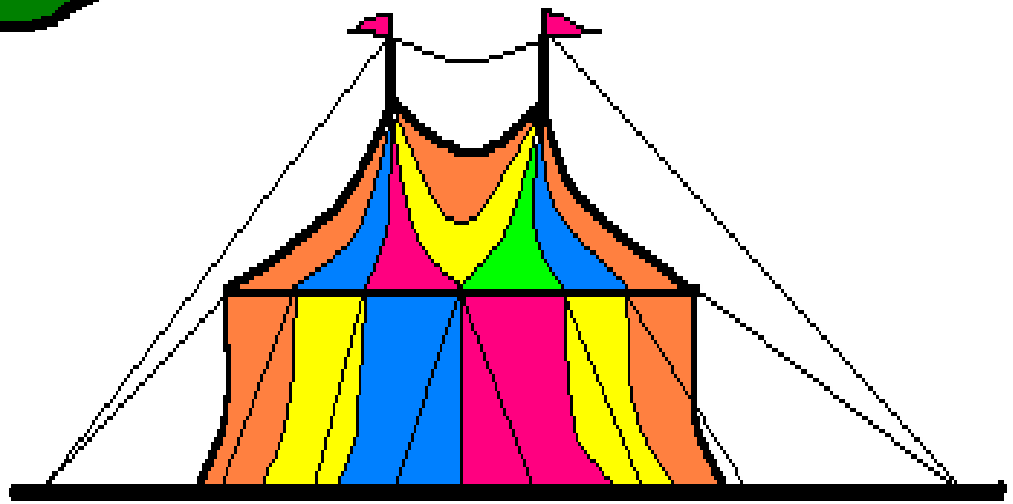


SISTEMAS ESTRUCTURALES

2. Sistemas con base en cables



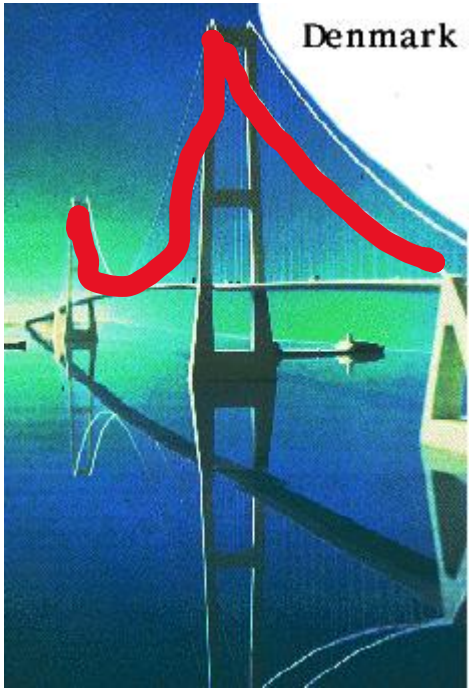
PUENTES



CARPAS






Denmark

SISTEMAS ESTRUCTURALES

3. Sistemas de columna y vigas:

EDIFICIO EN ESTRUCTURA METALICA







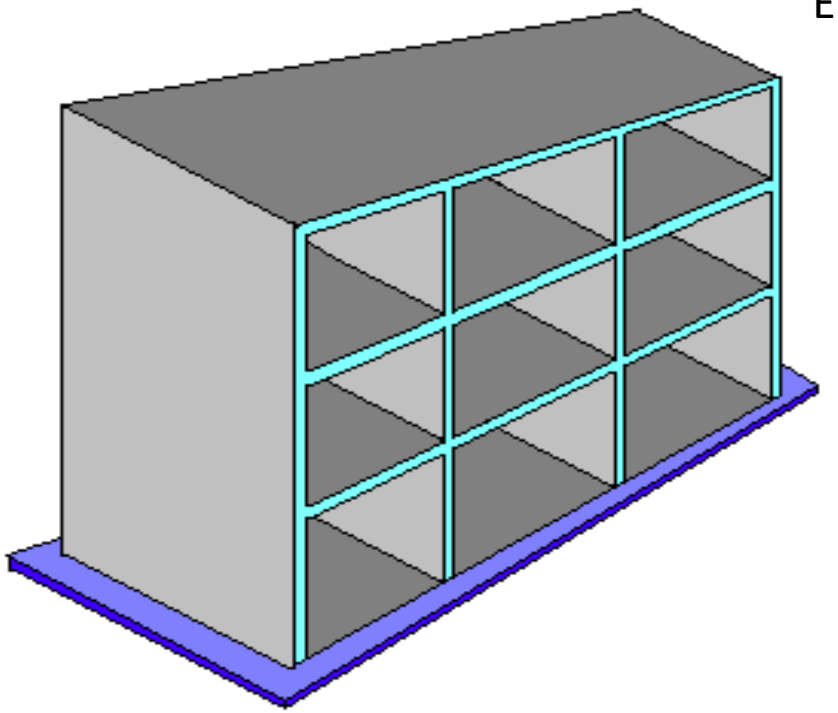
EDIFICIOS EN ESTRUCTURA DE CONCRETO

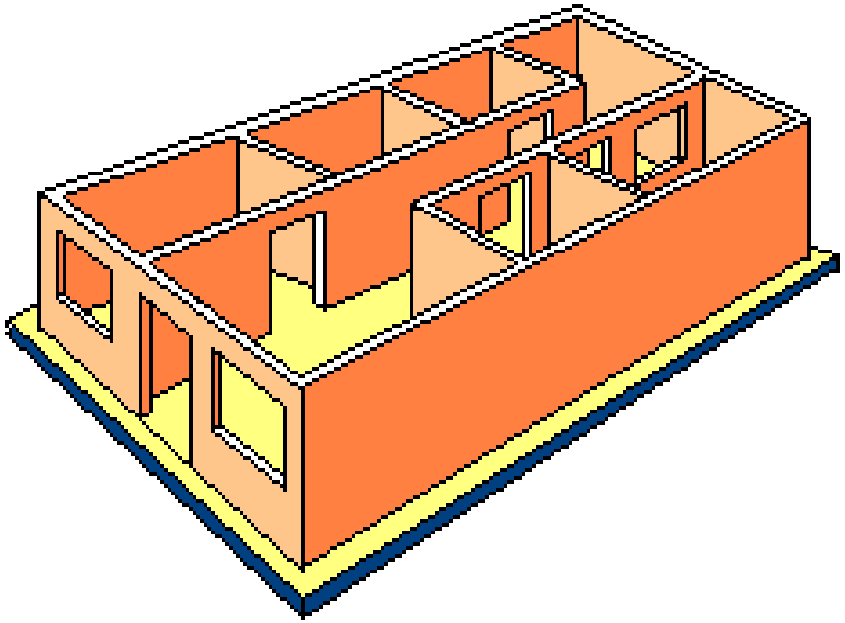


SISTEMAS ESTRUCTURALES

4. Sistemas de muros:

EDIFICIO EN MUROS DE CONCRETO





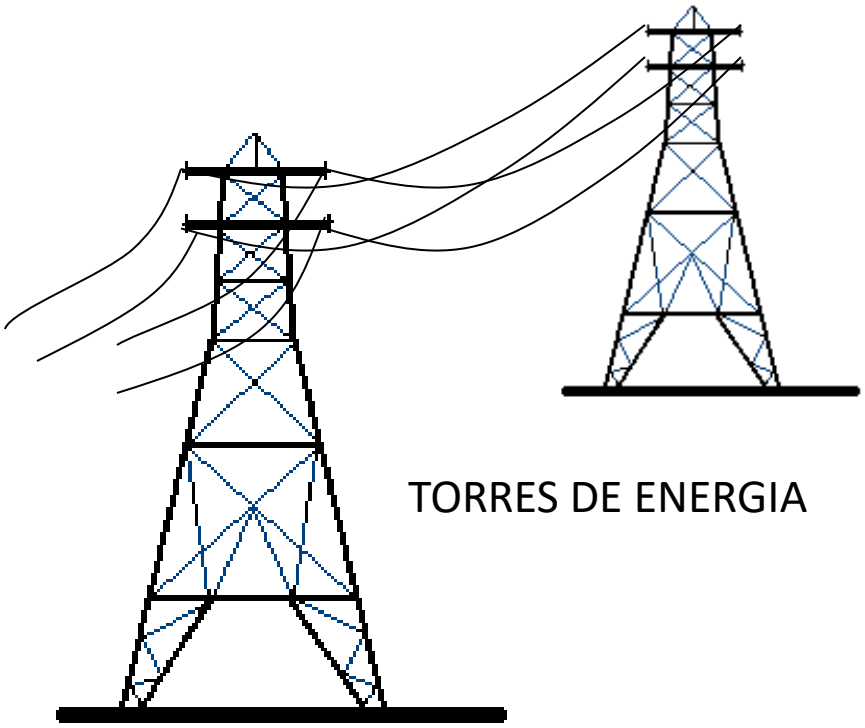
VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS



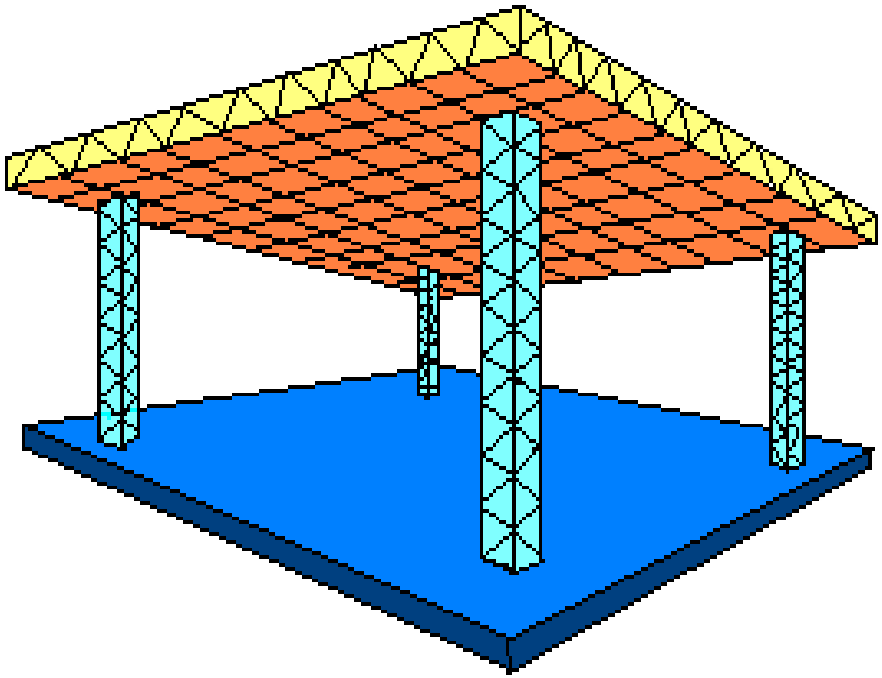


SISTEMAS ESTRUCTURALES

5. Sistemas reticulares:



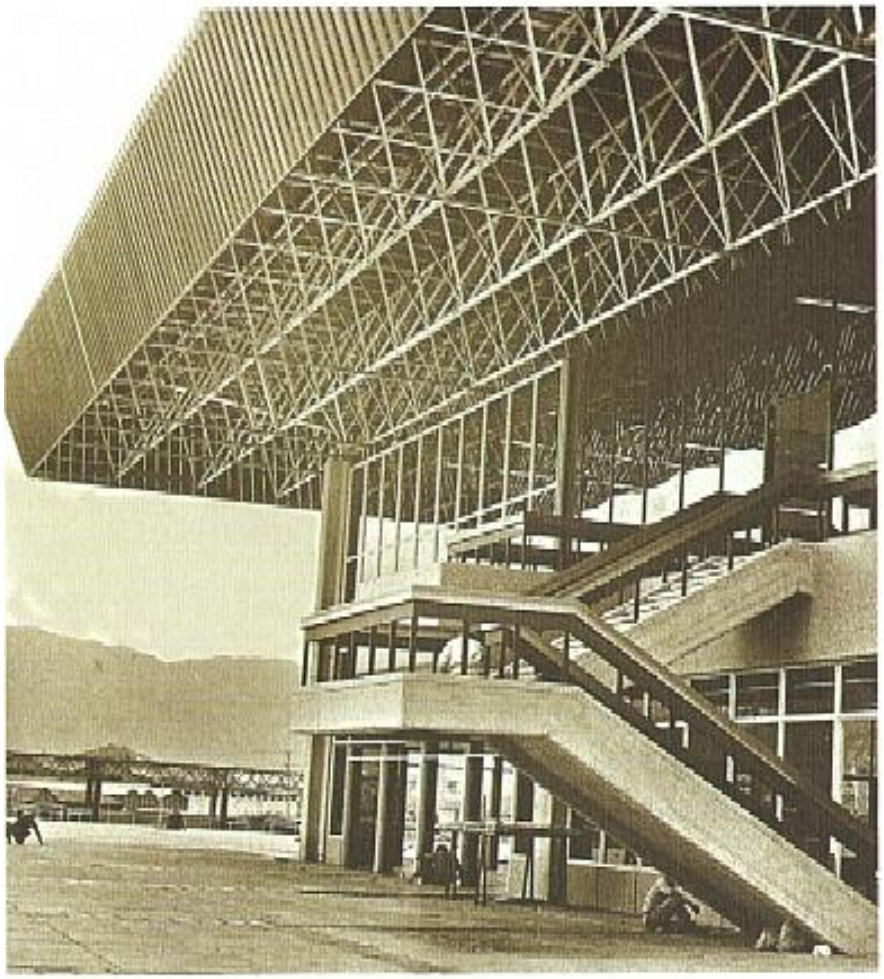
TORRES DE ENERGIA



ESTRUCTURAS DE CUBIERTA



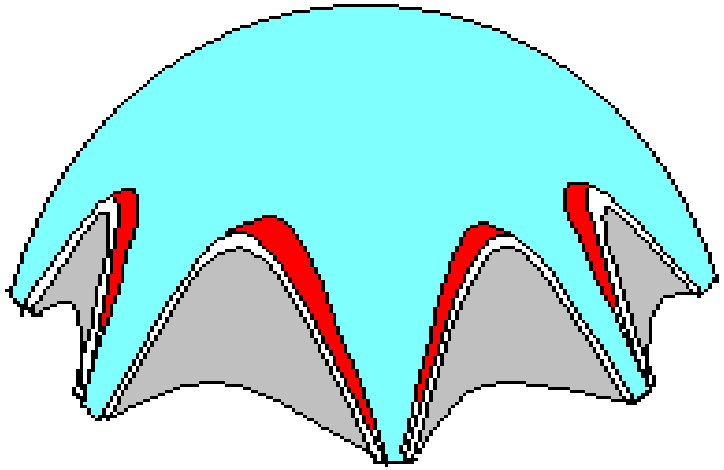
EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS - Medellín / Bóveda
Montaje y cálculo: Tecmo-Alco Ltda. - 1998



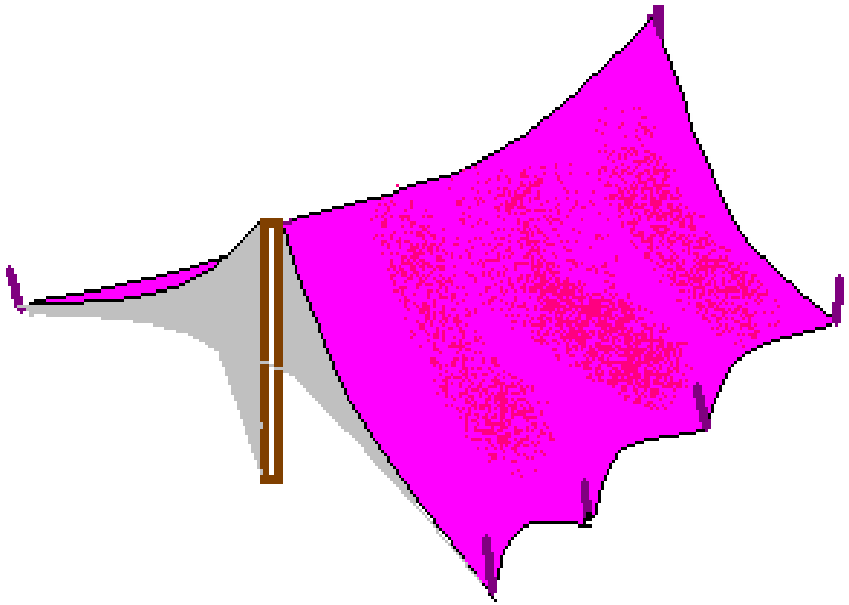
PALACIO DE EXPOSICIONES - Medellín 1972

SISTEMAS ESTRUCTURALES

6. Sistemas superficiales:



CUPULAS Y
CASCARAS DELGADAS

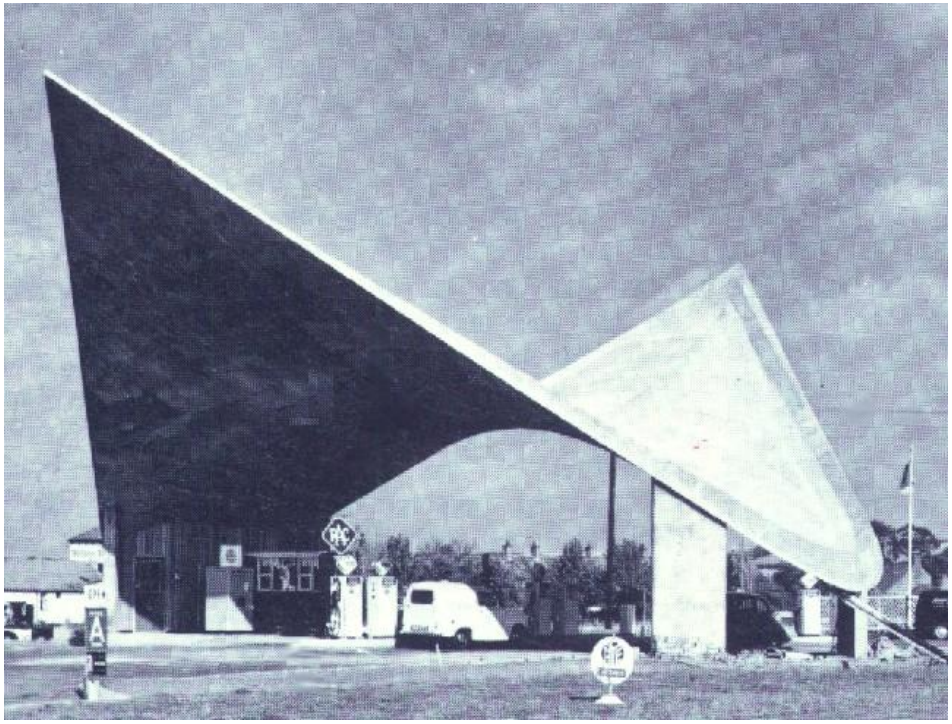


CARPAS

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.



