TESIS
IC200
M3
V.2

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

"INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y ACERO MEDIANTE RECURSOS MULTIMEDIA"

(ANEXOS)

REALIZADO POR Magallanes, Lismar
Suzzarini. Maroa

PROFESOR GUIA Ing. Arnaldo Gutiérrez

FECHA Caracas, 17 de Octubre de 2000

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO *PÁG*

INTRODUCCIÓN

PÁGINA PRINCIPAL 1

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 5

- **CONCRETO** 6
  - Definiciones 8
  - Acero de Refuerzo 14
- **ACERO** 23
  - Definiciones 25
  - Propiedades 27
  - Productos de Acero 29
  - Criterios para la Selección del Material 30
  - Curiosidades 31

ACCIONES SOBRE LAS EDIFICACIONES 32

- **DEFINICIÓN** 33
- **CLASIFICACIÓN** 34
  - Acciones Variables 40
  - Acciones de Sismo 44
  - Tectonismo en Venezuela 46
  - Definición de Acciones Sísmicas y Eólicas 48
- **CURIOSIDADES** 49

SISTEMAS ESTRUCTURALES 50

- **GENERALIDADES** 51
  - Ideas Generales de los Sistemas 52
- **CLASIFICACIÓN** 54

Clasificación según la Irregularidad de la Estructura..... 56

- **COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE**..... 66

Fuerzas de Inercia..... 67

Estabilidad..... 67

Torsión..... 71

- **VISITA VIRTUAL A EDIFICACIONES**..... 73

Torre Británica..... 75

Torre Financiera..... 76

Torre El Universal..... 77

Edificio Pequiven..... 78

ANÁLISIS ESTRUCTURAL..... 79

- **DEFINICIÓN**..... 80
- **MODELOS MATEMÁTICOS**..... 81
- **HIPÓTESIS RELATIVAS AL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL**..... 82
- **HIPÓTESIS RELATIVAS AL EFECTO DE LAS DEFORMACIONES**..... 82
- **COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE ANÁLISIS**..... 83
- **MÉTODOS DE ANÁLISIS**..... 85

Análsis Estático Inelástico..... 88

DISEÑO ESTRUCTURAL..... 92

- **DISEÑO DE MIEMBROS**..... 93

Diseño de Miembros en Concreto Reforzado..... 95

Pandeo General, en Estructuras de Acero..... 100

- **DISEÑO DE CONEXIONES**..... 105

Mecanismos de Falla..... 107

Detalles de las Soldaduras..... 109

Defectos en las Soldaduras..... 111

Conexiones Típicas 112

CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO 116

- **CONSTRUCCIÓN** 117

Definición 118

Métodos Constructivos 119

Método Industrializado 120

Paneles Metálicos 122

- **MANTENIMIENTO** 125

Ideas Generales 126

Daños a Estructuras 127

Fisuras 128

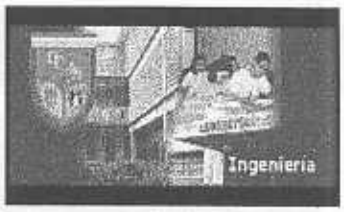
INTRODUCCIÓN

Como parte del trabajo titulado "Introducción al Proyecto de Estructuras de Concreto y Acero mediante Recursos Multimedia", se presenta el siguiente tomo, que está conformado por una selección de páginas en formato HTML, del contenido temático del proyecto.

Las páginas seleccionadas muestran el esquema de la página principal, páginas introductorias, páginas de índice y desarrollo de los capítulos del proyecto. Éstas páginas, permitirán obtener una idea general de la presentación del proyecto, el cual debe ser complementado con el recurso multimedia entregado (CD, Disco Compacto), que es el medio original en el cual se debe utilizar la guía didáctica.

Universidad Católica Andrés Bello

Introducción al Proyecto de Estructuras de Concreto y Acero



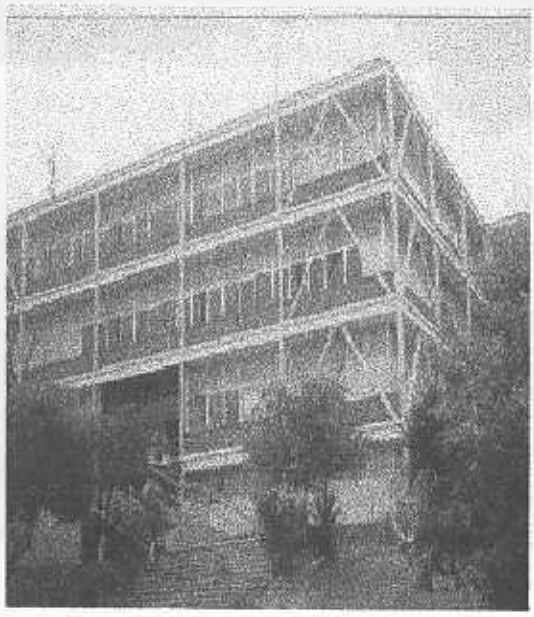
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

Autores: Magallanes, Lismar

Suzzarini, Maroa

Profesor Guía: Ing. Arnaldo Gutiérrez

Contenido General



1.Materiales de Construcción

2.Acciones Sobre las Edificaciones

3.Sistemas Estructurales

4.Análisis Estructural

5.Diseño Estructural

6.Construcción y Mantenimiento

1.Materiales de Construcción

Introducción

Concreto

Acero

Materiales de Mampostería

Madera

Nuevas Tendencias

Criterios de Selección del Material entre Concreto y Acero

2.Acciones Sobre las Edificaciones

Introducción

Definición de Acciones

Clasificación de Acciones

Combinación de Acciones

Riesgo

3.Sistemas Estructurales

Introducción

Generalidades

Clasificación de los Sistemas Estructurales

Comportamiento Sismorresistente

Visita Virtual a Edificaciones

4.Análisis Estructural

Introducción

Definición

Clasificación

Criterios de Estructuración

Criterios para el Proyecto Sismorresistente

Criterios para el Proyecto Resistente a Viento

Acciones e Hipótesis de Solicitaciones para el Proyecto Estructural

5.Diseño Estructural

Introducción

Diseño de Miembros

Diseño de Conexiones

6.Construcción y Mantenimiento de Estructuras

Introducción

Construcción

Mantenimiento

Materiales de Construcción

Concreto

Acero

Materiales de Mampostería

Madera

Nuevas Tendencias

Criterios de Selección del Material

Introducción

Uno de los factores mas importantes en el proyecto de una estructura, es la selección del material o los materiales a emplear. Uno de los materiales considerado de construcción universal es el denominado Concreto, el cual ha sido utilizado en todas partes del mundo.

Otro de los materiales que tiene gran participación en proyectos estructurales es el Acero, bien sea individual o en combinación con el concreto.

Adicionalmente existen otros materiales fundamentales en una construcción como lo son los materiales de Mampostería.

La madera es otro material de construcción, que aunque en nuestro país su uso se ha visto restringido, es un material muy efectivo en el sector de la construcción.

Nuevas Tendencias en materiales de construcción como los polímeros y fibras para refuerzo estructural, son actualmente utilizados en la construcción.

¿Cuál es la manera más acertada de decirlo: "Concreto Armado" o "Concreto Reforzado"?

Averígualo aquí...

Los enormes avances de la tecnología, hacen posible obtener concretos de mayor durabilidad y altas resistencias.

Ver Más...

¿Qué efectos pueden causar variación de la resistencia y la ductilidad del acero?

Respuesta

Volver a la Página Principal

Concreto

Definiciones

Concreto

Concreto Estructural

Concreto Simple

Concreto Reforzado

Concreto Fresco

Concreto Premezclado

Concretos de Alta Resistencia

Propiedades y Características más Importantes

Resistencia a la Compresión

Ductilidad

Tenacidad

Durabilidad

Impermeabilidad

Módulo de Elasticidad

Acero de Refuerzo para Concreto Reforzado

Cabillas

Generalidades

Diámetro Usuales en Venezuela

Diagrama Tensión-Deformación Unitaria

Clasificación del Acero para la Elaboración de Cabillas

Tabla de Propiedades

Diámetro Mínimo de Doblez de Barras

Mallas Electrosoldadas

Generalidades

Disponibilidad en Venezuela

Tipos de Mallas

Criterios Básicos de Selección de Alambres

Disposición Típica de Mallas

Longitudes de Solapes y Anclajes

Control de Calidad del Concreto

Gráficos de Control de Calidad

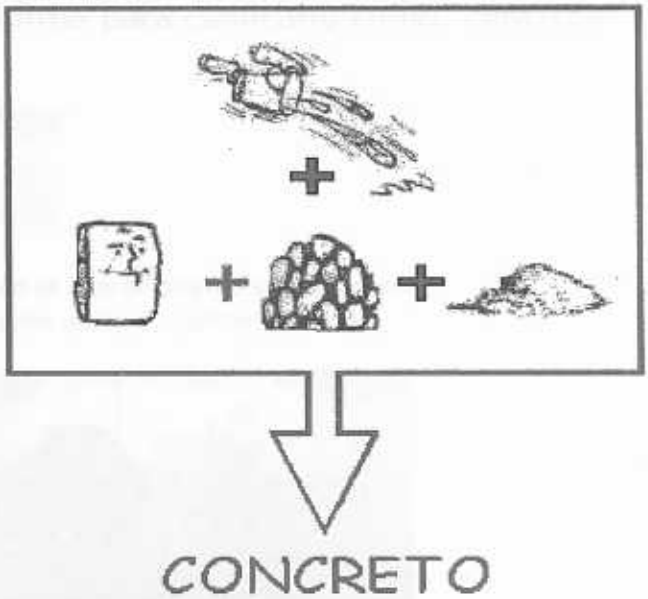
Probabilidad de Aceptación

Definiciones

CONCRETO

El Concreto es una mezcla homogénea de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregados gruesos, agregados finos y agua, con o sin aditivos.

Es importante como en toda mezcla la dosificación de la misma, la cual dependerá de la resistencia que se desea lograr.



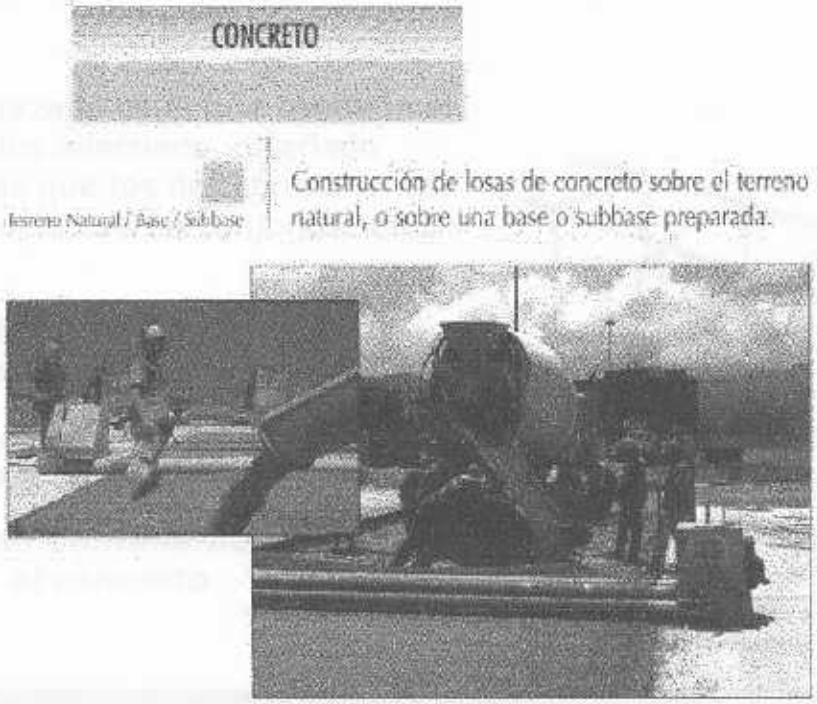
CONCRETO ESTRUCTURAL

En la nueva Norma ACI 318-95 del Instituto Americano del Concreto, hoy la principal organización normativa de este material, se adoptó en su Artículo 2.1. Definiciones Generales, el término "concreto estructural", para reflejar la moderna unificación del diseño, de manera que abarque todas sus clases. Así, se define como:

"Todos los concretos usados para propósitos estructurales, incluyendo los concretos simples y los reforzados", donde hay que aclarar que los reforzados incluyen también los pretensados y postensados, así como la construcción mixta con perfiles o tubos de acero embutidos".

CONCRETO SIMPLE

A partir de la nueva Norma ACI 318-95, el Concreto Simple, es el concreto estructural que no contiene ningún refuerzo, o que éste es menor que la cuantía mínima especificada por ésta Norma para calificarlo como "concreto reforzado".



CONCRETO REFORZADO

Muchos países hispanos como Venezuela, Argentina, España y Brasil, califican al concreto provisto de armaduras o refuerzos como "armado", mientras que otros prefieren "reforzado" (Perú, México, Colombia).

¿Quiénes están más acertados?

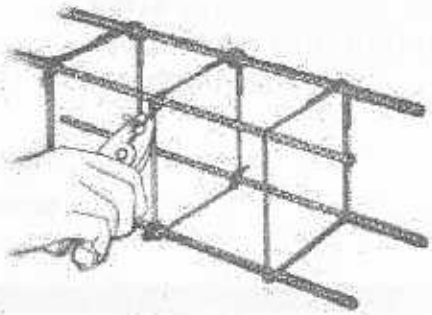
"Armar" está más cerca a la idea de unir o juntar pieza, mientras que "reforzar" sugiere fortalecer algún defecto. Según el Diccionario de la Real Academia Española, el término armadura está asociado a las celosías más que a los refuerzos del concreto. Por lo tanto, lo más apropiado y directo es "**Reforzado**". (Ver Norma COVENIN-MINDUR 2004)

El concreto reforzado es el que contiene el refuerzo metálico adecuado, diseñado bajo la hipótesis que los dos componentes (acero-concreto) actuarán conjuntamente para:

***Resistir las solicitaciones a las cuales está sometido**

***Reducir las deformaciones debidas a las solicitaciones**

***Proporcionar confinamiento lateral al concreto**



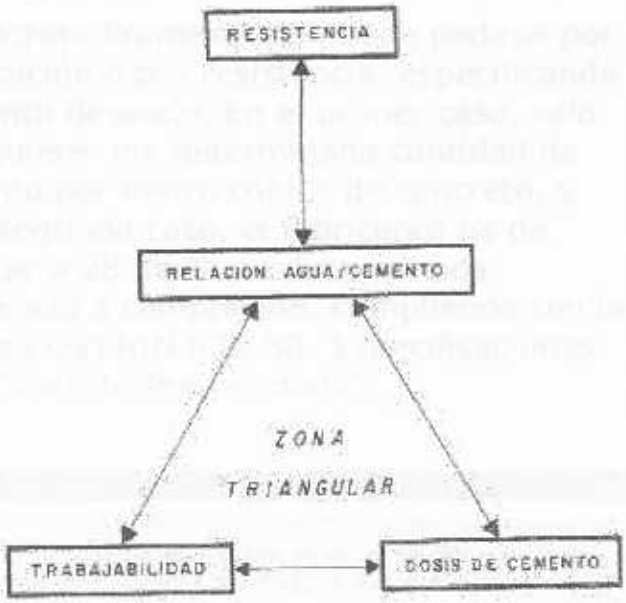
(Ref. 30)

CONCRETO FRESCO

En la práctica, se llama concreto fresco a la mezcla de cemento, agregados y agua, recien preparada. El índice de calidad representativo en este caso es la trabajabilidad, diferenciándose de la resistencia a compresión, que es el índice de calidad para el concreto en estado endurecido.

Trabajabilidad

La Trabajabilidad, es la mayor o menor facilidad, que presenta un concreto para colocarlo, compactarlo y darle acabado superficial en función del miembro de que se trate y del equipo que se disponga.



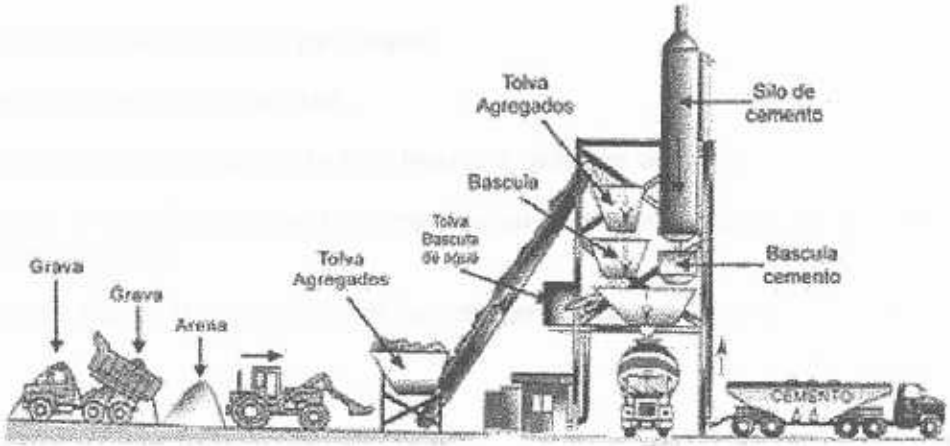
La Trabajabilidad está relacionada directamente con la dosis de cemento y la relación agua/cemento. Es decir las tres variables de la zona de relaciones del triángulo, están interrelacionadas, cuando varía una de ellas, se modificará también una o las dos restantes.

Parámetros que Condicionan el diseño de la mezcla (Ref. 10)

CONCRETO PREMEZCLADO

Recibe esta denominación aquel tipo de concreto recién mezclado y no endurecido . El transporte de este concreto debe efectuarse en la forma más rápida posible con el fin de evitar pérdidas de agua por evaporación, que disminuirían la trabajabilidad de la mezcla haciendo más difícil su colocación.

Proceso de Producción del Concreto Premezclado:



¿Cómo pedir Concreto Premezclado?

El Concreto Premezclado puede pedirse por dosificación o por resistencia, especificando el cuantil deseado. En el primer caso, sólo se requiere una determinada cantidad de cemento por metro cúbico de concreto, y en el segundo caso, el fabricante ha de verificar a 28 días una determinada resistencia a compresión, cumpliendo con la Norma COVENIN 633-86 "Especificaciones para Concreto Premezclado".

CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

Un concreto será de alta resistencia, cuando la resistencia de cálculo especificada por el proyectista sea superior a los 400 kgf/cm^2.

Ventajas

*Ofrece valores de resistencia a la compresión entre superior a los 400 kgf/cm2 de muy alta durabilidad y baja permeabilidad.

*Mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo.

*La estructura tiene un menor costo en comparación a las estructuras de acero.

*Presenta una mayor resistencia a la erosión.

*Se aprovecha un área mayor en las plantas más bajas de edificios altos o muy altos.

*Requiere menos obras de infraestructura en puentes de grandes luces.

*Menor consumo de vapor de curado.

*Posee una mayor durabilidad.

*Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas.

*Posee muy alta fluidez que hace posible su colocación aún en zonas congestionadas de acero de refuerzo.

*Se puede lograr tener el 50% de la resistencia característica, f´c a las 24 horas.

Usos

*Secciones de puentes con grandes luces o muy largos.

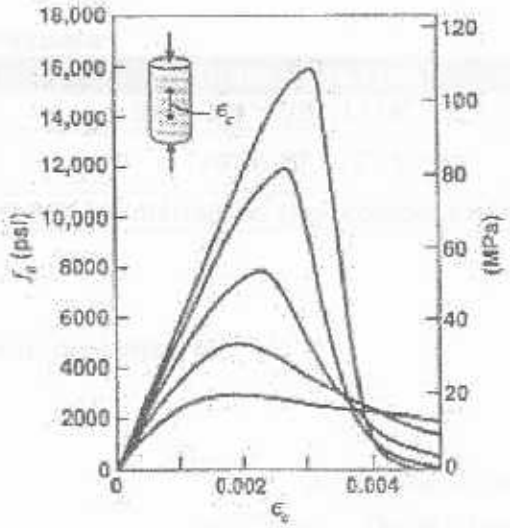
*Sistemas de transporte masivo.

*Estructuras costeras, sanitarias, militares.

*Superficies transitables más resistentes al desgaste, etc.

Actualidad en Concretos de Alta Resistencia

Los enormes avances en la tecnología del concreto, hacen posible obtener concreto con resistencias tan altas como 15000 psi (100 MPa), superior a los 1000 kgf/cm^2, como se ha demostrado en diversas ciudades de los Estados Unidos. El ensayo de compresión uniaxial de un cilindro de concreto de alta resistencia (Diámetro=15 cm y Altura=30 cm) ha arrojado los siguientes resultados:

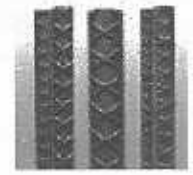


Acero de Refuerzo

CABILLAS

Generalidades

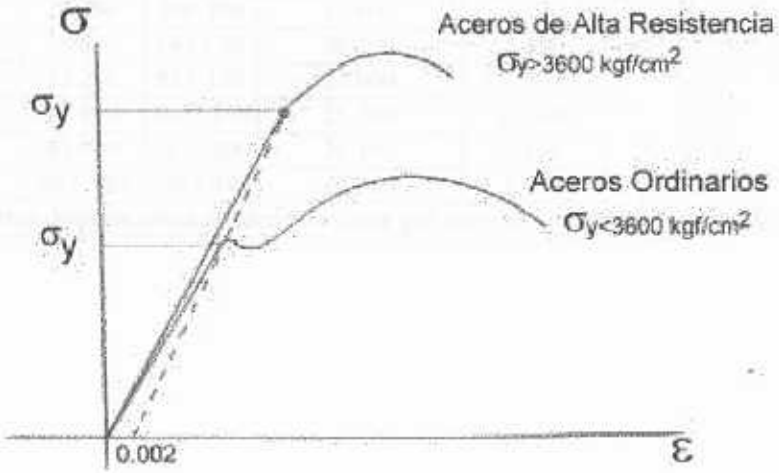
El concreto sin armar es un material muy frágil que, aunque soporta muy bien la compresión, resiste muy poco la tracción. Al colocar armaduras de acero se logra combinar eficientemente la resistencia a la compresión del concreto con la resistencia a la tracción del acero. El acero de refuerzo se utiliza en distintas formas. De ellas, la más común es la barra o cabilla.Estas en algunos casos poseen resaltes para evitar el movimiento longitudinal de la barra con relación al concreto.



Diámetros Usuales en Venezuela

Tipo de Acero	Fábrica	Diámetros (plg)
Aceros Ordinarios	SIDOR	5/8",3/4",7/8",11/4",13/8"
	SIVENSA	1/4",3/8",1/2",5/8"
Aceros Especiales	SIDOR	Todos los diámetros (Por composición química)

Diagrama Tensión-Deformación Unitaria



Clasificación del Acero para la Elaboración de las Cabillas

De acuerdo a la Norma COVENIN 316-95, los aceros se clasifican de la siguiente manera:

Designación	Límite Elástico Nominal, fy	40	60	70
N	Acero al carbono con o sin microaleantes no soldable a temperatura ambiente	N-40	N-60	N-70
W	Acero al carbono con o sin microaleantes soldable a temperatura ambiente	W-40	W-60	W-70
WT	Acero al carbono termotratado soldable a temperatura ambiente	-	WT-60	-

Tabla de Propiedades

La Norma COVENIN 316-95, presenta la siguiente tabla que muestra los números en octavos para designar las barras, peso nominal, diámetro nominal, área nominal de la sección transversal y requisitos de los resaltes y las nervaduras.

Número de Designación	Peso Lineal Nominal	Diámetro Nominal	Área Nominal	Requisitos de los Resaltes y de las Nervaduras			
				Promedio Máximo del Espaciamiento	Promedio Mínimo de la Altura	Máxima Separación (Nervadura de 12.5% del perímetro nominal)	Máxima Separación (Nervadura de 25% del perímetro nominal)
	kgf/m	mm	mm^2	mm	mm	mm	mm
3	0.559	9.530	71.330	6.700	0.380	3.741	7.481
4	0.994	12.700	126.670	8.900	0.510	4.985	9.970
5	1.554	15.880	198.060	11.100	0.710	6.233	12.466
6	2.237	19.050	285.020	13.300	0.970	7.477	14.954
7	3.044	22.220	387.770	15.500	1.120	8.721	17.443
8	3.977	25.400	506.700	17.800	1.270	9.970	19.939
9	5.059	28.650	644.670	20.100	1.420	11.246	22.491
10	6.403	32.260	817.370	22.600	1.630	12.661	25.323
11	7.906	35.810	1007.170	25.100	1.8500	14.057	28.114
14	11.383	43.000	1452.200	30.100	2.160	16.878	34.893
18	20.237	567.330	2581.400	40.100	2.590	22.431	44.863
Nota: Otras designaciones pueden fabricarse por convenio entre comprador y productor							

Diámetros Mínimos de Doblez de Barras

Se debe referir a la Norma COVENIN-MINDUR 1753, para determinar los diámetro mínimos de doblez. Pero en todo caso, deberán cumplir los siguientes valores, según el número de designación:

Número de Designación	Diámetros Mínimos de Doblez
3,4,5,6,7 y 8	$6d_b$
11	$8d_b$
14 y 15	$10d_b$
Nota: db, indica el diámetro nominal de la barra	

MALLAS ELECTROSOLDADAS

Generalidades

Las mallas están constituidas por alambres de acero, provenientes de los procesos finales de laminación en las plantas siderúrgicas. Los alambres son sometidos posteriormente a un tratamiento en frío denominado trefilación, el cual consiste en reducir su diámetro original haciéndolo pasar a través de una serie de orificios de diámetros descendentes hasta llegar al deseado.

Disponibilidad en Venezuela

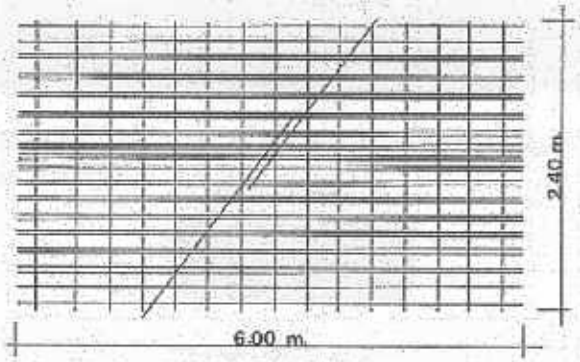
Las mallas existentes actualmente en el mercado venezolano son producidas a partir de alambres de alta resistencia (trefilación de alambres), con un límite elástico convencional de $fy=5000\ kgf/m^2$. El ingeniero tiene la posibilidad de trabajar con mallas estandarizadas o con mallas especiales.

Tipos de Mallas

a) Mallas Estandard

La facilidad de colocación de las mallas, las hacen especialmente adecuadas para el armado de pavimentos, canalizaciones, repartición de losas, etc. Actualmente se disponen de los siguientes tipos de malla, para el armado de losas: U y D.

Tipo	Separación (mm)		Diámetro (mm)		Área de acero (cm^2/m)		Peso (kgf)	Utilización
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal		
U-1.88	150	250	6.0	4.0	1.88	0.50	29.68	Mallas para losas
U-2.57			7.0	5.0	2.57	0.78	41.49	
U-3.77			6.0d	5.5	3.77	0.95	53.39	
U-4.43			6.5d	6.0	4.43	1.13	62.71	
U-5.13			7.0d	6.5	5.13	1.33	72.96	
U-6.70			8.0d	7.5	6.70	1.77	95.83	
D-1.88	150	150	6.0	5.5	1.88	1.58	41.93	Mallas para placas
D-2.95		150	7.5	7.0	2.95	2.57	66.47	
D-3.35		150	8.0	8.0	3.35	3.35	80.58	
D-3.77		150	6.0d	8.5	3.77	3.78	82.68	
D-5.13		100	7.0d	8.0	5.13	5.03	111.24	
D-5.99		100	7.5d	8.5	5.89	5.67	126.54	
D-6.70		150	8.0d	11.5	6.70	6.92	149.34	



MALLA TIPO "U" Y "D"

b) Mallas Especiales

Cuando las mallas normales no son adecuadas para satisfacer los requirimientos del ingeniero proyectista, se dispone de ilimitadas posibilidades para especificar aquellas combinaciones de dimensiones, diámetros y separaciones de alambres que mas se ajusten a sus necesidades y criterios de diseño. Estas mallas deben estar dentro de los siguientes límites:

Longitud	**12 m, por razones de manejo y transporte**
Ancho	**2.75 m**
Separación de alambres	**Mínimo: 50 mm, Máximo: 300 mm**
Diámetro de alambres	**Mínimo: 4.0 mm, Máximo: 12.0 mm**
Alambres dobles	**Sólo en el sentido longitudinal**

Criterios Básicos de Selección de Alambres

*Es conveniente suplir las mayores demandas de acero por el alambre longitudinal de la malla, para evitar posibles solpaes con alambres gruesos.

*Siempre quedará en la parte inferior el alambre sometido a mayor tracción (usualmente es el alambre longitudinal)

*Se recomienda las siguientes separaciones:

Por control de fisuración	As inferior: 100 mm
Para facilitar el vaciado	As superior: 150 mm

*Cantidad de Acero, se recomienda la siguiente expresión:

$$As(cm^2/m) = \frac{\#\text{alambre} * As \text{ de un alambre } (cm^2)}{\text{Separación entre alambres } (m)}$$

Además se debe satisfacer, la cuantía mínima requerida por la Norma COVENIN 1753, en su Artículo 7.12.2.1 (c):

$$\rho = \frac{As}{bd} \geq 0.0015^*$$

*Por retracción y temperatura, es mejor utilizar 0.0018

Disposición Típica de Mallas

a) Consideraciones para colocación de Mallas Inferiores

*Armar en primer término la luz más corta

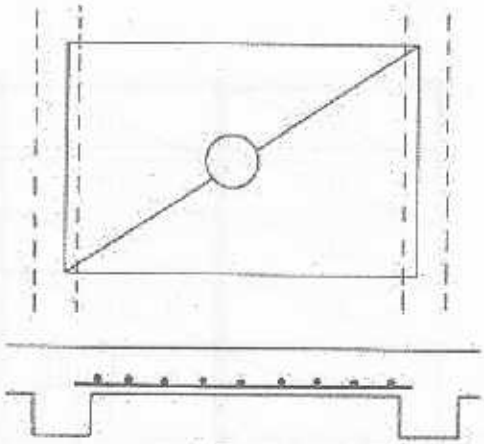
*En lo posible satisfacer la mayor demanda de acero con el alambre longitudinal

*En la orientación de la malla se tratará de aprovechar al máximo la mayor dimensión transversal de la malla

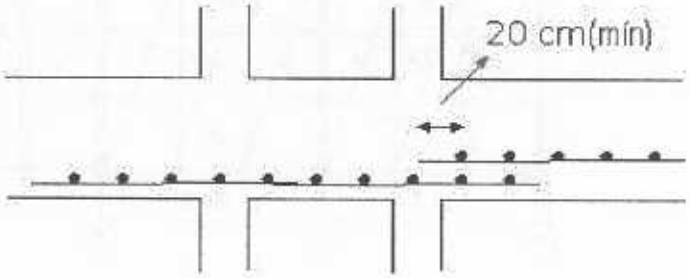
*Se recomienda la siguiente expresión para determinar el ancho de la malla, suponiendo un número determinado de mallas:

Número de mallas (n) *Ancho de malla (b) =Luz libre + Penetración + (n-1)Solapes

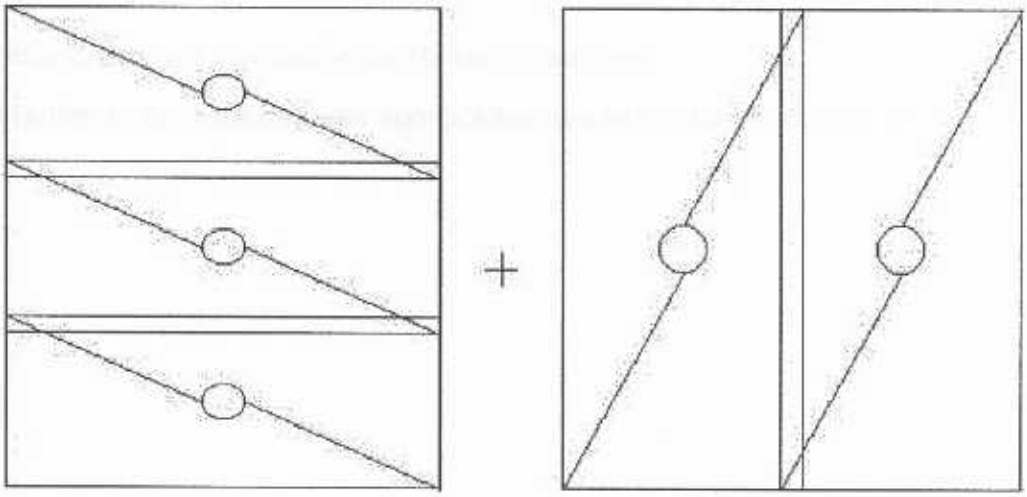
*En el caso de pórticos el alambre debe penetrar al menos el recubrimiento



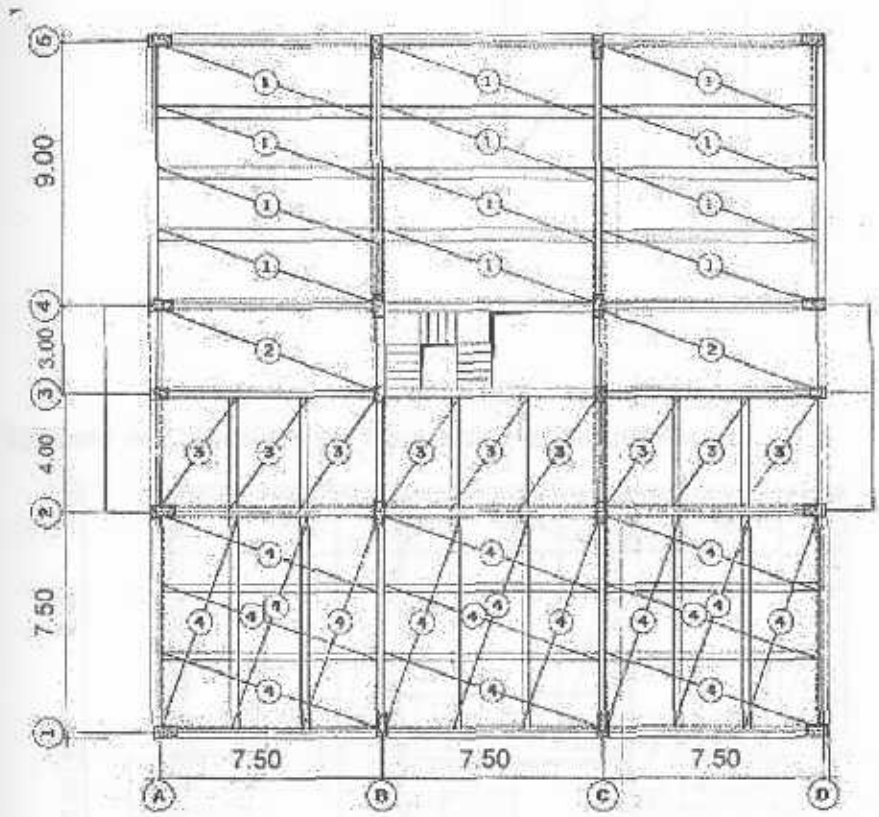
*En los muros estructurales y el sistema túnel la malla pasa corrida



*En las placas se debe armar las dos direcciones, dependiendo de la demanda de acero, se colocarán o bien una sola malla robusta o dos capas como se indica:



*Ejemplo de Disposiciones Típicas de Mallas Inferiores

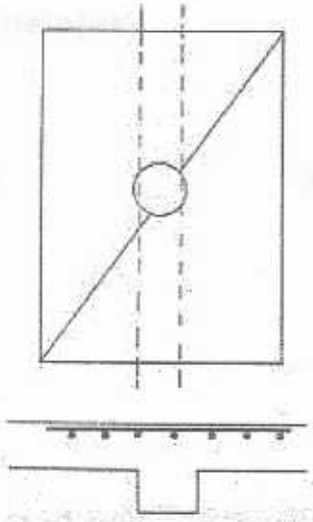


Disposición Típica De Mallas Inferiores

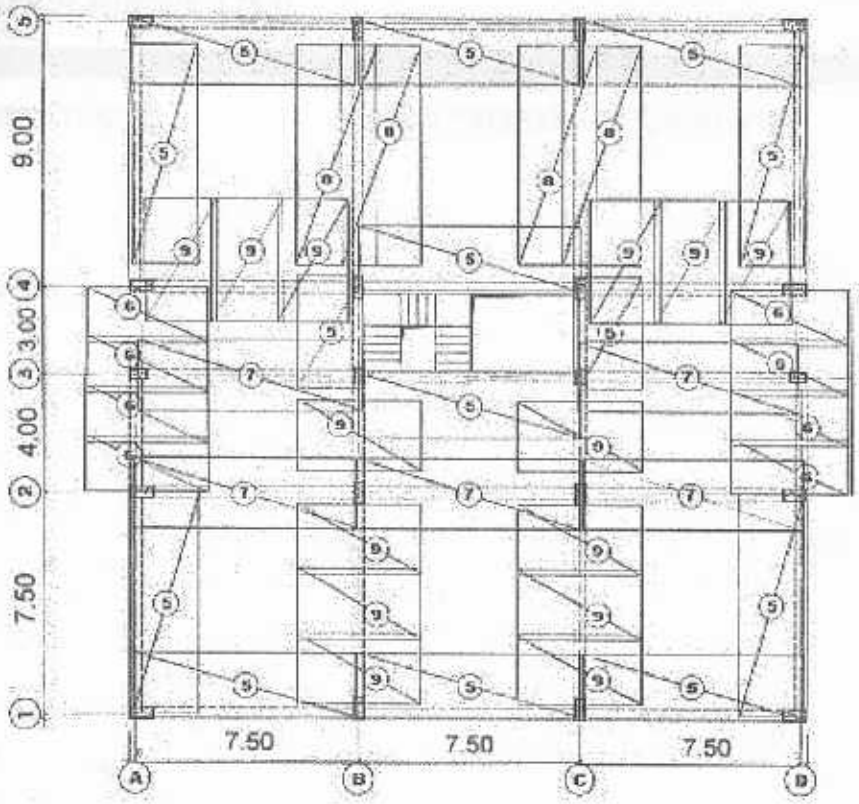
(Ref. 19)

a) Consideraciones para colocación de Mallas Superiores

*Igual tratamiento para estructuras aporticados que estructuras con muros



*Ejemplo de Disposiciones Típicas de Mallas Inferiores

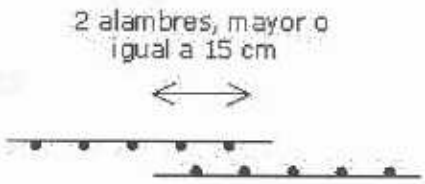


Disposición Típica De Mallas Superiores

Longitudes de Solapes y Anclajes

Solapes Longitudinales

Solapes Transversales

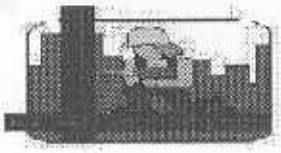


En ambos casos debe satisfacerse el criterio COVENIN-MINDUR 1753, en su Artículo 12.7.2.

Anclajes

Iguales dimensiones que en el caso de los solapes longitudinales. (Ver Artículo 12.7, Norma COVENIN-MINDUR 1753)

Acero



Definiciones

Acero

Clasificación del Acero

Acero Estructural

Perfiles Estructurales

Propiedades

Propiedades Mecánicas

Resistencia

Ductilidad

Efectos que Causan Variación de la Resistencia y la Ductilidad

Soldabilidad

Tensiones Residuales

Efecto del Trabajo en Frío

Efecto de la Temperatura

Propiedades Físicas

Peso Unitario

Módulo de Elasticidad

Módulo Elástico de Corte

Coeficiente de Poisson

Coeficiente de Dilatación Térmica

Comportamiento Sismorresistente

Aplicaciones del Acero

Disponibilidad en Venezuela

Página Principal Índice Materiales de Construcción

Definiciones

ACERO

Es un producto férreo capaz de ser deformado plásticamente, cuyo contenido de Carbono (C) mínimo y máximo está en un orden de 0.008% y 2 %, respectivamente, pudiendo contener otros elementos de aleación, así como las impurezas inherentes al proceso de fabricación.

En la siguiente figura se muestra el esquema tradicional de producción del acero, que utiliza dos tipos diferentes de hornos, el primero es un horno eléctrico de reducción, en el cual luego de aplicar ciertos procesos se obtiene a partir del mineral de hierro el arrabio, el cual es un producto de hierro con alto contenido de carbono.

Ref. (46)

El segundo horno es de hogar abierto, en el cual el arrabio es fundido a altas temperaturas para que adquiera otras propiedades y se pueda denominar acero. El acero por estar en estado líquido es vertido en moldes y pasa por un proceso de enfriamiento a temperatura ambiente, para luego ser sometido a los procesos de laminación.

ACERO ESTRUCTURAL

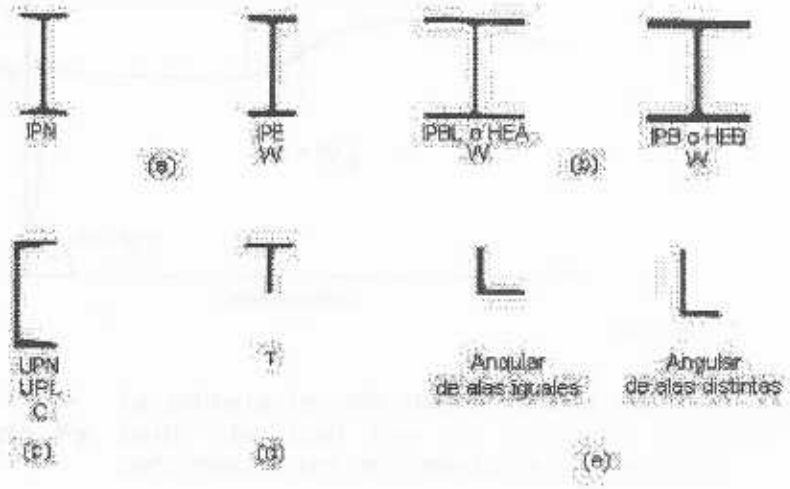
En las estructuras metálicas, aplicase a todo miembro o elemento que se designa así en los documentos del contrato y/o es necesario para la resistencia y la estabilidad de la estructura, entre sus características principales encontramos:

- Es un material dúctil, en donde ésta ductilidad puede reducirse o perderse si no se cuidan los detalles de diseño y construcción de la estructura.
- Es además, prácticamente homogéneo e isotrópico de calidad constante que permite esfuerzos muy elevados.

PERFILES ESTRUCTURALES

Las piezas comerciales de acero usados en la construcción se conocen como perfiles; es la forma cuya sección se ha elegido por consideraciones técnicas y estáticas.

La siguiente figura muestra las formas más usuales de perfiles normalizados a saber: (a) perfil en I o doble T, (b) perfil en H o doble T de alas anchas, (c) perfil en U, (d) perfil en T y (e) perfil en ángulo.



Ref. (46)

Para ejemplos haz Click en la Imagen

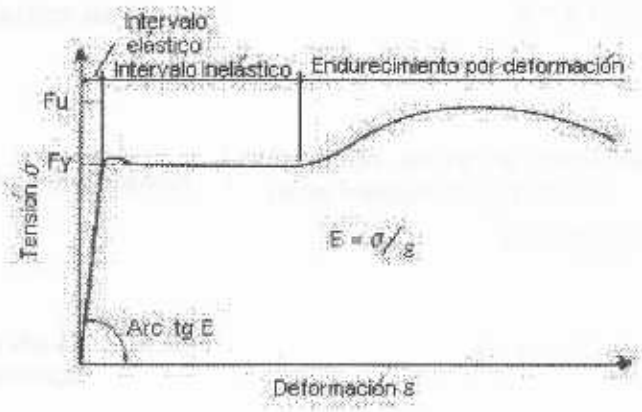
Además de los perfiles existen otros componentes estructurales indispensables para la construcción, los cuales son: cabillas, barras, pletinas, chapas, pernos, pasadores y otros.

Propiedades

PROPIEDADES MECÁNICAS

Resistencia

La resistencia a solicitaciones estáticas de los miembros estructurales de acero, dependen principalmente de la forma del diagrama de Tensión - Deformación, obtenido de un ensayo normativo a tracción uniaxial.



Ref. (46)

Límite de Cedencia, Fy	La primera tensión menor que la máxima alcanzada, a partir del cual hay un marcado incremento de la deformación sin incremento de las tensiones.
Límite de Rotura, Fu	Es la máxima tensión alcanzada en el ensayo de tracción uniaxial.

Ductilidad

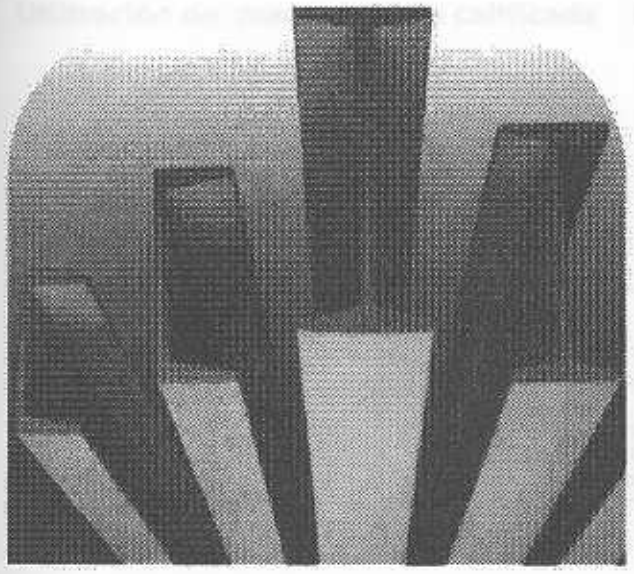
Es un índice de la deformabilidad inelástica del acero, el cual representa la capacidad del material para soportar grandes deformaciones, cuantificada por el % de alargamiento o de reducción del área.

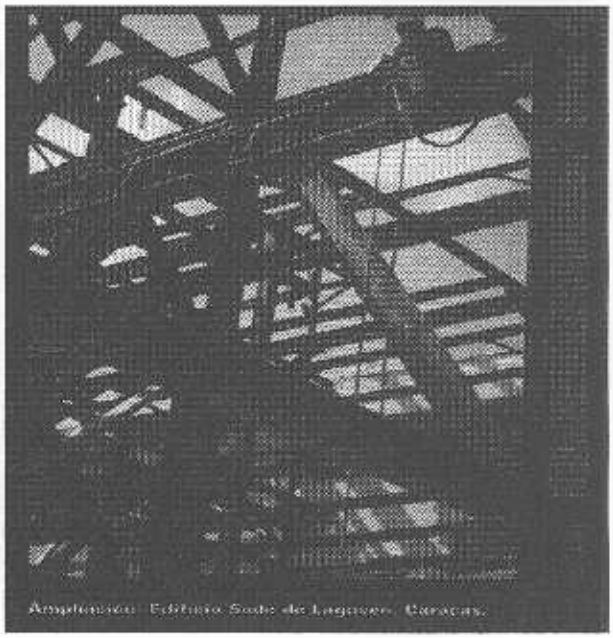
PROPIEDADES FÍSICAS

Peso Unitario	7850 kgf / m³
Módulo de Elasticidad	Relación entre tensiones y deformaciones en la fase elástica, aproximadamente: $E = 2.1 \times 10^6$ (kgf / cm^2)
Módulo Elástico de Corte	$G = E / 2(1+\nu)$
Coeficiente de Poisson	Relación entre la deformación transversal y la deformación longitudinal. $\nu = 0.30$ (elástico)
Coeficiente de Dilatación Térmica	$\varepsilon = 11.25 \times 10^{-6}$ °C^-1

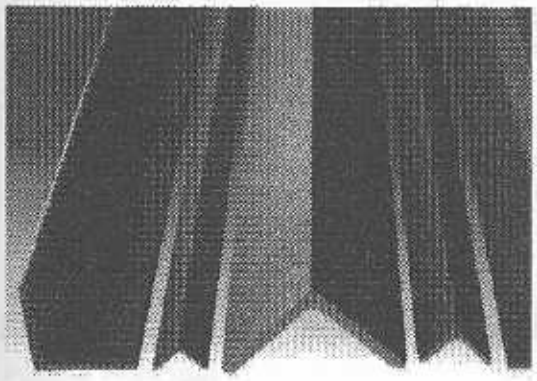
Productos de Acero

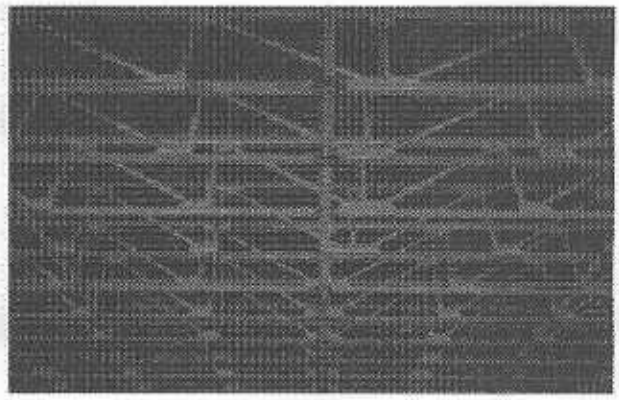
PERFILES





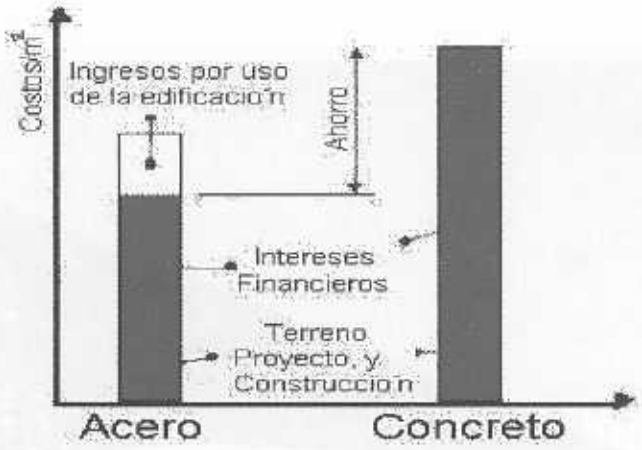
ÁNGULOS





Criterios para la Selección del Material

Acero	Concreto
Rapidez en la ejecución	**Lentitud en la ejecución**
Utilización de mano de obra calificada	**Utilización de mano de obra no calificada**
Menor costo	**Mayor costo**

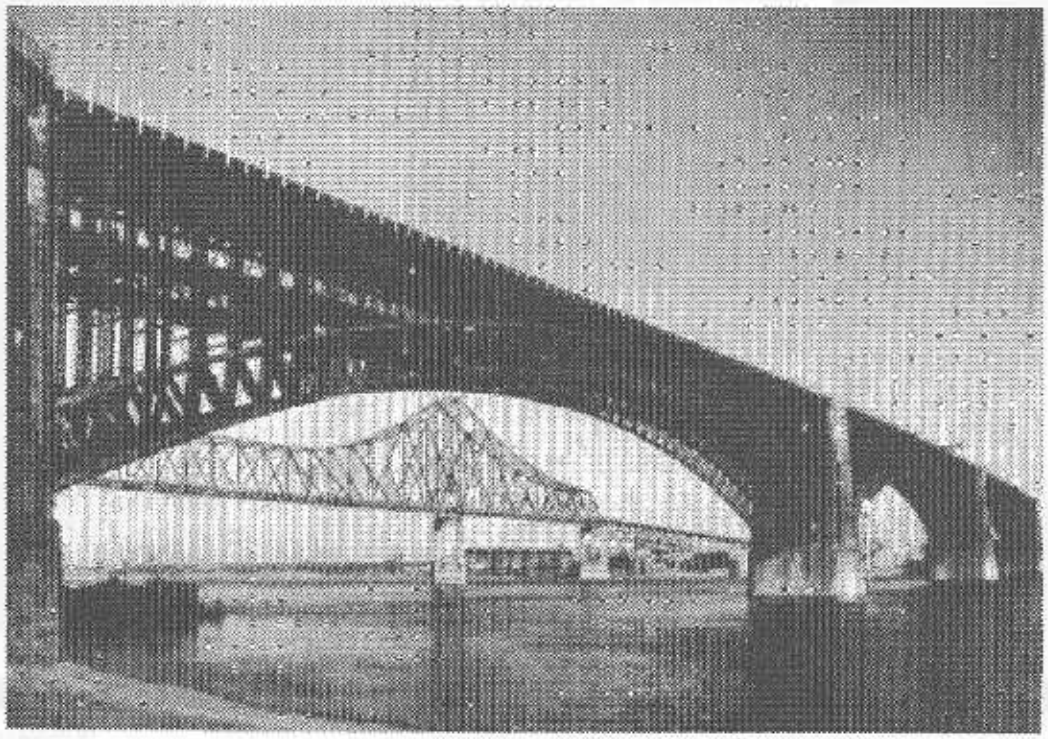


Obras más livianas	**Obras pesadas**
Menos solicitaciones sobre las fundaciones	**Componentes estructurales más estéti**
Versatilidad en la construcción	**Buena protección al fuego y a la corros**
Permite la intervención simultánea de otros contratistas (Albañilería, instalaciones, etc.)	**Necesidad de espacio en obra**
Define con exactitud todas las propiedades de los elementos estructurales	**La interperie afecta el rendimiento**
Poca protección al fuego y a la corrosión, pero se puede evitar si se recubre adecuadamente los miembros estructurales	**El control de calidad en obra es más dificil**

Curiosidades

PRIMER PUENTE DE ACERO ESTRUCTURAL

La era de los grandes puentes de acero estructural se inició con la construcción del EADS BRIDGE (1874) de triple arco sobre el río Missisipi en St.Louis, el cual tiene un tramo central de 158.5 m y los dos laterales de 153 m.



Índice Materiales de Construcción

Acciones sobre las Edificaciones

Definición

Clasificación

Combinación de Acciones

Riesgo

Introducción

Las acciones se definen según la norma vigente COVENIN-MINDUR 2002-88.

La Norma COVENIN-MINDUR 2002-88 realiza la Clasificación de las Acciones basándose en la variación de la intensidad de las acciones con el tiempo. Es importante conocer ésta clasificación ya que de ésta manera si consideramos las características del sitio, el material y el uso, en el cual se va a desarrollar la edificación, podremos saber a que fuerzas va a estar sometida la estructura para su posterior diseño.

Para realizar el diseño de una estructura se debe conocer la Combinación de Acciones más desfavorable que actúa sobre ella, para ello se debe adoptar un conjunto de posibles opciones que dependen del material utilizado y de las hipótesis de solicitaciones a considerar.

Consiste en conocer que existe un riesgo presente ante las acciones en el mundo en el cual nos desenvolvemos, por ello para manejarlo debemos reconocer lo que representa una amenaza y una vulnerabilidad.

Curiosidades

Sabes, que el primer instrumento para obtener información sobre sismos se llama Sismóscopo.

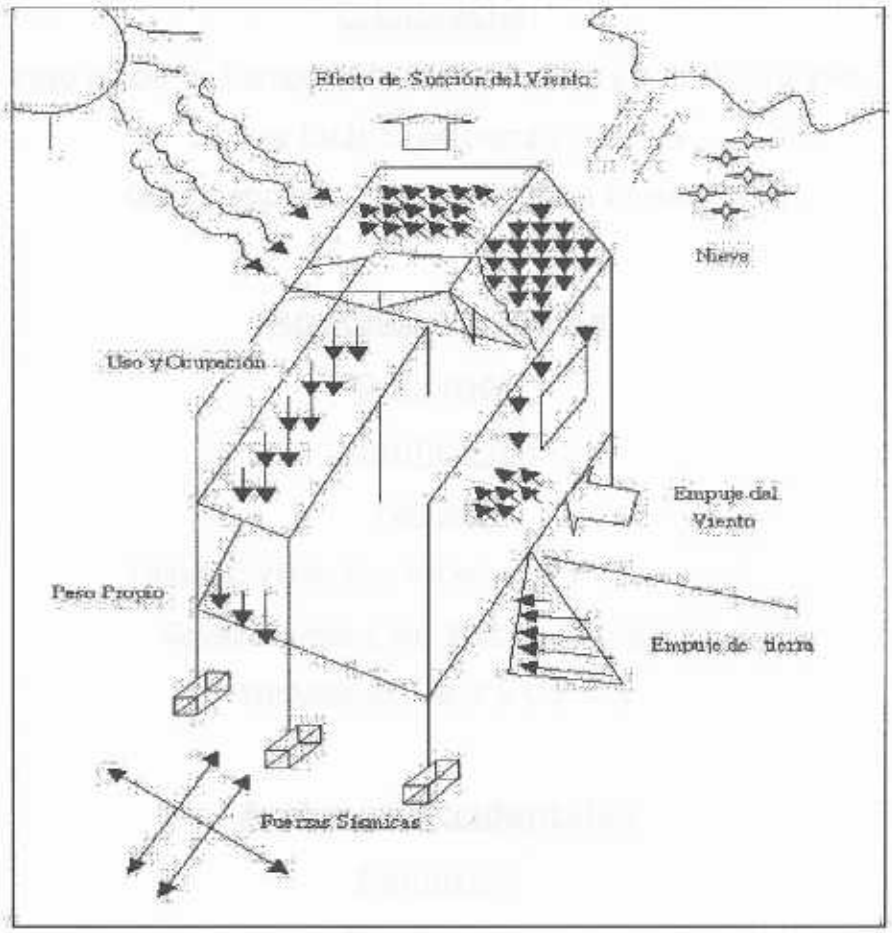
Conoce a Ruamoko, el Dios de los terremotos

Principales sismos que han afectado nuestro territorio

Huracanes que han afectado a Venezuela

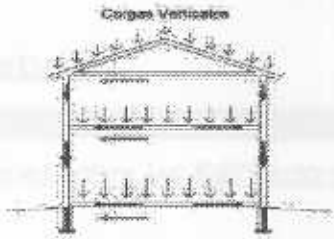
Definición de Acciones

Las acciones, según la Norma COVENIN-MINDUR 2002-88, son fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los miembros y componentes de una edificación, como las cargas, los asentamientos, los efectos de temperatura y reología, etc.. En la siguiente figura se muestran las diferentes fuerzas que actúan sobre las edificaciones.



Las acciones definidas anteriormente son las que se aplican en la Teoría de los Estados Límites, según lo establecen las normas vigentes para el proyecto de edificaciones de concreto, acero, madera, mampostería o cualquier otro material estructural.

Clasificación



Acciones Permanentes

Definición

Clasificación

Peso Propio de Componentes Estructurales y No Estructurales

Empuje Estático de Tierra y Líquidos

Deformaciones y Desplazamientos Impuestos

Acciones Variables

Definición

Clasificación

Personas

Objetos, Vehículos, Ascensores y Maquinaria

Grúas Móviles y sus Efectos de Impacto

Empujes de Tierra y Líquidos

Acciones Accidentales

Definición

Clasificación

Acciones de Sismo

Acciones de Viento

Diferencias entre Acciones Sísmicas y Eólicas

Acciones Extraordinarias

Acciones Reológicas y de Temperatura

Página Principal

Índice Acciones sobre las Edificaciones

Clasificación de las Acciones

ACCIONES PERMANENTES

Definición

Éstas acciones actúan continuamente sobre la edificación y su magnitud se considera invariable en el tiempo.

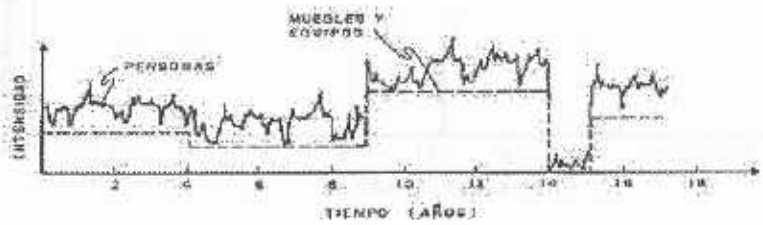
Se determinan utilizando los valores indicados en las Tablas de la Norma COVENIN-MINDUR 2002-88 de Pesos Unitarios Probables de Materiales de Construcción, Materiales Almacenables y Elementos Constructivos (kgf/m²).

Clasificación

Peso Propio de los Componentes Estructurales y no Estructurales
Empuje Estático de Tierra y Líquidos
Deformaciones y Desplazamientos Impuestos

ACCIONES VARIABLES

Definición



Actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y se deben a su ocupación y uso habitual.

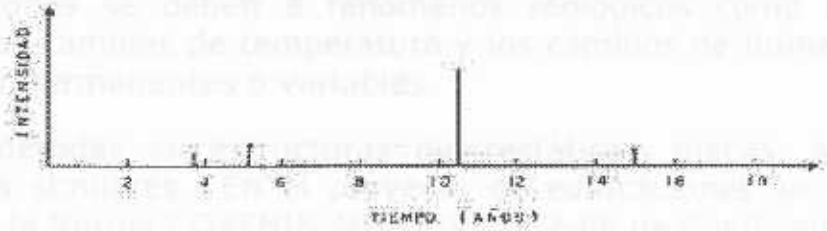
Se determinan mediante estudios estadísticos o por una información más precisa, sino se dispone de ellas entonces no se usarán valores menores a los indicados en la Tabla 5.1 de la Norma COVENIN-MINDUR 2002-88 de Mínimas Cargas Distribuidas Variables sobre Entrepisos (kgf /m²).

Clasificación

Personas
Objetos, Vehículos, Ascensores, Maquinaria
Grúas Móviles y sus Efectos de Impacto
Empujes de Tierra y Líquidos

ACCIONES ACCIDENTALES

Definición



Son aquellas acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia sólo durante lapsos breves de tiempo.

Clasificación

Acciones de Sismo
Acciones de Viento

Diferencias entre Acciones Sísmicas y Eólicas

ACCIONES EXTRAORDINARIAS

Éstas acciones no actúan en la vida útil de una edificación, pero se pueden presentar en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, choque, etc..

ACCIONES REOLÓGICAS Y DE TEMPERATURA

Éstas acciones se deben a fenómenos reológicos como la retracción, la fluencia, los cambios de temperatura y los cambios de humedad, las mismas pueden ser permanentes o variables.

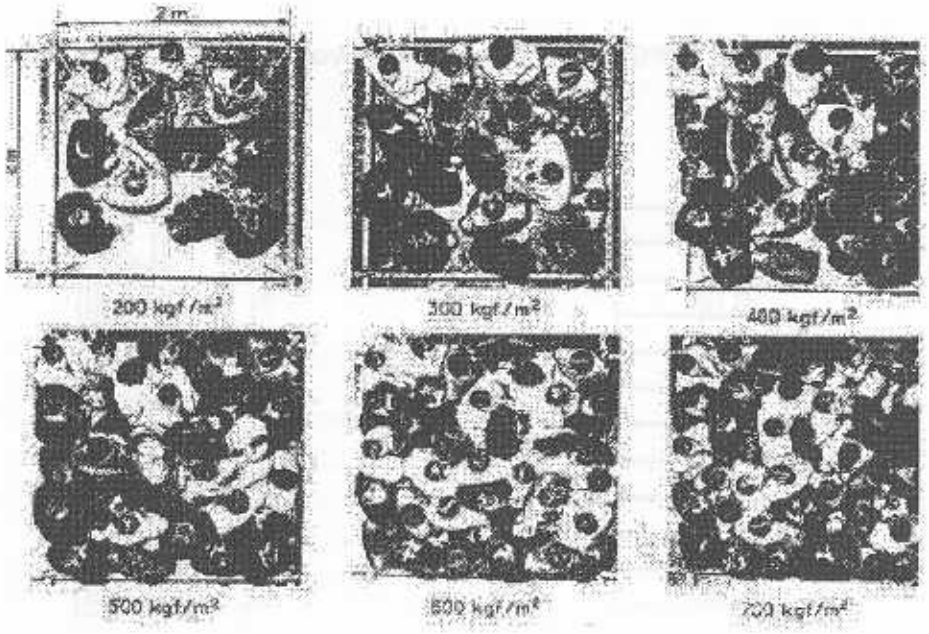
Son consideradas en estructuras hiperestáticas, placas, arcos, bóvedas y estructuras similares. En el proyecto de edificaciones se recomiendan los valores de la Norma COVENIN-MINDUR 2002-88 de Coeficientes de Dilatación Térmica para algunos materiales de construcción y Datos Climatológicos Promedio en Estaciones Metereológicas.

Página Principal Índice Acciones sobre las Edificaciones Índice Clasificación

Clasificación de Acciones Variables

PERSONAS

En la siguiente figura se puede apreciar como varía la carga uniforme debido a la agrupación de personas en una determinada área.



GRÚAS MÓVILES Y SUS EFECTOS DE IMPACTO

Incremento de las Fuerzas Verticales por Impacto

Apoyo de Ascensores

Vigas de Sustentación de Grúas Móviles y sus Conexiones

Apoyos de Maquinaria

Barras para Suspensión de Pisos y Balcones

Fuerzas Horizontales por Impacto

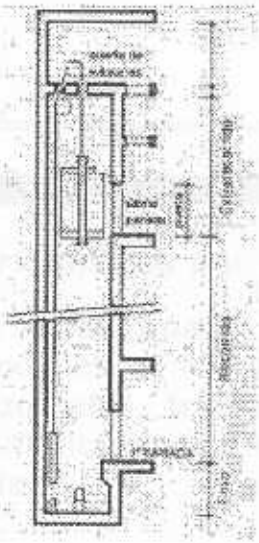
Fuerza Transversal

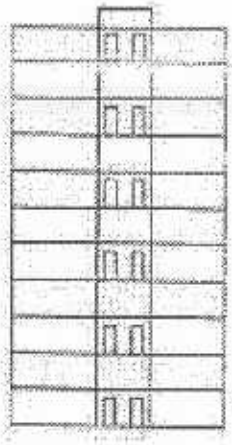
Fuerza Longitudinal

Incremento de las Fuerzas Verticales por Impacto

Si no se tiene la información del fabricante de los equipos, los incrementos de las cargas variables verticales serán:

Apoyo de Ascensores 100%



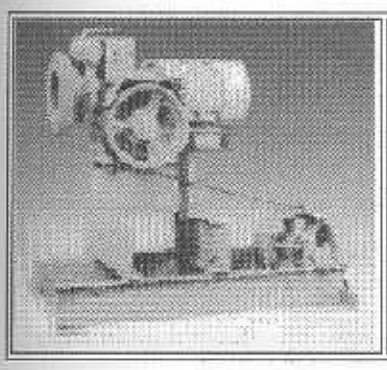


Vigas de Sustentación de Grúas Móviles y sus Conexiones:

Grúas operadas desde cabina 25%

Grúas operadas mediante controles colgantes 10%

Nota: Las cargas que se incrementan son las cargas máximas de las ruedas



Apoyos de Maquinarias:

Maquinaria liviana movida por motores o transmisión	>20%
Maquinaria oscilantes o impulsadas a potencia	>50%

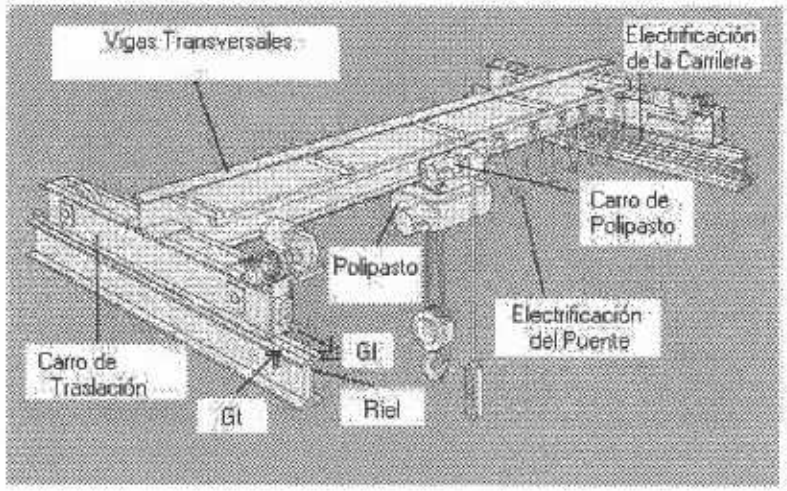
Barras para Suspensión de Pisos y Balcones:

Únicos elementos de soporte	100%
En otros casos	33%

Fuerzas Horizontales por Impacto

En los rieles de las grúas y en la estructura que los soporta, las acciones de los carros móviles se simularan como se muestra en la figura mediante fuerzas horizontales, transversales y longitudinales, en cualquier sentido, actuando simultáneamente con las cargas verticales especificadas anteriormente.

Puente Grúa

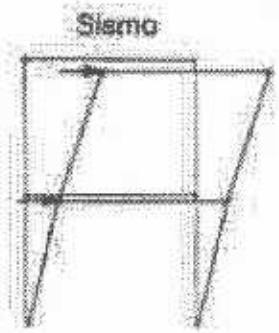


De no existir ninguna otra especificación las magnitudes de las fuerzas horizontales serán:

Fuerza Transversal (Gt)	Es el 20% de la suma del peso de la carga levantada más el peso de las partes móviles de la grúa.
Fuerza Longitudinal (Gl)	Es el 10% de las cargas máximas en las ruedas de la grúa, sin incluir el impacto.

Página Principal Índice Acciones sobre las Edificaciones Índice Clasificación

Acciones de Sismo



Definición

Origen de los Sismos

Introducción

Sismos

Teoría de la Deriva Continental

Correspondencia Geológica a Ambos Lados del Atlántico Meridional

Acoplamiento de África y América del Sur con la Consecución del Ajuste de sus Curvas de Migraciones Polares

Teoría del Rebote Elástico

Teoría de las Placas Tectónicas

Tectonismo en Venezuela

Clasificación del Terremoto según su Origen

Acciones Sísmicas a Considerar

Características o Mecanismo Focal de un Terremoto

Foco o Hipocentro

Epicentro

Profundidad Focal

Distancia Epicentral

Naturaleza de los Sismos

Definición de Ondas Sísmicas

Clasificación de Ondas Sísmicas

Ondas Directas

Ondas Superficiales

Medición de Sismos

Instrumentos de Medición

Sismógrafos

Acelerógrafos

Instrumentación Sísmica en Venezuela

Red Sismológica Nacional

Red Acelerográfica Nacional

Medida de Sismos

Intensidad

Escala de Mercalli

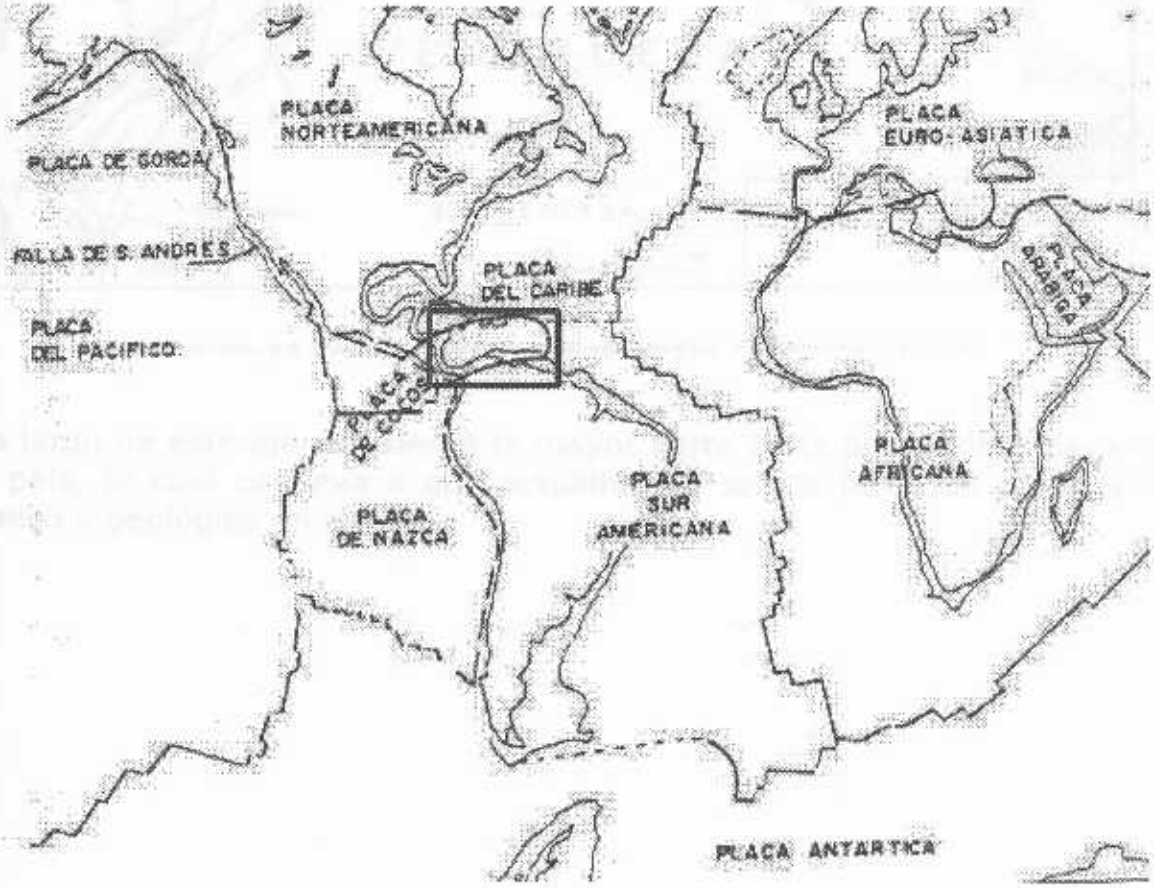
Magnitud

Correlación entre la Intensidad y la Magnitud de un Sismo

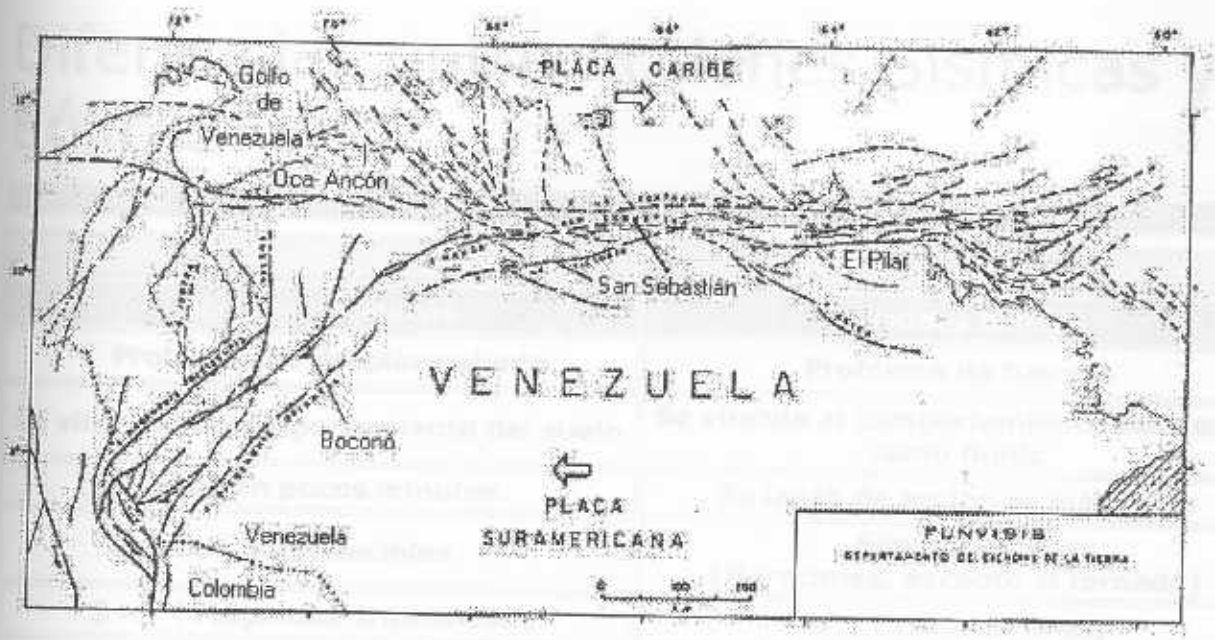
Daños Estructurales debido a Acciones Sísmicas

Tectonismo en Venezuela

En Venezuela, la mayoría de las deformaciones neotectónicas que generan actividad sísmica se concentran en una franja de 100 a 150 km de ancho, la cual constituye la línea de separación entre la Placa del Caribe y la Placa Suramericana. (Ver Click en el recuadro)



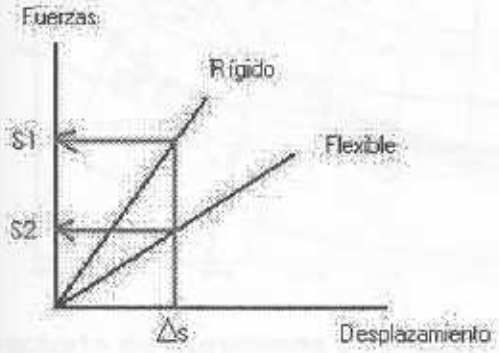
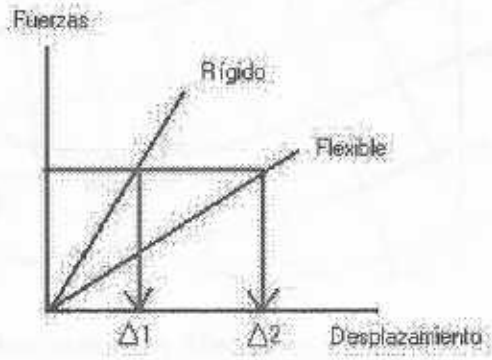
Ésta franja se define por el eje cordillerano-costero del país y está constituida por las fallas más activas de Venezuela, las cuales son: Boconó en la región andina, San Sebastián frente al Litoral Central y El Pilar en el estado Sucre, éstas se desarrollan de manera continua desde la frontera colombo-venezolana en el Táchira hasta la Isla de Trinidad en una distancia de 1500 km.



PRINCIPALES FALLAS ACTIVAS EN VENEZUELA Y REGIONES VECINAS

A lo largo de éste eje se asienta la mayor parte de la población urbana y rural del país, lo cual conlleva a que actualmente sea la principal zona de riesgo sísmico y geológico en el país.

Diferencias entre Acciones Sísmicas y Eólicas

Acciones Sísmicas	Acciones Eólicas
Problema de desplazamiento	**Problema de fuerzas**
Se vinculan al comportamiento del suelo	**Se vincula al comportamiento del viento como fluido**
Perduran pocos minutos	**Su lapso de acción es más largo**
Son impredecibles	**Son predecibles (Huracanes, excepto el tornado)**
S = f (Magnitud, Intensidad)	**W = f (Altura, Área)**
 **El desplazamiento por sismo induce a altas fuerzas si se usa un elemento rígido**	 **Las fuerzas de viento causan grandes desplazamientos mientras menor sea la rigidez**

En General:

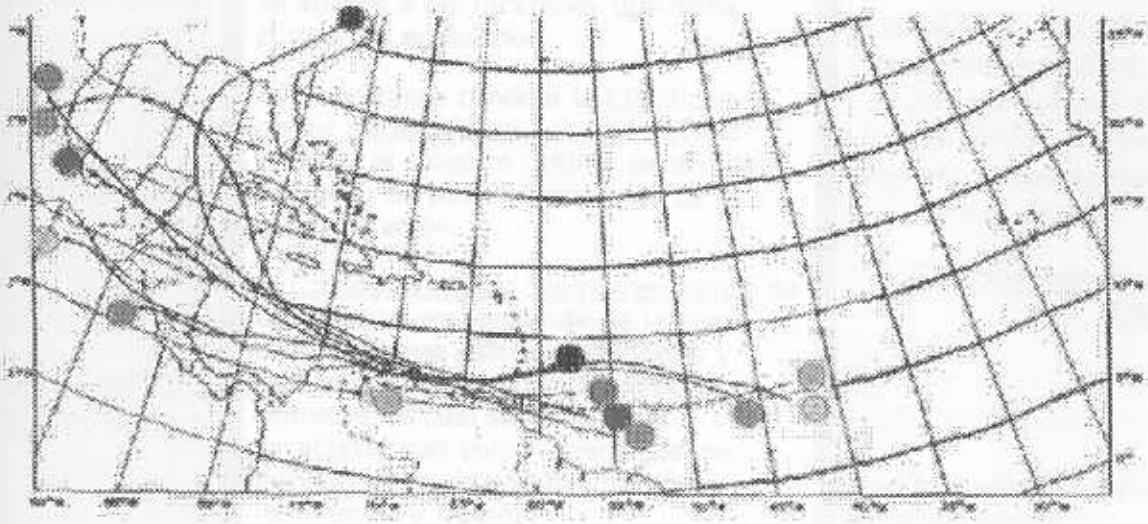
- La norma indica que se debe analizar sismo o viento pero no las dos simultáneamente.
- Además, se debe considerar que siempre van a predominar los detalles sísmicos a los de viento.

Página Principal Índice Acciones sobre las Edificaciones Índice Clasificación

Curiosidades

HURACANES QUE HAN AFECTADO A VENEZUELA

El primer huracán que según la historia afectó a Venezuela es el de la Isla de Cubagua, en 1541. A partir de éste evento, se han registrado una variedad de tormentas tropicales que han afectado ó han pasado cerca de la Costa Norte de Venezuela (Grases,1994).



Trayectoria de Huracanes y Tormentas Tropicales que han afectado a Venezuela en el Lapso de 1831-1988

----- 23-27 Junio de 1831

---- 21 Septiembre 1877

---- 05-15 Octubre 1892 (Huracán)

---- 27 Junio-6 Julio 1933 (Huracán)

---- 11-20 Septiembre 1971 (Huracán Irene)

---- 12-15 Agosto 1974 (Tormenta Alma)

-- 11-22 Octubre 1988 (Tormenta Joan)

Sistemas Estructurales

Generalidades

Clasificación

Comportamiento Sismorresistente

Visita Virtual a Edificaciones

Introducción

Los resultados finales del diseño de un estructura depende en gran parte del acierto que se haya tenido en adoptar el Sistema Estructural más adecuado para soportar las acciones a las que va a estar sujeta la estructura y la que mejor se adapte a las funciones que deba cumplir la edificación.

Es importante conocer la Clasificación de los Sistemas Estructurales para adoptar la solución óptima dentro del conjunto de posibles opciones de estructuración.

El Comportamiento Sismorresistente de una estructura, depende de la selección de un sistema estructural idóneo y eficiente para absorber los efectos sísmicos, lo cual se aprecia en características como: fuerza de inercia, período de la estructura, torsión, resistencia y rigidez.

Caracas, metrópoli fundada el 25 de julio de 1561 por el colonizador Diego de Losada, se presenta en la actualidad como una creación casi exclusiva del siglo XX, donde la modernidad y posmodernidad moldean su rostro. Se muestra en lo que hemos llamado Visita Estructural, una selección de diversas edificaciones de gran interés estructural.

A medida que los edificios se vuelven más altos, las cargas de viento se convierten en una importante consideración en el diseño.

Edificios más altos del Mundo

Conoce algunos de los efectos de Columna Corta, presenciados en el Sismo de Cariaco (Venezuela) y el Terremoto de Managua (Nicaragua)

Efecto de Columna Corta

Volver a la Página Principal

Generalidades

Ideas Generales de los Sistemas

Definición de Sistemas

Ejemplos de Sistemas

Sistemas Estructurales

Definición de Sistemas Estructurales

Condiciones Mínimas para definir un Sistema

Requerimientos Básicos de un Sistema Estructural

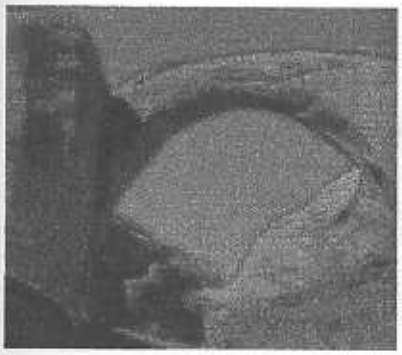
Página Principal

Índice Sistemas Estructurales

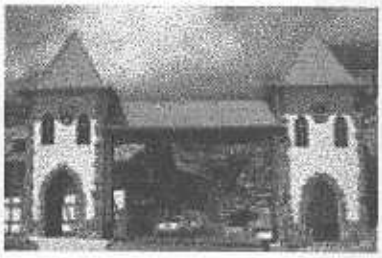
Ideas Generales de los Sistemas

DEFINICIÓN DE SISTEMAS

Se denomina sistema a la unión de partes o componenetes en forma organizada. Un sistema puede existir realmente como un agregado natural de partes componentes, encontradas en la naturaleza, o, puede ser un agregado inventado por el hombre, por lo tanto un sistema es un agregado de entidades, vivientes, no vivientes, o ambas.



Rainbow Bridge, Arizona. USA



Puerta Monumental de Entrada

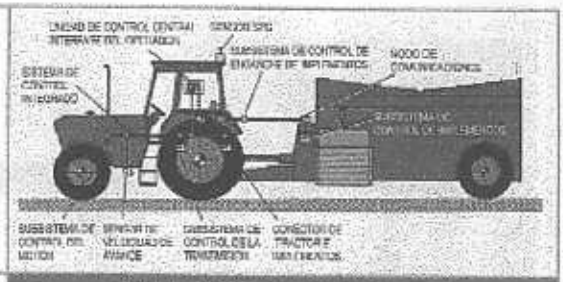
La Colonia Tovar, Venezuela

Parque Nacional Canaima, Venezuela

EJEMPLOS DE SISTEMAS

Por lo expuesto anteriormente, los siguientes son ejemplos de sistemas:

Un Lenguaje, es un sistema conceptual	aACbDm

Una máquina, donde sus componentes son objetos	
Equipo de Fútbol, donde sus componentes son sujetos	
Hombre-Máquina, es un sistema que se estructura de conceptos, objetos y sujetos.	

Página Principal Índice Sistemas Estructurales Índice Generalidades

Clasificación

Clasificación según el Sistema Resistente

Sistemas Resistentes a Cargas Verticales (Sistemas de Piso)

Terminología de Piso y Entrepiso

Losas Macizas

Losas Nervadas

Losas Reticulares

Sofito Metálico

Otros Sistemas de Piso

Sistemas Resistentes a Cargas Horizontales

Pórticos

Muros

Sistemas Duales

Tubos Estructurales

Clasificación según la Irregularidad de la Estructura

Irregularidad Vertical

Entrepiso Blando

Entrepiso Débil

Distribución Irregular de Masas

Variaciones de la Geometría del Sistema Estructura

Esbeltez Excesiva

Discontinuidad en el Plano del Sistema Resistente a Cargas Laterales

Falta de Conexión entre Miembros Verticales

Efecto de Columna Corta

Irregularidad en Planta

Gran Excentricidad

Riesgo Torsional Elevado

Sistema No Ortogonal

Diafragma Flexible

Clasificación según el Nivel de Diseño

Nivel de Diseño 1

Nivel de Diseño 2

Nivel de Diseño 3

Clasificación según el Tipo Estructural

Tipos Estructurales

Acrónimos AISC

Estructuras de Acero

Estructuras Mixtas Acero-Concreto

Clasificación según el Uso de la Edificación

Grupo A

Grupo B1

Grupo B2

Grupo C

Clasificación según la Irregularidad de la Estructura

IRREGULARIDAD VERTICAL

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 1756, se considera irregular en elevación, la edificación que en una o en ambas de sus direcciones principales presente alguna de las características siguientes:

ENTREPISO BLANDO

ENTREPISO DÉBIL

DISTRIBUCIÓN IRREGULAR DE MASAS DE UNO DE LOS PISOS CONTIGUOS

AUMENTO DE LAS MASAS CON LA ELEVACIÓN

VARIACIONES EN LA GEOMETRÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

ESBELTEZ EXCESIVA

Los Edificios más altos del mundo

El 7 South Dearborn, Chicago

Las Torres Petronas, Malasia

DISCONTINUIDAD EN EL PLANO DEL SISTEMA RESISTENTE A CARGAS LATERALES

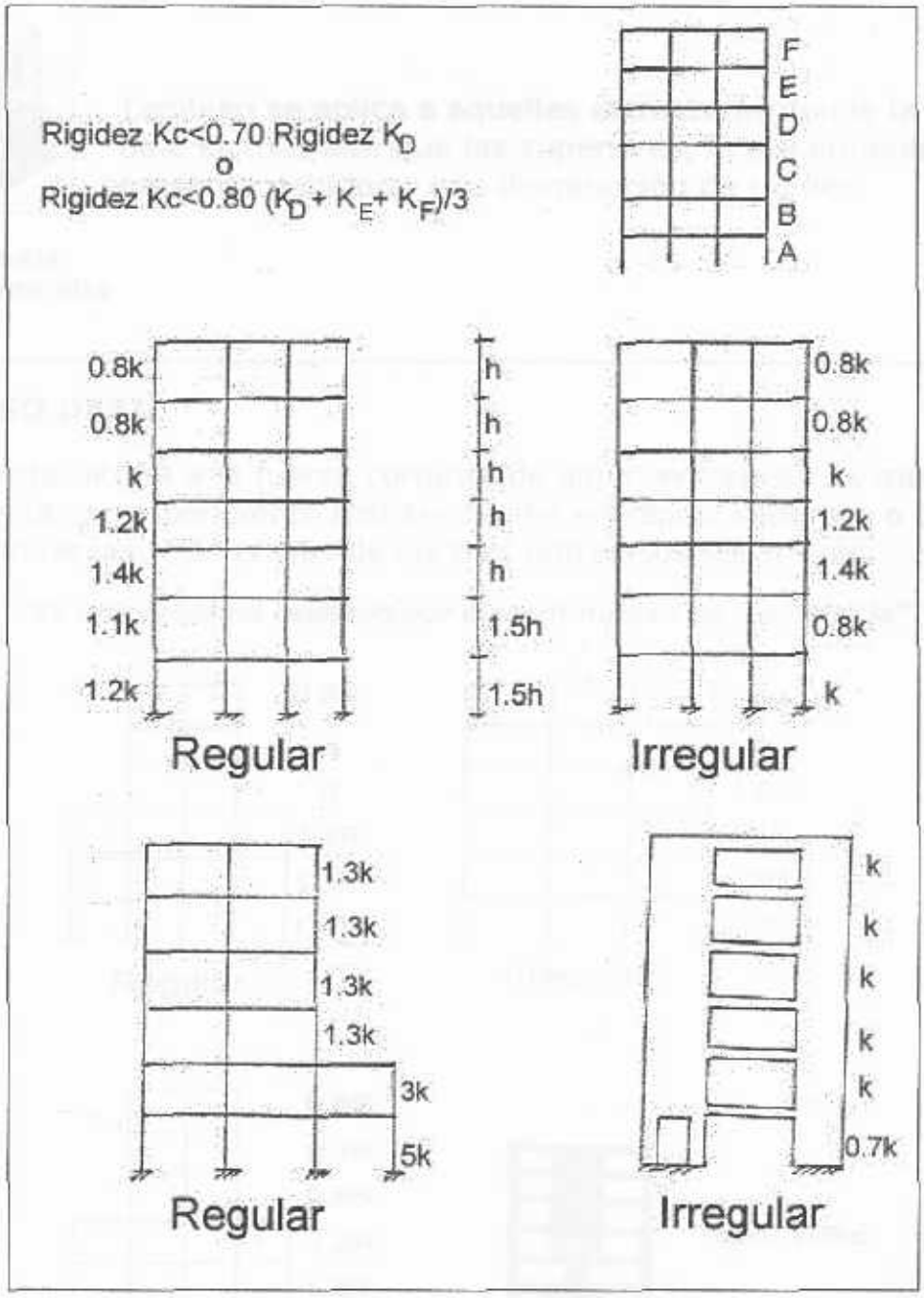
FALTA DE CONEXIÓN ENTRE MIEMBROS VERTICALES

EFECTO DE COLUMNA CORTA

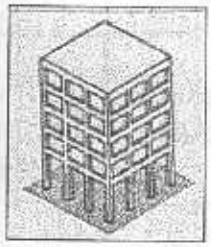
ENTREPISO BLANDO

La rigidez de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las rigideces de los tres entrepisos superiores.

"Es un problema causado por discontinuidad de rigidez"



Ejemplos de clasificación de la regularidad de la estructura en atención a su rigidez lateral



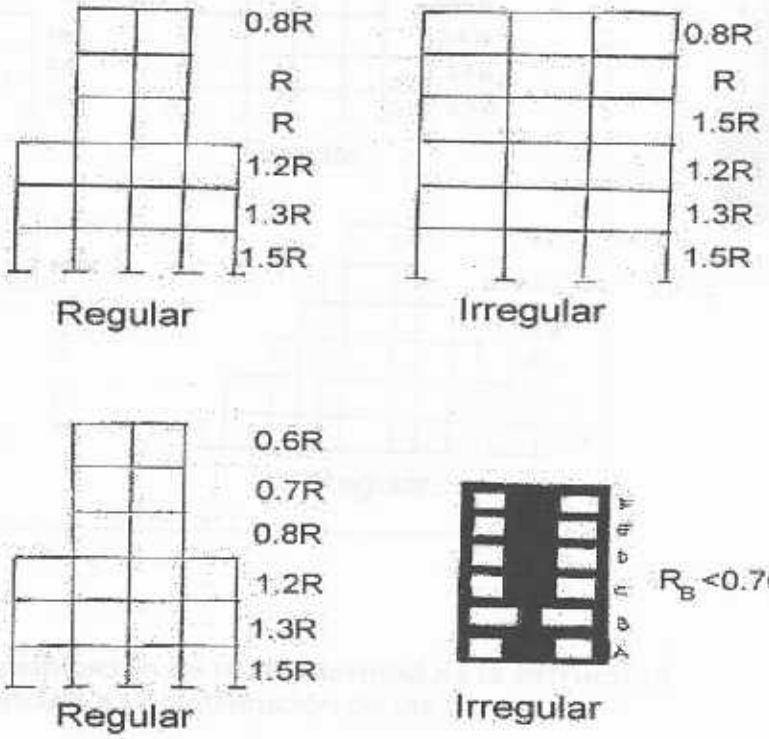
Planta baja inusualmente alta

También se aplica a aquellas estructuras donde la planta baja es más alta que las superiores, la discontinuidad se presenta debido a una disminución de rigidez.

ENTREPISO DÉBIL

La resistencia lateral a la fuerza cortante de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la correspondiente resistencia del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las resistencias de los tres entrepisos superiores.

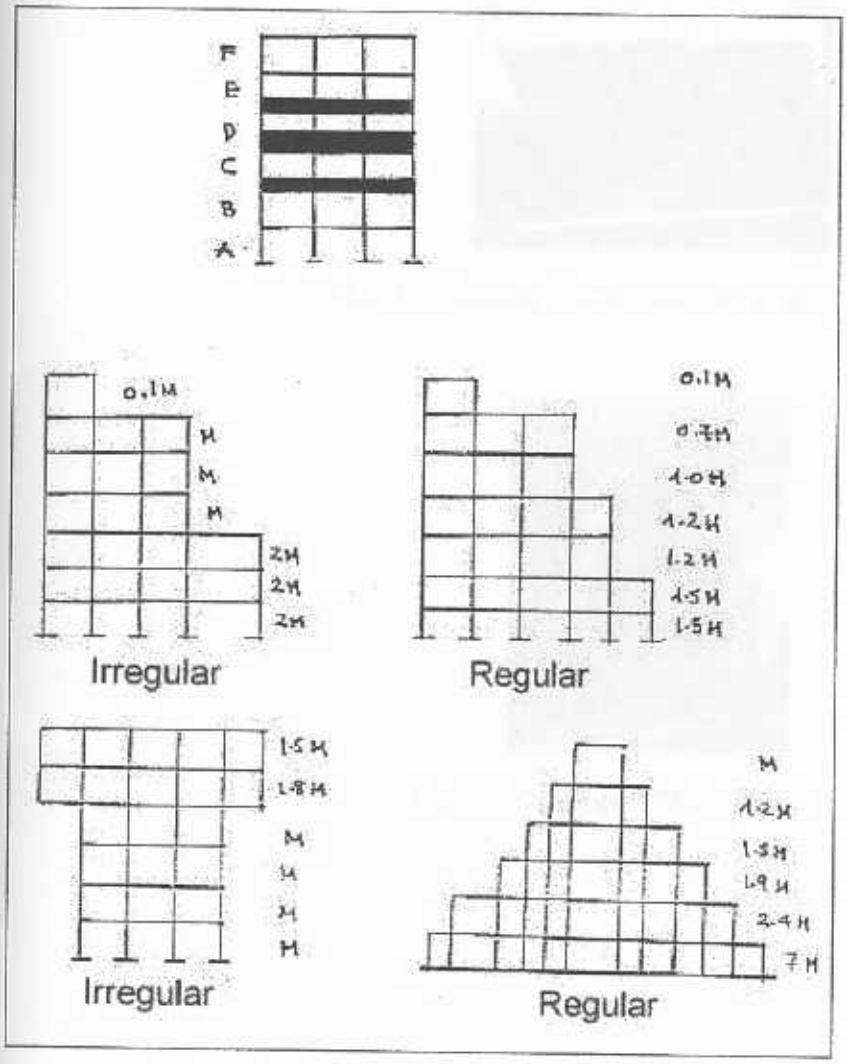
"Es un problema causado por discontinuidad de resistencia"



Ejemplos de clasificación de la regularidad de la estructura en atención a su resistencia a cargas laterales

DISTRIBUCIÓN IRREGULAR DE MASAS DE UNO DE LOS PISOS CONTIGUOS

La masa de algún piso excede 1.3 veces la masa de uno de los pisos contiguos. Se exceptúa la comparación con el último nivel de techo de la edificación.

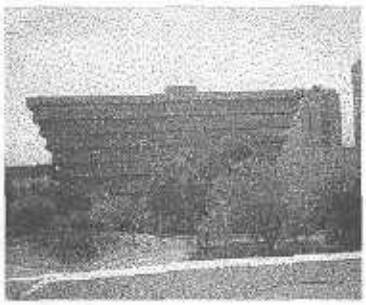


Sede Balgres, Caracas

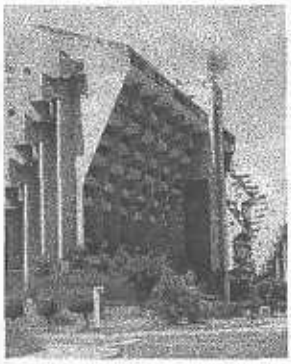
Ejemplos de clasificación de la regularidad de la estructura en atención a la distribución de las masas

AUMENTO DE LAS MASAS CON LA ELEVACIÓN

La distribución de masas de la edificación crece sitemáticamente con la altura.



Centro Ciudad Comercial Tamanaco, Caracas

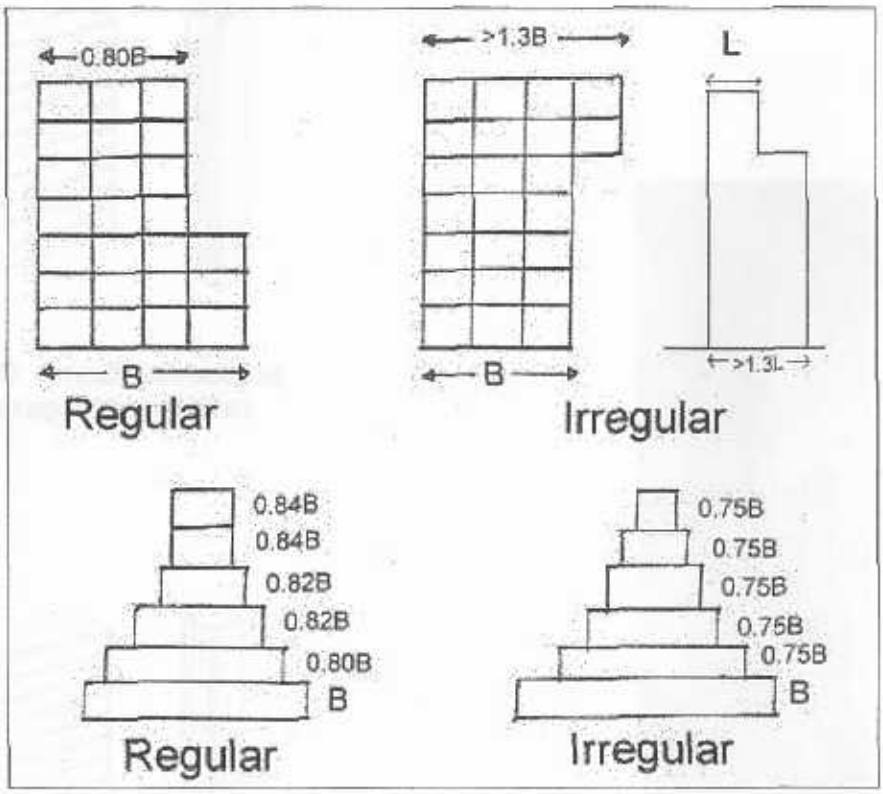


Residencias Juan Pablo II, Caracas

VARIACIONES DE LA GEOMETRÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

La dimensión horizontal del sistema estructural en algún piso excede 1.30 la del piso adyacente.

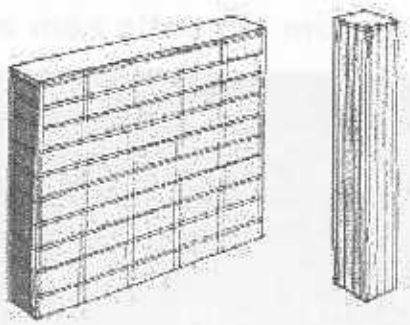
Cubo Negro, Caracas



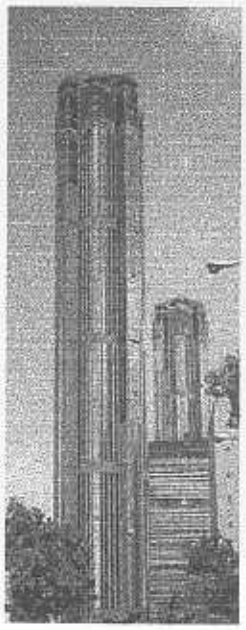
Ejemplos de clasificación de la regularidad de la estructura en atención a la variación de su geometría en elevación

ESBELTEZ EXCESIVA

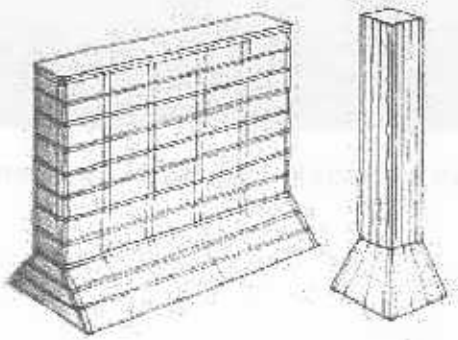
El cociente entre la altura de la edificación y la menor dimensión de la estructura a nivel de base exceda a 4. Igualmente cuando esta situación se presente en alguna porción significativa de la estructura.



INADECUADO: Ambas estructuras presentan exagerada esbeltez



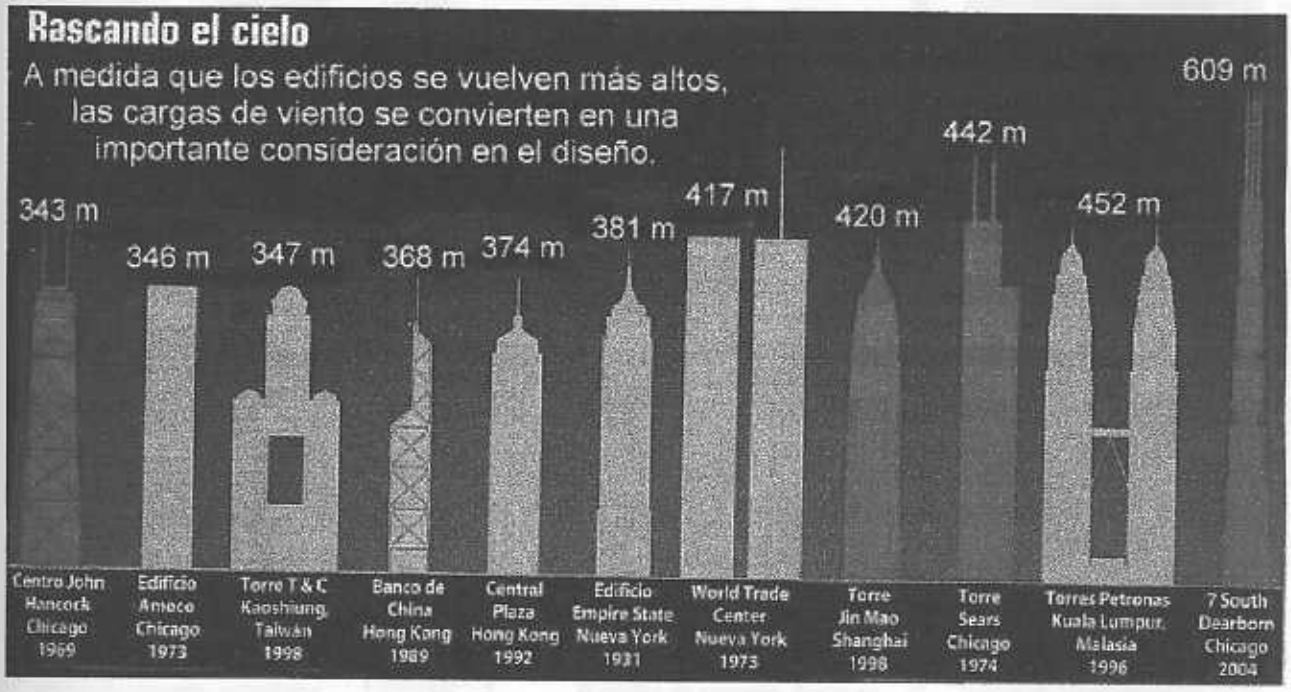
Torres de Parque Central, Caracas



RECOMENDACIONES: Base ensanchada para reducir esbeltez

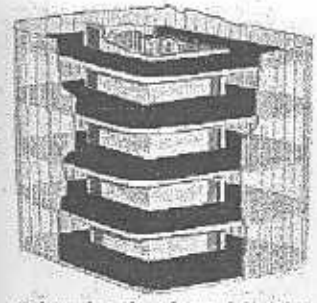
(Ref. 6)

Los Edificios más altos del mundo

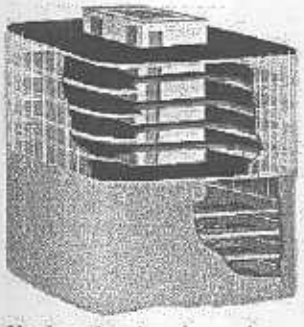


(Tomado de la Revista Mecánica Popular. Año 53, No.3. Marzo 2000)

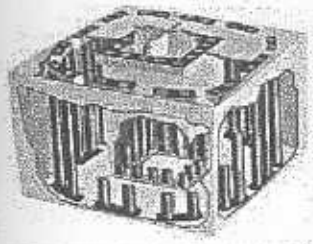
Detalles del 7 South Dearborn



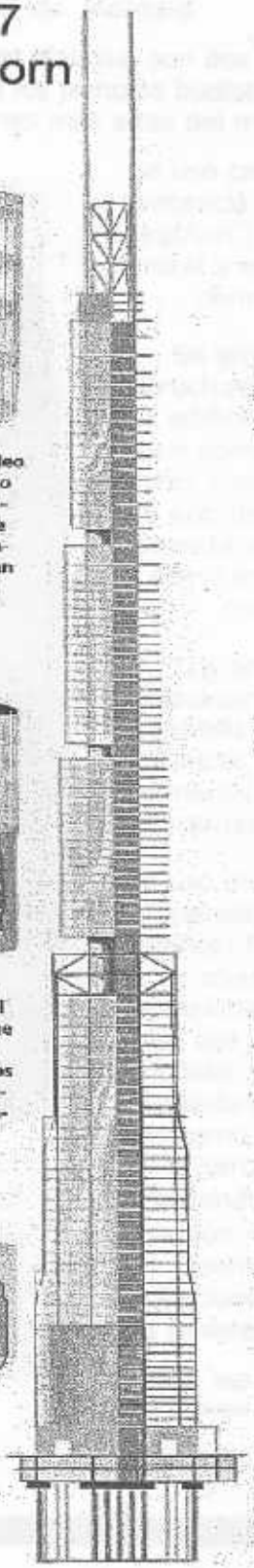
Colocar los pisos fuera del núcleo de concreto genera un espacio sin columnas. Las esquinas redondeadas, las muescas entre los bloques de pisos y los retallos tambaleantes minimizarán el efecto del viento a medida que el edificio se levanta.

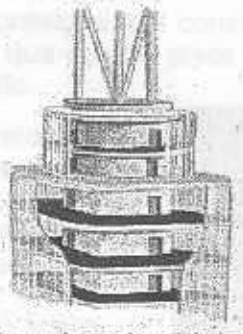


Al colocar los elevadores y los sistemas mecánicos dentro del núcleo de concreto, se hará que el espacio residencial sea más silencioso que en un rascacielos tradicional. La cantidad de masa en el núcleo reduce el balanceo generado por el viento.

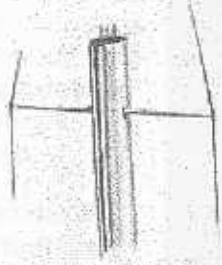


La estructura de 108 pisos descansará sobre una serie de cajas neumáticas que serán taladradas en el interior de los cimientos.

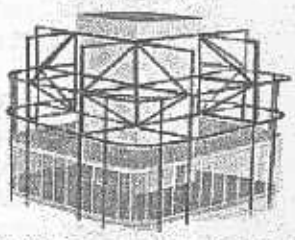




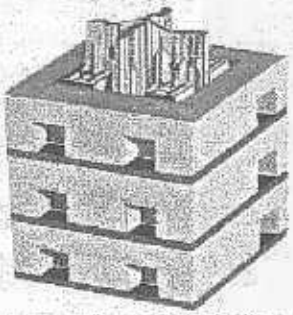
El bloque de 13 pisos debajo de la antena —que medirá 137 m— albergará equipo para televisión en alta definición (HDTV).



La estructura está inspirada en el mástil de un yate.



El núcleo de concreto, fuerte en compresión, y las columnas de acero, fuertes en tensión, se unen en los separadores.



El complejo de 176,515 metros cuadrados incluirá 13 pisos de equipo para HDTV, 32 de oficinas, 40 de departamentos y 11 niveles de estacionamiento. El resto será espacio comercial.

Usando por nombre la dirección donde se encuentra, el edificio 7 South Dearbon se levantará 108 pisos en la esquina de Dearbon y Madison (USA).

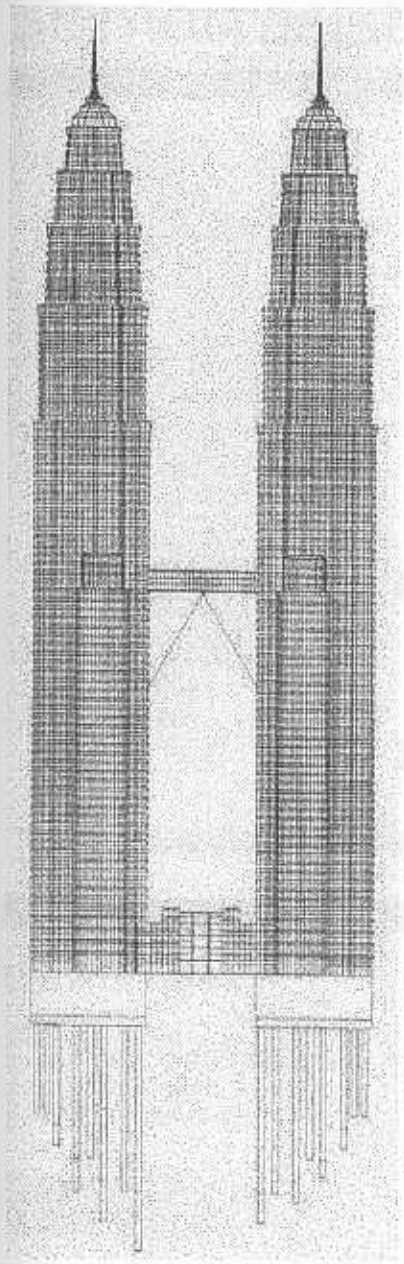
Será el edificio de concreto más alto del mundo construído desde el nivel del piso, hasta aproximadamente 610 metros.

Probablemente esté lista a principios del 2004, para devolverle a Chicago el honor de ser la ciudad de los rascacielos.

(Tomado de la Revista Mecánica Popular. Año 53, No.3. Marzo 2000)

Las Torres Petronas de Malasia

Las Torres Petronas, en Malasia, son dos impresionantes construcciones gemelas, semejantes a las agudas torres de los templos budistas, que con 88 pisos y 452 metros de altura, son unas de las edificaciones mas altas del mundo.



Se usó concreto de alta resistencia (hasta los 800 kgf/cm^2) en el núcleo central y en las columnas perimetrales.

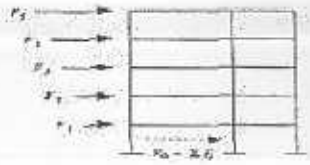
Se empleo acero estructural en la cúspide del edificio, en el puente que comunica las dos torres y en las columnas de piso de gran luz que soporta armaduras de acero embutidas en concreto.

Los proyectistas efectuaron múltiples análisis dinámicos y estáticos en dos y tres dimensiones, usando programas como SAP90.

Se usó un modelo de la superestructura para verificar fuerzas en los miembros y desplazamientos laterales, se usó un segundo modelo para verificar propiedades dinámicas tales como la frecuencia y el tercer modelo correspondió al sistema de fundación, y para estudiar asentamiento, solicitaciones en los pilotes y la resistencia del suelo.

Ver más en http://www.csiberkeley.com

Comportamiento Sismorresistente



Fuerza de Inercia

Estabilidad

Período

Torsión

Resistencia y Rigidez

Concentración de Fuerzas

Juntas Estructurales

Separación entre Edificios

Recomendaciones Estructurales, Sismo de Caracas 1967

Página Principal

Índice Sistemas Estructurales

Comportamiento Sismorresistente

FUERZAS DE INERCIA

La fuerza de inercia en una edificación, depende principalmente de los siguientes aspectos:

Característica de la Estructura (masa, m)

Naturaleza del Sismo (aceleración, a)

De acuerdo con la 2da. Ley de Newton, un aumento en la masa produce un aumento de la fuerza, de allí la importancia de las construcciones de peso ligero en el diseño sísmico.

$$F = m * a$$

ESTABILIDAD

IDEAS BÁSICAS

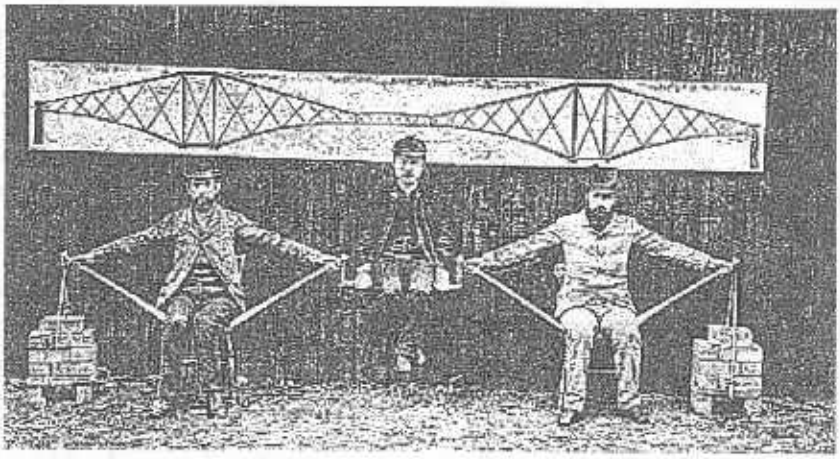
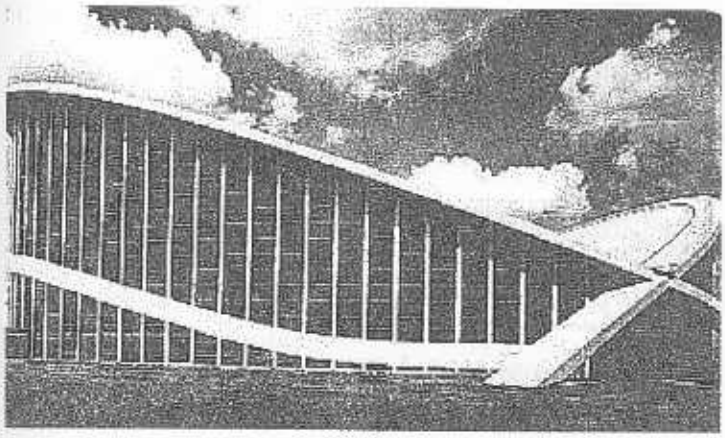
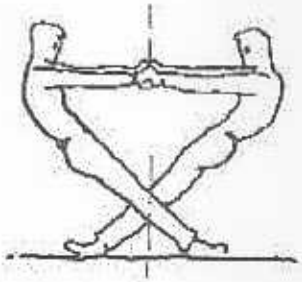


Foto ilustrativa del comportamiento de las vigas de cantilever. Obsérvese la estabilidad de la estructura, ante las cargas actuantes.

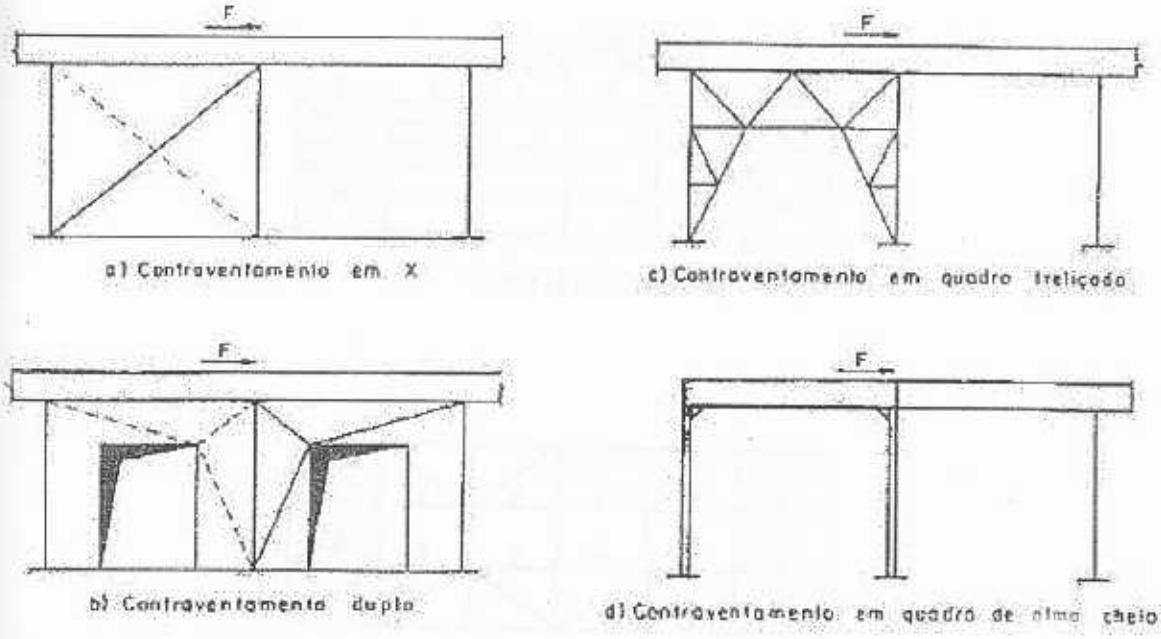


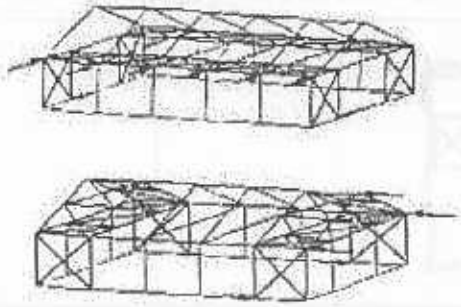


La idea fundamental en el diseño de una estructura es determinar la configuración que ofrezca la mayor estabilidad de la estructura. Obsérvese la idea de estabilidad que persigue el diseño de la estructura del Pavilion, Raleigh.

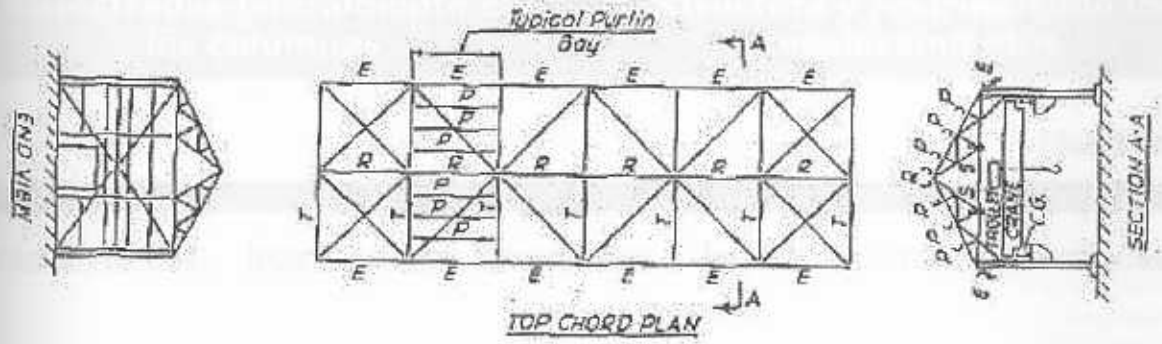
ESTABILIDAD LATERAL

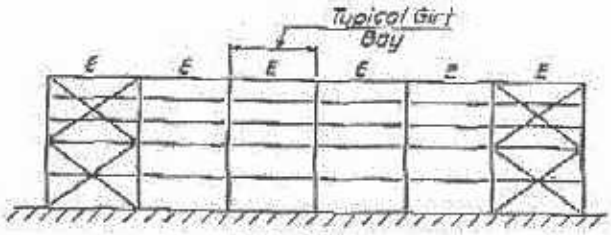
Para asegurar la estabilidad contra las fuerzas sísmicas o de viente, se acostumbra a disponer arriostramientos por las facilidades de alinearlos con las paredes o elementos de cerramiento, como puede observarse a continuación.

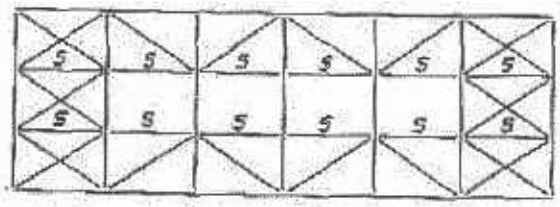




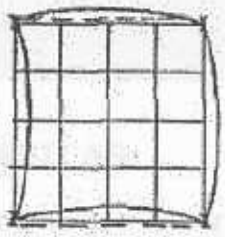
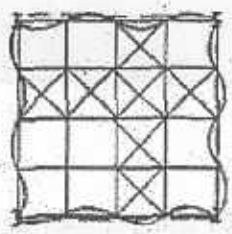
Sistema de Arriostramiento en Edificio Industrial







ARRIOSTRAMIENTO LATERAL EN SISTEMA DE PISOS

	
En este caso las vigas principales solo están arriostradas lateralmente en las columnas	**En este caso las diagonales generan el efecto de arriostramiento, rigidizando la estructura y restringiendo los desplazamientos**

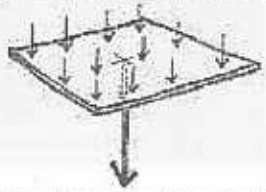
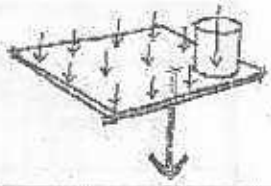
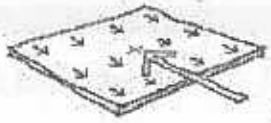
Página Siguiente

Página Principal Índice Sistemas Estructurales Índice Comportamiento Sismorresistente

TORSIÓN

IDEAS BÁSICAS

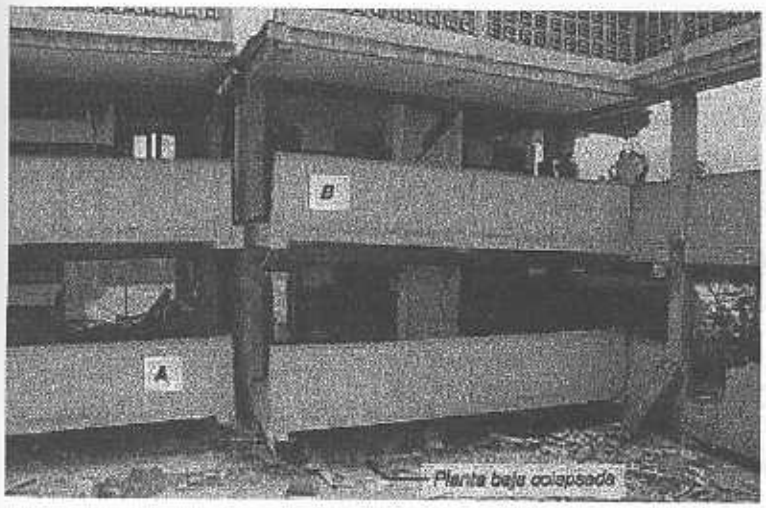
El centro de masa o centro de gravedad de una estructura es el punto en el cual se podría cargar la estructura de forma equilibrada sin provocar rotación, obsérvese los siguientes casos:

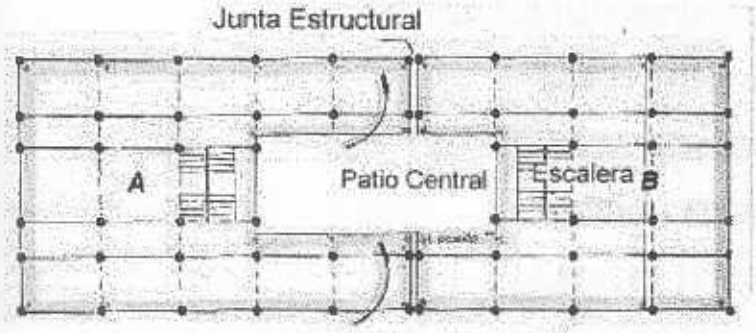
Cargas Verticales		**La carga uniformemente distribuida produce la coincidencia del centro de masa con el centro geométrico de la planta**
		**Una distribución excéntrica de la masa sitúa el centro de masa lejos del centro geométrico, incitando la rotación de la estructura**
Cargas Horizontales	a)	**a)Si la masa está distribuida uniformemente, entonces la fuerza resultante de la aceleración horizontal de todos sus elementos coincide con el centro de piso**
	 b)	**b)En este caso se observa la ubicación de la resultante de la resistencia que si coincide con al resultante de cargas, no hay torsión**

(Ref. 9)

Recomendación:

Si en una estructura la masa está uniformemente distribuida la disposición ideal de los elementos resistentes a sismos es colocarlos simétricamente





Obsérvense los efectos de Torsión del cuerpo "A", con respecto al cuerpo B. Esto corresponde al Liceo Raimundo Centeno (Sismo Cariaco, 1997), cuya estructura estaba conformado por módulos asimétricos de sección con forma de "U" y junta estructural en zona del patio central. Las flechas en el diagrama inferior indican el sentido predominante de la torsión del cuerpo "A" con respecto al cuerpo "B".

(Ref. 13)

Página Siguiente

Página Principal Índice Sistemas Estructurales Índice Comportamiento Sismorresistente

Visita Virtual a Edificaciones

1.Centro Ciudad Comercial Tamanaco

2.Edificio Aula Magna UCAB

3.Cubo Negro

4.Edificio El Chorro

5.Torre Británica

6.Edificio Estacionamiento CAVENDES

7.La Previsora

8.Centro Capriles

9.Edificio Polar

10.Caracas Teleport

11.Sede Balgres

12.Parque Central, Edificio Residencial

13.Torres de Parque Central

14.Torre Financiera

15.Edificio Trasbordo UCV

16.Centro Comercial El Recreo

17.Edificio Jardín Botánico

18.Gimnasio Vertical, IND

19.Edificio Bloque de Armas

20. Edificio de Módulos UCAB

21.Liceo Aplicación

22.Cuartel de Tránsito El Llanito

23.Instituto Otorrinolaringología y Oftalmología

24.Residencias Juan Pablo II

25.Edificios Prefabricados del Valle

26.Centro Lido

27.Edificio Seguros Capitolio

28.Torre El Universal

29.Torre Pequiven

30.Edificio Cadafe

31.Cerchas Metálicas

32.Pasarelas UCAB

33.Estructura Metálica en Construcción

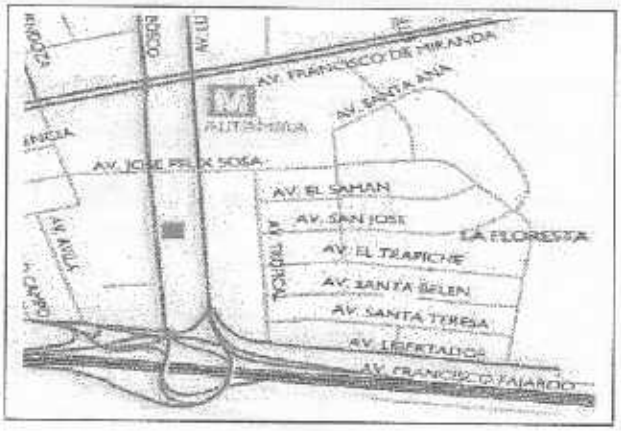
34.Centro Médico del Este

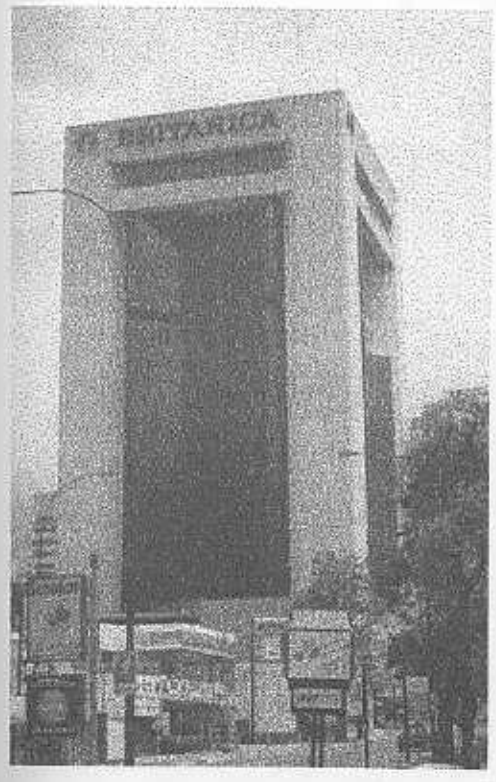
35.Paraboloides

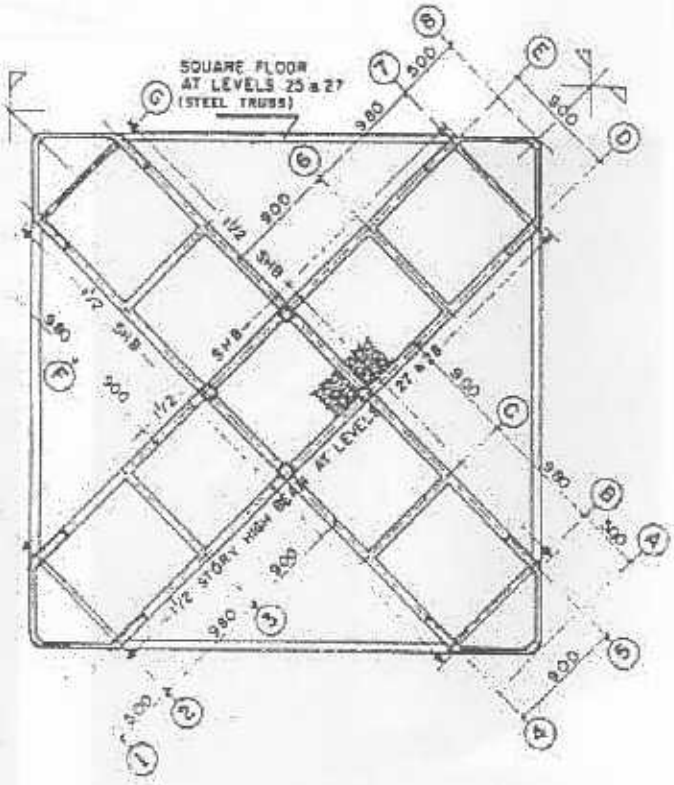
36.Residencias La Quinta

37.Edificio Seguros Orinoco

5. TORRE BRITÁNICA

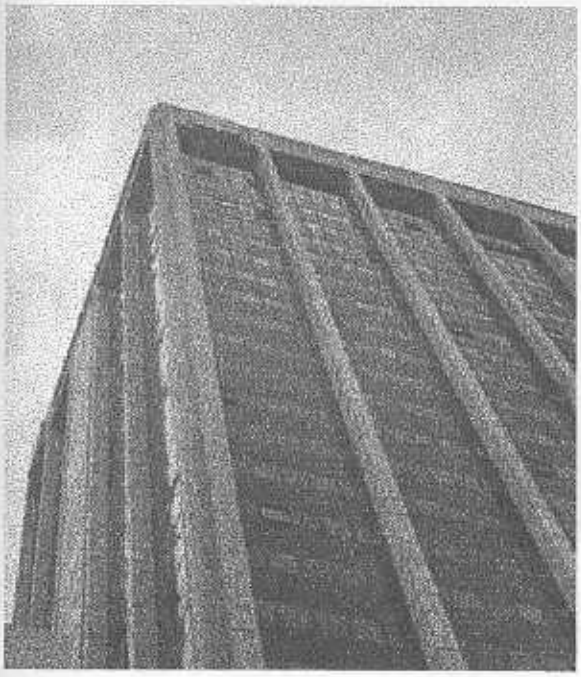






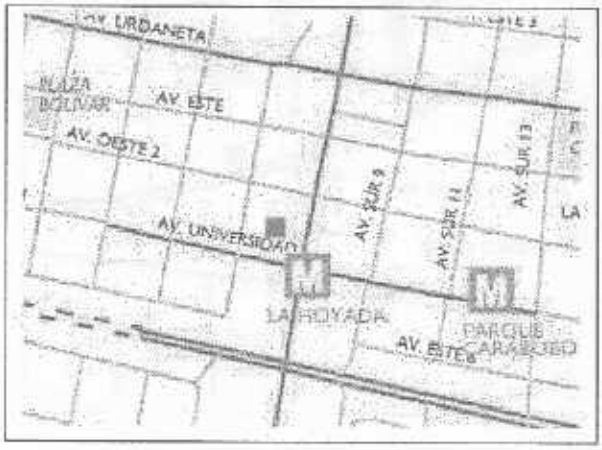
El edificio es una estructura de concreto armado, con planta en forma de cruz, presentando en sus esquinas muros que logran limitar el desplazamiento lateral de la estructura. Estos muros también cumplen la función de resistir fuerzas de corte, debido a la torsión.

14. TORRE FINANCIERA



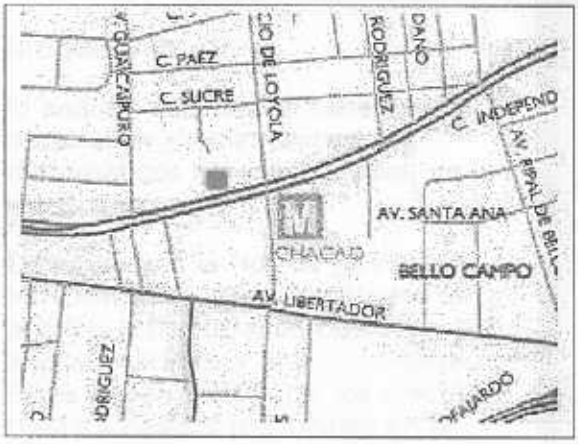
Esta estructura de concreto armado es un sistema estructural tubo en tubo, ya que posee columnas perimetrales que actúan como fachada resistente ante fuerzas horizontales con un núcleo similar en su interior.

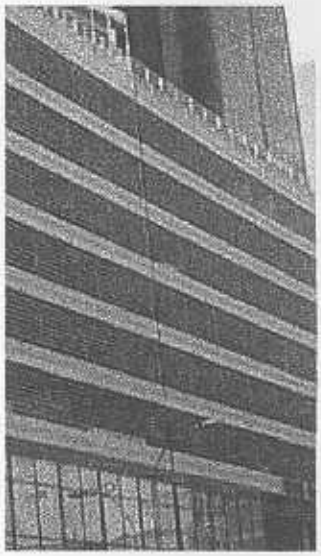
28. TORRE UNIVERSAL



Las vigas perimetrales de gran altura favorecen la rigidez del edificio, ya que a pesar de que es una estructura propensa a una excesiva flexibilidad (Debido a la altura del edificio más de 25 pisos), las vigas logran un adecuado control de la deformabilidad frente a la acción sísmica.

29. TORRE PEQUIVEN





La estructura presenta grandes dimensiones en su ancho (69,80), para facilitar su construcción se decidió colocar una junta de dilatación que permite separar la estructura en dos conjuntos. La junta de dilatación es aproximadamente de 30 cm, la misma favoreció el vaciado de la losa de concreto que sirve de sistema de piso.

Análisis Estructural

Definición

Clasificación

Criterios de Estructuración

Criterios para el Proyecto Sismorresistente

Criterios para el Proyecto Resistente a Viento

Acciones e Hipótesis de Solicitaciones para el Proyecto Estructural

Introducción

El análisis estructural consiste en determinar mediante modelos matemáticos las solicitaciones de la estructura.

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 1756-98, los métodos de análisis estructural se clasifican en análisis estático y análisis dinámico. Éstos deben considerar los efectos traslacionales y torsionales en la edificación.

Los criterios de estructuración engloban los conceptos básicos de estática y consisten en transmitir las fuerzas a las fundaciones lo más rápido posible.

Los criterios para el Proyecto Estructural consideran los requisitos, efectos a considerar y el uso de la norma para el proyecto sismorresistente y el proyecto resistente a viento de las edificaciones.

Se explican las acciones e hipótesis de solicitaciones que inciden en una edificación ya sea de concreto o de acero, mediante el Estado Límite de Agotamiento Resistente y el Estado Límite de Servicio.

Conoce los diferentes modelos matemáticos que se aplican a las estructuras.

Modelos Matemáticos

¿Sabes cuáles son las gráficas de respuesta del Metodo del Continuo?

Respuesta

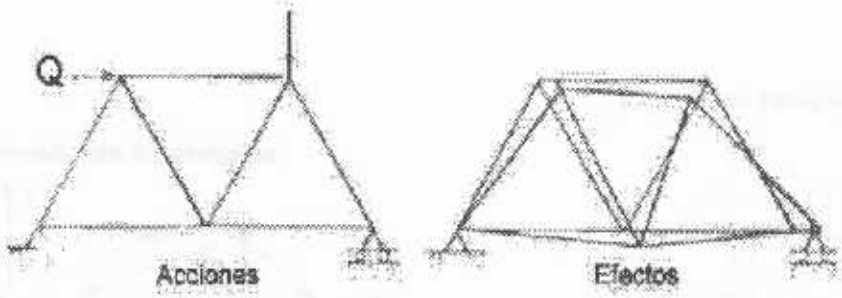
Se puede hacer más fácil el uso de la norma sismorresistente mediante un eneagrama.

Eneagrama

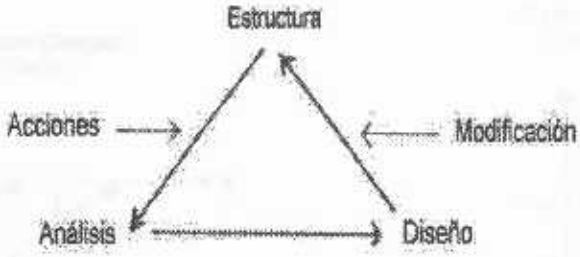
Análisis Estructural

DEFINICIÓN

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 2004-98, el análisis estructural consiste en la determinación, según modelos matemáticos, de las respuestas correspondientes a las acciones previstas, es decir, conocido un miembro estructural, hallar cuanto resiste.



Éste análisis se realiza mediante diferentes métodos en donde el objetivo fundamental es conocer la respuesta dinámica de las estructuras para realizar un diseño o para verificar las capacidades de sus elementos estructurales.

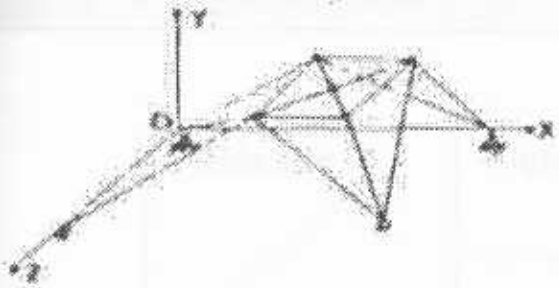


MODELOS MATEMÁTICOS

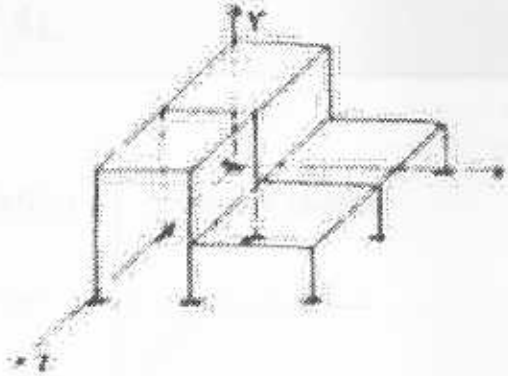
Modelos Discretos

Éstos modelos se aplican a estructuras planas y a estructuras espaciales, su diferencia radica en que las primeras están situadas en un plano y las cargas exteriores actúan en el mismo plano, en cambio las segundas están conformadas por estructuras tridimensionales o planas cargadas por fuerzas que no actúan en su plano.

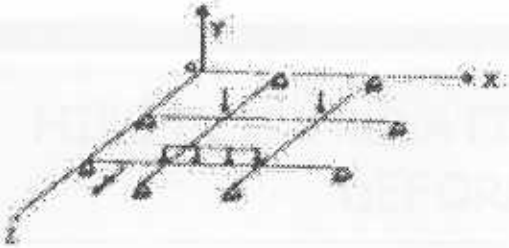
Armaduras Especiales



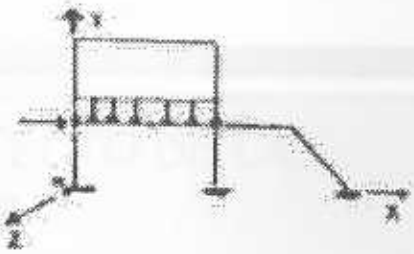
Estructuras Espaciales



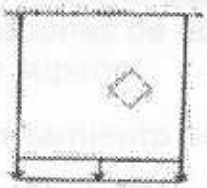
Estructuras Planas con Cargas Normales a su Plano



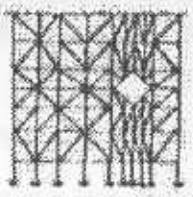
Estructuras Planas con Cargas en su Plano



Modelos Continuos

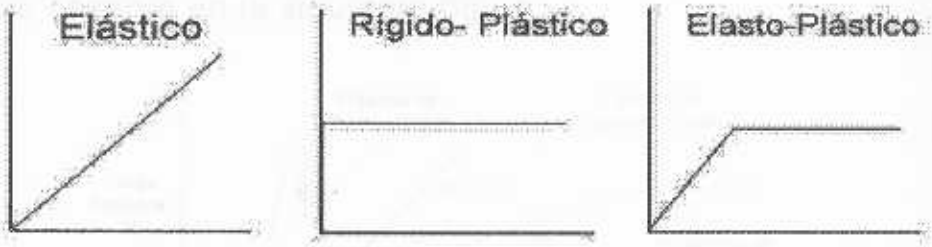


Placa con Perforación



Modelo con Malla de Elementos Finitos

HIPÓTESIS RELATIVAS AL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL



HIPÓTESIS RELATIVAS AL EFECTO DE LAS DEFORMACIONES

Análisis de Primer Orden

Es el análisis estructural basado en las deformaciones de primer orden, en el cual las condiciones de equilibrio se formulan considerando la estructura indeformada y se supone que los materiales se comportan linealmente.

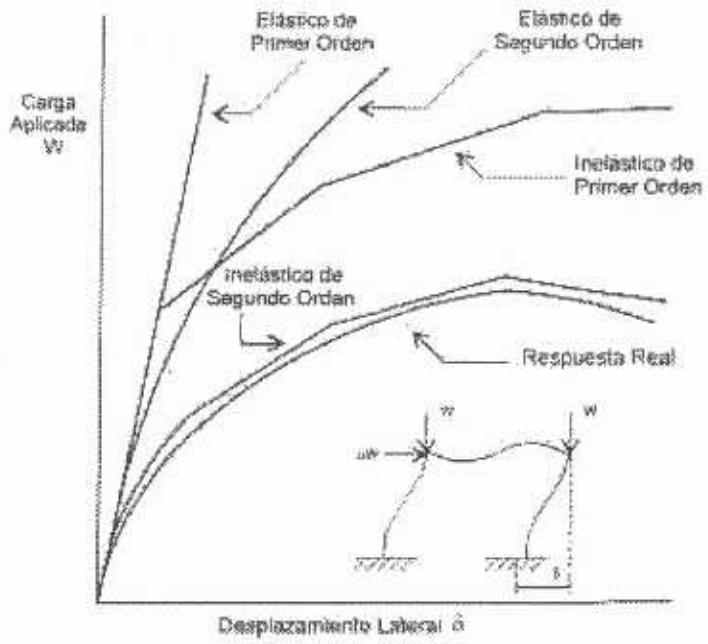
Análisis de Segundo Orden

Es el análisis estructural basado en las deformaciones de segundo orden, en el cual las condiciones de equilibrio se formulan considerando la estructura deformada y se supone:

- Un comportamiento no lineal de los materiales.
- El efecto de la carga axial sobre la rigidez de los miembros.
- La inversión de deformaciones y otros efectos no lineales que se incluyen ocasionalmente.

COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE ANÁLISIS

Considerando que en el análisis de primer orden no se incluyen las no linealidades geométricas, sino que éstos efectos se toman en cuenta en un análisis de segundo orden y conociendo que el comportamiento no lineal de la materia no se incluye en un análisis elástico pero si se incorpora en el inelástico, se observa en la siguiente figura:



La respuesta empírica del estado límite de un pórtico, con las curvas generadas por las respuestas de diferentes métodos de análisis, tanto elásticos e inelásticos de primer y de segundo orden.

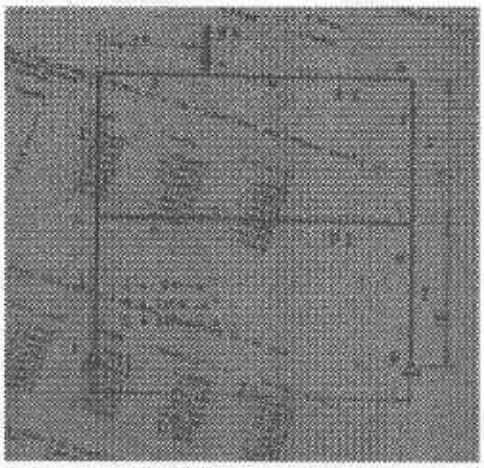
En donde, generalmente los efectos de segundo orden y de inelasticidad tienen influencias interdependientes sobre la estabilidad de un pórtico, debido a que pueden llevarlo a un comportamiento más inelástico el cual puede amplificar los efectos de segundo orden.

Entonces, realizar diseños que tomen en cuenta éstas no linealidades requiere del uso de métodos de análisis convencionales (análisis elástico lineal), complementado por tolerancias de criterio o requiere del uso de métodos de análisis no lineal.

Métodos de Análisis Estructural

ANÁLISIS ESTÁTICO

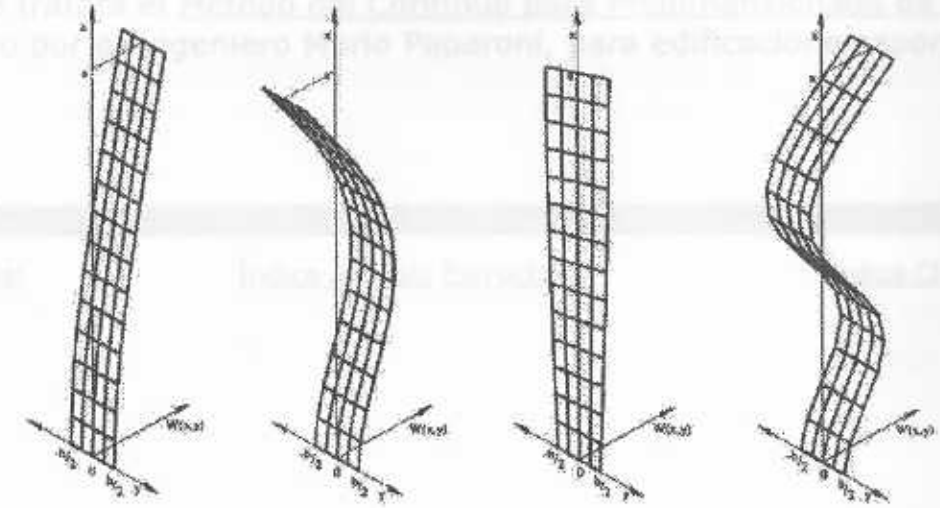
Consiste en determinar los desplazamientos y las fuerzas internas de una estructura por la acción de cargas estáticas aplicadas en los centros de masa de cada piso.



ANÁLISIS DINÁMICO

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 2004-98, es un análisis de superposición modal en el cual las acciones sísmicas se caracterizan mediante un espectro de diseño.

El análisis modal o dinámico se utiliza para determinar la frecuencia natural de la estructura, es útil para estructuras altas donde el período es muy alto. A continuación, se muestran los cuatro modos de vibración característicos en las estructuras:



Primer Modo Segundo Modo Tercer Modo Cuarto Modo

Generalmente, el primer modo de vibración se da para estructuras bajas, es decir con periodos cortos, en cambio los modos superiores se dan para estructuras altas con periodos largos.

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 1756-98, cada edificación debe ser analizada tomando en consideración los efectos traslacionales y torsionales, por uno de los métodos descritos a continuación, los cuales han sido organizados por orden creciente de refinamiento:

Simple

Análisis Estático
Análisis Dinámico Plano
Análisis Dinámico Espacial
Análisis con Diafragma Flexible
Análisis Inelástico
Análisis Estático Inelástico

Complejo

Además, se tratará el Método del Continuo para Predimensionado de Edificios, desarrollado por el Ingeniero Mario Paparoni, para edificaciones aporticadas y regulares.

Página Principal Índice Análisis Estructural Índice Clasificación

Análisis Estático Inelástico

DESARROLLO

- Se utiliza en conjunto con el Método Estático Equivalente, y consiste en colocar una carga lateral en el tope de la estructura para luego estudiar la deformación, se aplica en estructuras aporticadas.

- Permite obtener información sobre:

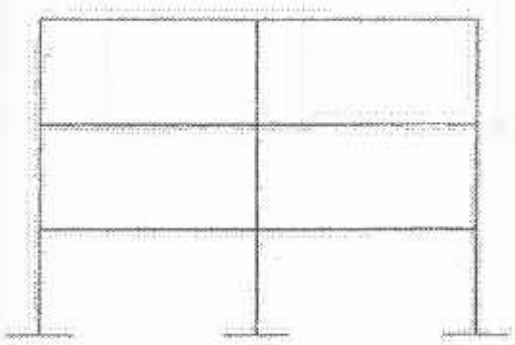
  **** Mecanismos de Falla.***

  **** Demandas globales y locales de ductilidad.***

  **** Identificación de zonas críticas.***

- Se modela la estructura considerando comportamiento inelástico y la distribución de cargas estáticas laterales se obtiene utilizando el Método Estático Equivalente en forma monotónica, hasta alcanzar el estado de agotamiento de la estructura.

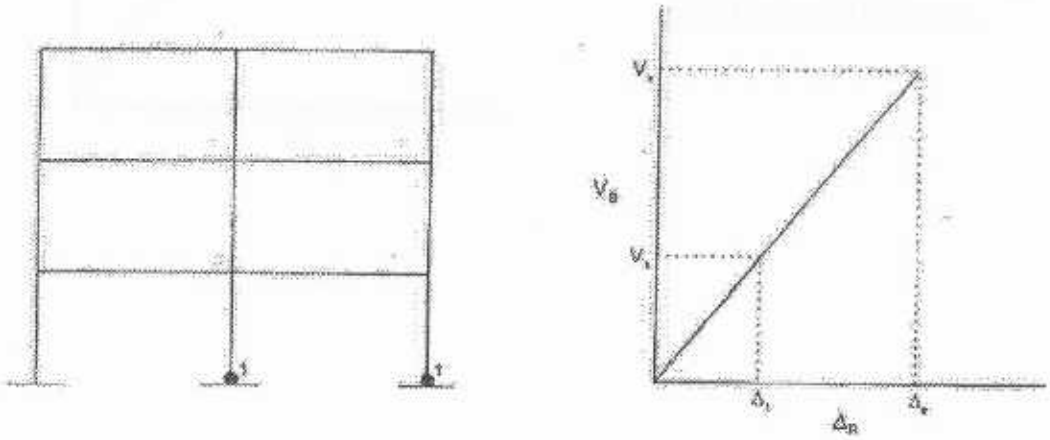
- El procedimiento según el artículo de Joe Nicoletti, "Análisis Pushover Estático Inelástico" es el siguiente:



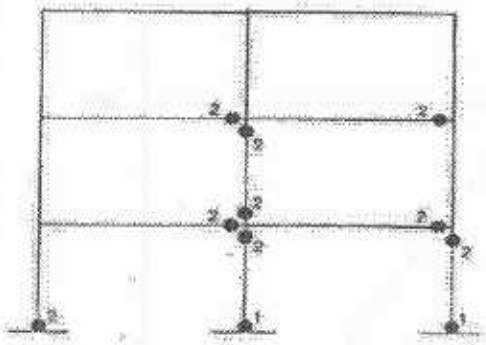
Modele la estructura elástica como se muestra en la figura

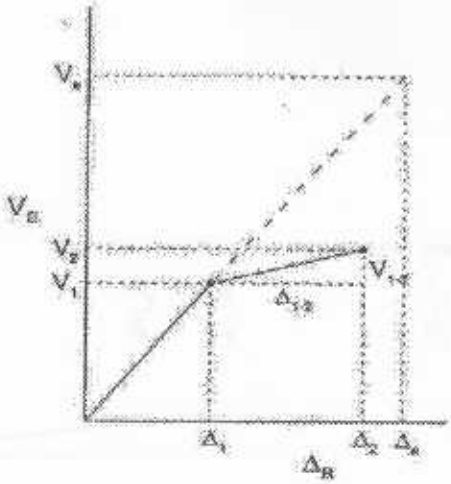
Modifique el espectro de respuesta para el diseño

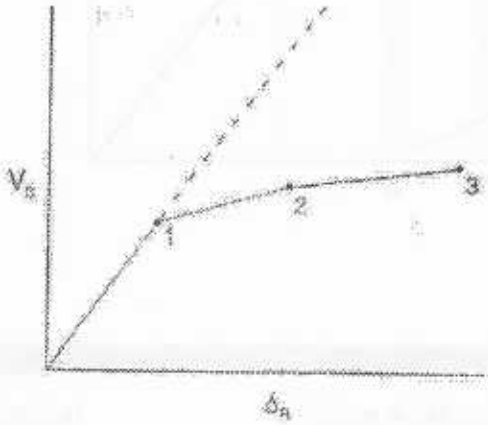
Realice un análisis elástico, grafique el corte elástico de la base (Ve) y el desplazamiento en el tope (Ae), además encuentre los valores correspondientes a la primera cedencia significativa.



Modifique el modelo elástico colocándole rótulas plásticas y realice análisis elásticos iterativos con éste modelo, luego grafique el incremento en el corte de la base y en el desplazamiento del tope para la siguiente cedencia significativa, V1-2 y A1-2.

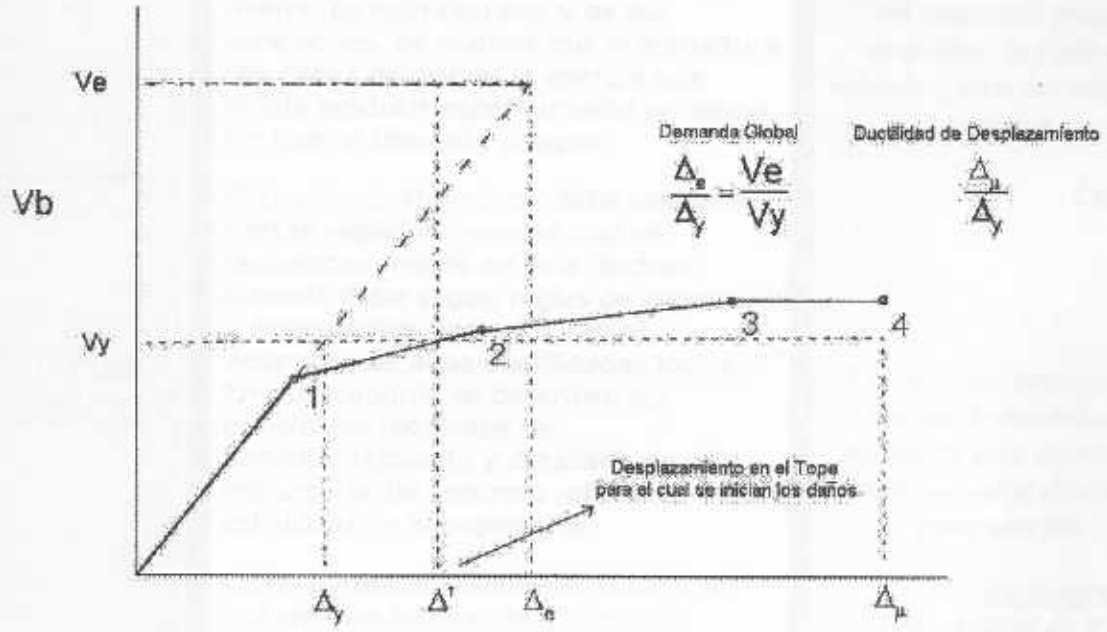






El proceso se repite hasta que se forme un mecanismo de colapso debido a las rótulas plásticas formadas.

Por último, se determina el desplazamiento adicional que puede soportar el tope, para idealizar la curva que muestra a V_Y y A_Y, y se calcula la demanda global del sistema y la ductilidad al desplazamiento global.



Diseño Estructural

Diseño de Miembros

Diseño de Conexiones

Introducción

Uno de los aspectos fundamentales del Diseño Estructural es el dimensionamiento y detallado de los miembros estructurales y de sus conexiones, de manera que la estructura sea capaz de disipar la energía que pueda producir especialmente un sismo, sin que se presente colapso.

El Diseño de Miembros, debe obedecer ciertas reglas de manera que se favorezcan modos de falla dúctiles. Además debe seguir reglas de geometría y dimensiones que permitan el desarrollo de altas ductilidades locales. En este capítulo se describen los principales requisitos de dimensionamiento y detallado de las estructuras de concreto reforzado, acero estructural y mampostería.

Como parte del Diseño Estructural se incluye una sección del Diseño de Conexiones, donde se muestra entre otros aspectos las conexiones típicas y sus mecanismos de falla.

La falta de confinamiento del concreto, puede ocasionar la falla del miembro ante las acciones sísmicas.

Ver Más

Conozca las conexiones típicas de miembros, mediante una escultura, especialmente diseñada para este fin.

Escultura de la Universidad de Florida

Volver a la Página Principal

Diseño de Miembros

Métodos de Análisis

Tensiones Admisibles

Estados Límites

Utilidad del Método de los Estados Límites

Clasificación de los Estados Límites

Esencia, Nomenclatura y Notación propuesta del Diseño Estructural en el Estado Límite de Resistencia

Bioingeniería

Diseño de Miembros en Concreto Reforzado

Diseño por Estado Límite de Agotamiento Resistente

Confinamiento del Concreto

Detalles de Empalmes

Diseño por Estado Límite de Servicio

Agrietamiento

Diseño Sismorresistente según la Norma ACI 318-99

Miembros a Flexión

Miembros a Flexión y Carga Axial

Juntas

Muros y Dienteles

Diseño de Miembros en Acero Estructural

Diseño para el Estado Límite de Agotamiento Resistente

Estabilidad

Pandeo Local

Pandeo General

Diseño por Estado Límite de Servicio

Diseño de Mampostería Estructural

Generalidades

Tipo de Mampostería según la Forma Constructiva

Mampostería Reforzada

Mampostería Confinada

Consideraciones para el Diseño

Página Principal

Índice Diseño Estructural

Diseño de Miembros en Concreto Reforzado

DISEÑO POR ESTADO LÍMITE DE AGOTAMIENTO RESISTENTE

CONFINAMIENTO DEL CONCRETO

Disposición de los Amarres

Presión Relativa de Confinamiento

Comparación entre Concreto Confinado y Concreto No Confinado

Ejemplos de Confinamientos Inadecuados

Ejemplo de Confinamiento Adecuado

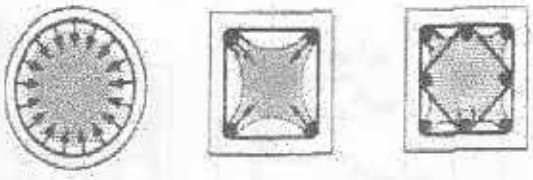
DETALLES DE EMPALMES DE ARMADURA

CONFINAMIENTO DEL CONCRETO

De acuerdo al Capítulo 18 de la Norma COVENIN-MINDUR 1753-85, la armadura transversal debe ser capaz de resistir la fuerza cortante, arriostrar la armadura longitudinal y confinar el concreto en aquellas zonas donde se considere posible la formación de rótulas plásticas.

Se entiende por concreto confinado el que tiene parcialmente coartada la expansión en las direcciones ortogonales a la directriz de la pieza comprimida.

Disposición de los amarres

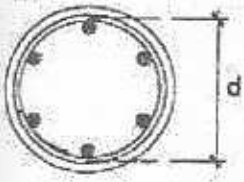
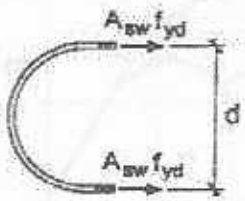
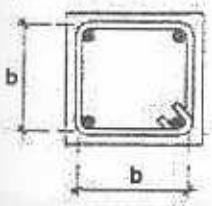
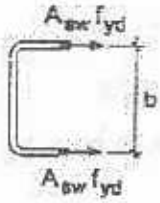
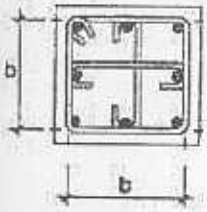
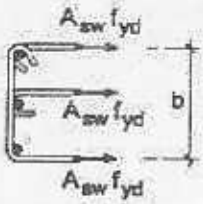
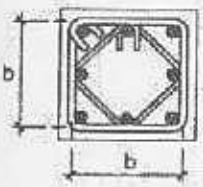
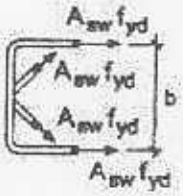
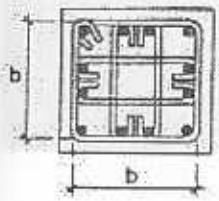
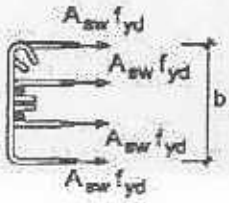


La forma más simple y práctica de confinar el concreto es la de disponer estribos o ligaduras que coarten la expansión transversal.

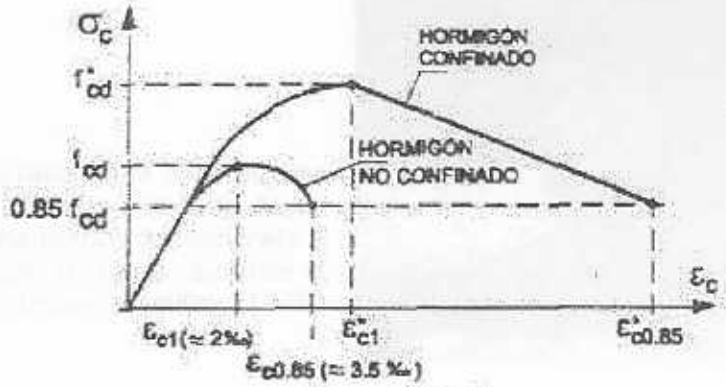
La eficacia del refuerzo transversal depende de su disposición,. Puede observarse como la zona realmente confinada varía (zona sombreada), de acuerdo a distintas posiciones de cercos.

Presión Relativa de Confinamiento

Presión Relativa de Confinamiento

DISPOSICIÓN	ESQUEMA	CUANTÍA VOLUMÉTRICA	PRESIÓN RELATIVA DE CONFINAMIENTO
(a) 		$\omega_w = \frac{4 A_{sw}}{d \cdot s_t} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$	$\frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} = 0.5\omega_w$
(b) 		$\omega_w = \frac{4 A_{sw}}{b \cdot s_t} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$	$\frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} = 0.5\omega_w$
(c) 		$\omega_w = \frac{6 A_{sw}}{b \cdot s_t} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$	$\frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} = 0.5\omega_w$
(d) 		$\omega_w = \frac{6.83 A_{sw}}{b \cdot s_t} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$	$\frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} = 0.5\omega_w$
(e) 		$\omega_w = \frac{9.3 A_{sw}}{b \cdot s_t} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$	$\frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} = 0.43\omega_w$

Comparación entre Concreto Confinado y Concreto No Confinado



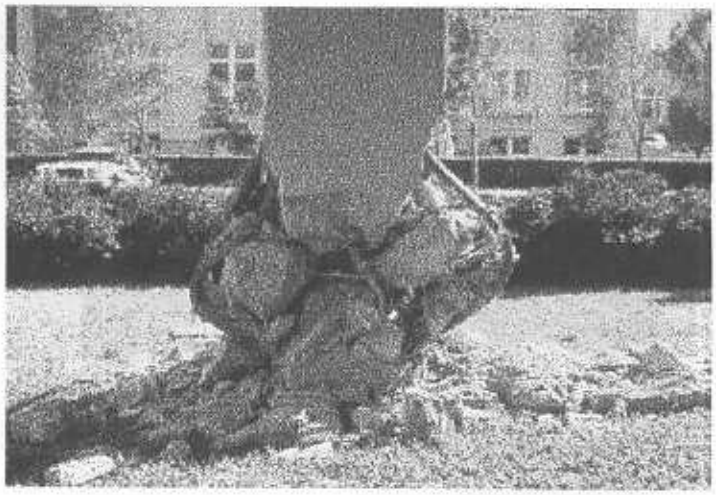
$$\varepsilon^*_{c1} = \varepsilon_{c1} + \left(\frac{f^*_{cd}}{f_{cd}}\right)^2$$

$$\varepsilon^*_{c0.85} = \varepsilon_{c0.85} + 0.1\,\alpha\,\omega_w$$

$(\alpha = \alpha_n\,\alpha_s)$ VALORES DE ε EN ‰

Ejemplos de Confinamientos Inadecuados

Obsérvese la combinación de los efectos de torsión, compresión y falta de confinamiento dúctil en la zona central de la columna. Liceo Raimundo Martínez Centeno, Sismo de Cariaco (1997)



Detalle de la falla en la base de una columna, debido a la falta de un adecuado confinamiento del concreto y refuerzo por cortante, durante el terremoto Imperial Valley (1979)

Falla por falta de confinamiento del concreto en una columna de esquina del Olive View Hospital, San Fernando. Terremoto de San Fernando, California (1971)

Ejemplo de Confinamiento Adecuado

Obsérvese el beneficio del confinamiento en esta columna, que aunque presenta una deformada de 60 cm (2 ft), aún soporta las cargas aplicadas evitando el colapso de la estructura. Terremoto de San Fernando, California (1971)

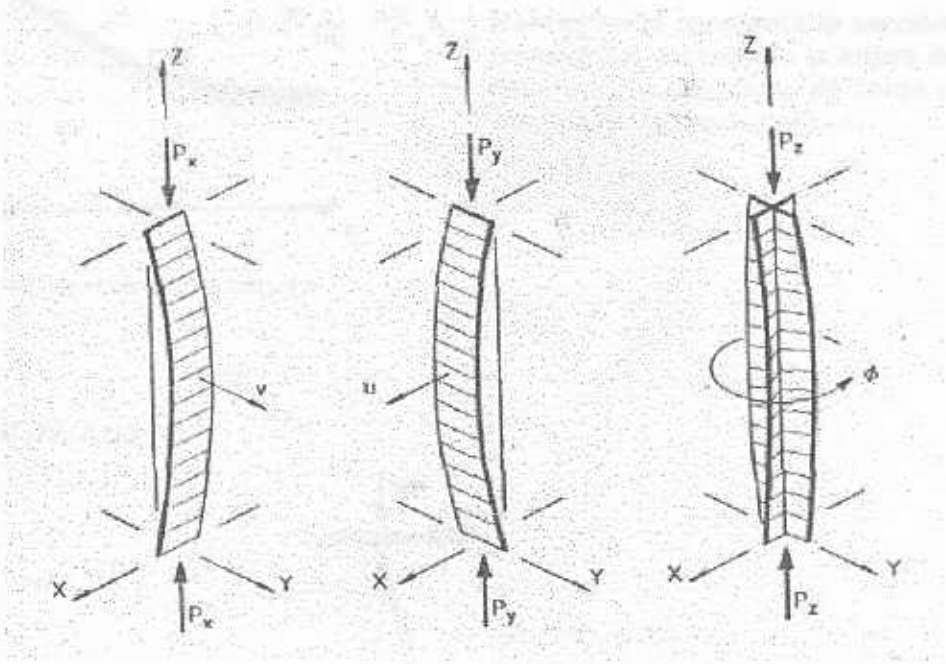
Página Siguiente

Página Principal Índice Diseño Estructural Índice Diseño de Miembros

PANDEO GENERAL

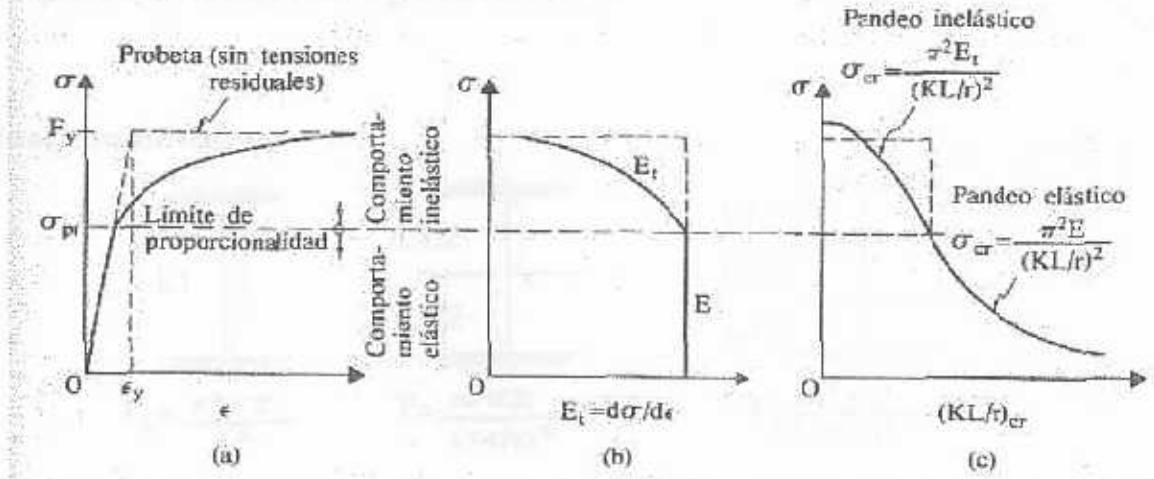
Miembros Sometidos a Compresión

Modos de Pandeo



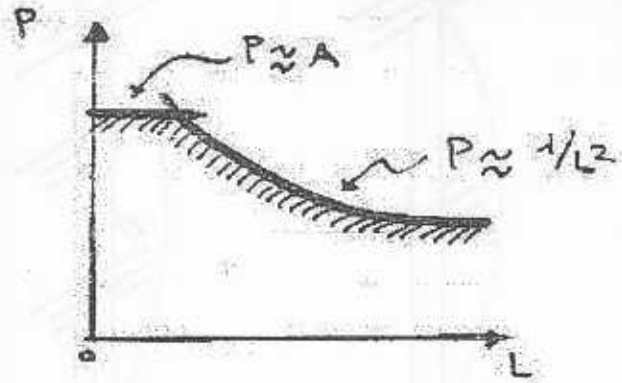
(Ref.48)

Un miembro sometido a compresión, puede presentar pandeo flexional, pandeo torsional o pandeo flexo-torsional. La figura muestra el pandeo flexional según el eje X, pandeo flexional según el eje Y y pandeo torsional según el eje Z.



Curvas de Columnas en Pandeo Flexional (Ref.46)

Influencia de la Altura en el Pandeo



Manteniendo constante la sección transversal y variando la altura de la columna, su capacidad de carga se reduce a medida que crece la altura.

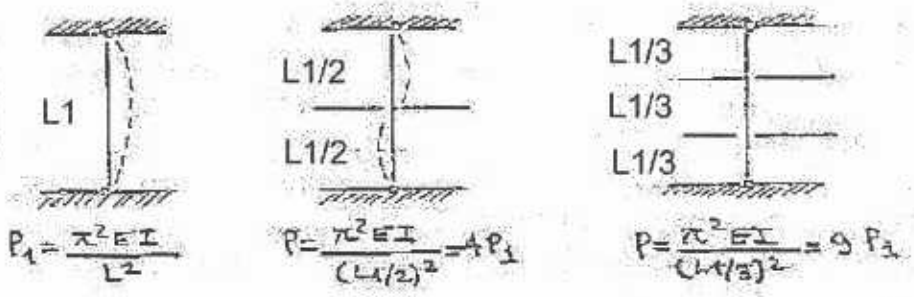
Influencia de la altura

Condiciones de Apoyo

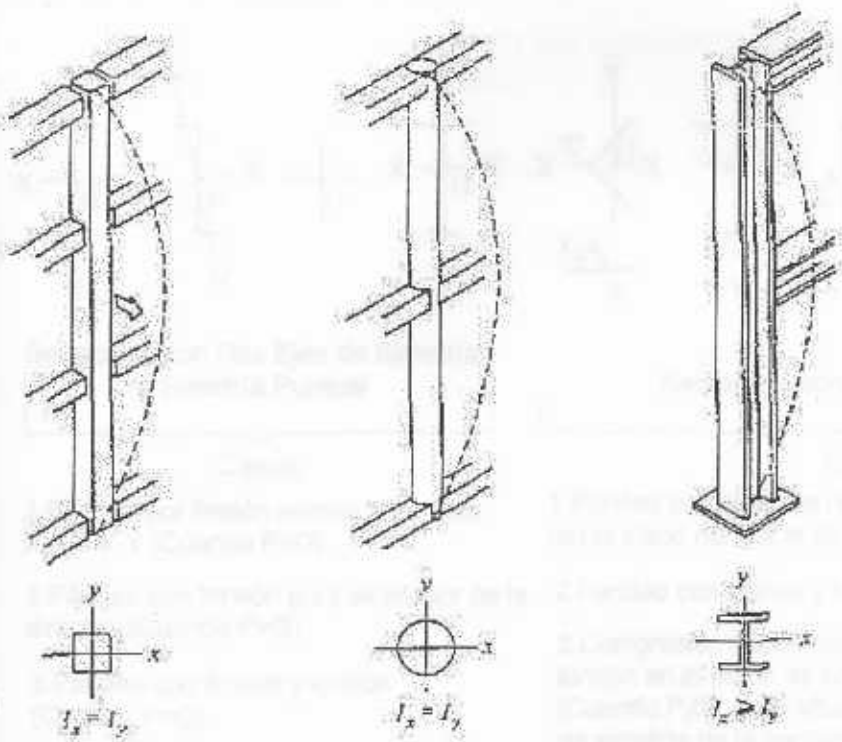
Se demuestra que se puede incrementar la capacidad resistente modificando las condiciones de apoyo.

Influencia de las Condiciones de Apoyo

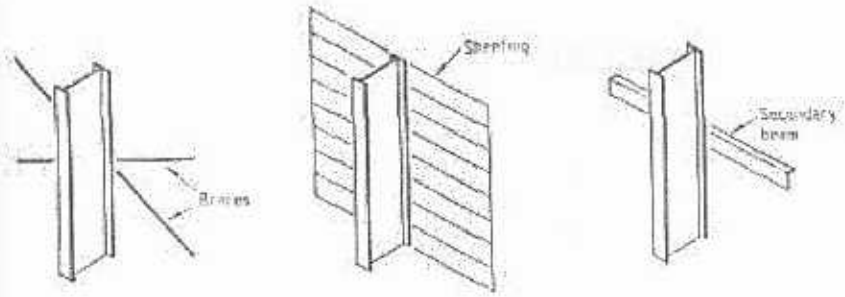
Arriostramientos



Es posible modificar la capacidad de carga de la columna, modificando su altura por medio de arriostramientos

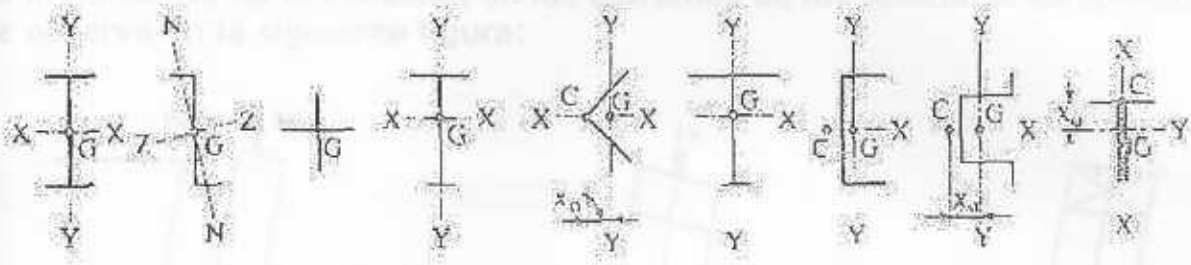


El uso ineficiente de arriostramientos como se muestra, no logra incrementar la capacidad de carga de la columna. La columna siempre pandeará en el modo asociado con la mayor esbeltez.



Los arriostramientos son los elementos mas utilizados para incrementar la resistencia al pandeo, pero muchos otros elementos como las láminas y vigas secundarias, también satisfacen ese propósito. (Ref.48)

Influencia de la Geometría de la sección



Secciones con Dos Ejes de Simetría o Simetría Puntual

Casos

1.Pandeo por flexión normal a los ejes X-X ó Y-Y (Cuando P=G)

2.Pandeo con torsión pura alrededor de la directriz (Cuando P=G)

3.Pandeo con flexión y torsión (Cuando P=G)

4.Compresión excéntrica sin torsión en uno de los planos X-X ó Y-Y (Cuando P≠G, pero situado sobre el eje de inercia correspondiente)

Secciones con Un Eje de Simetría

Casos

1.Pandeo por flexión en el plano de simetría (en el plano normal al de simetría, cuando P=G)

2.Pandeo con flexión y torsión

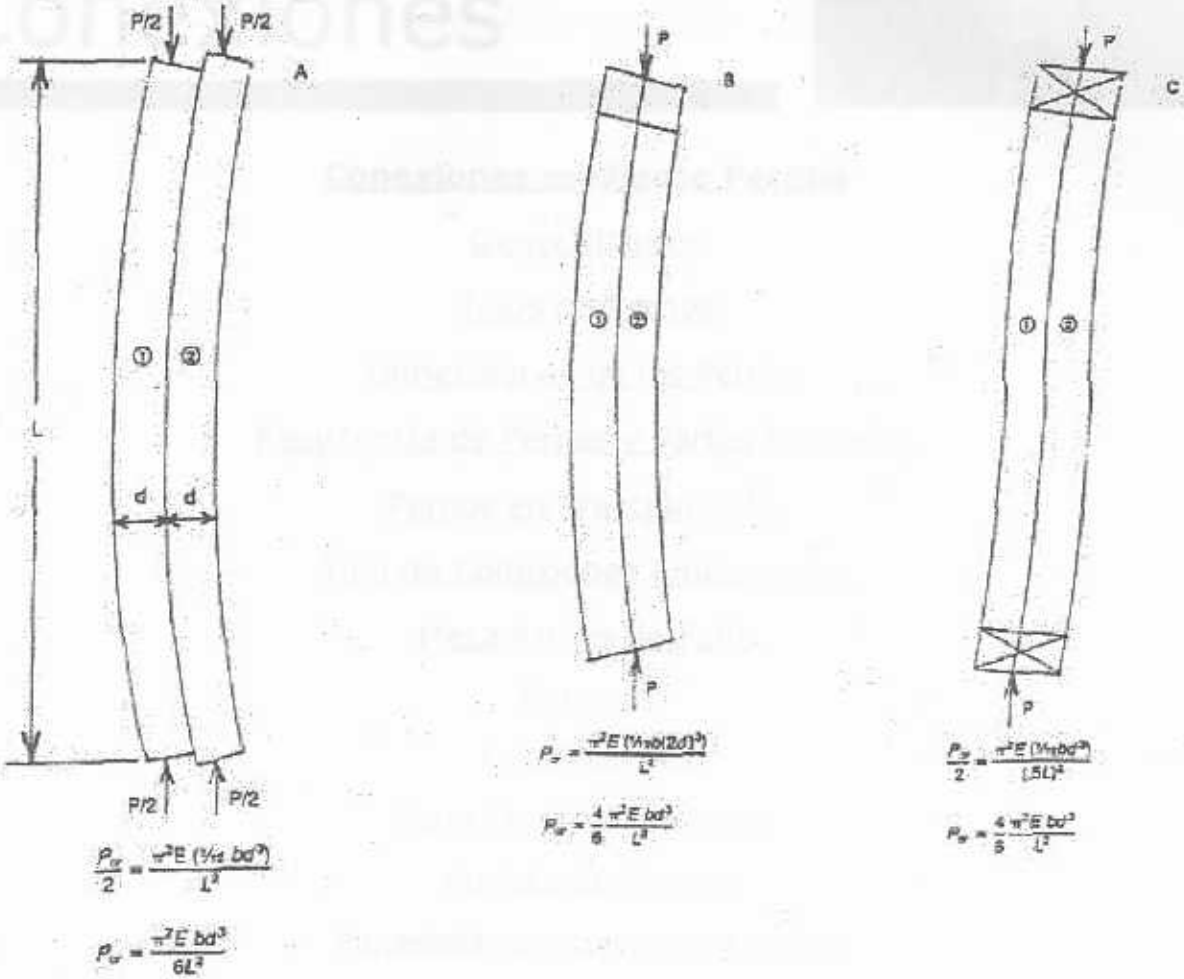
3.Compresión excéntrica sin torsión en el plano de simetría (Cuando P≠G, pero situado sobre el eje de simetría de la sección)

P:punto de paso de la resultante
G:Centro de Gravedad

(Ref.46)

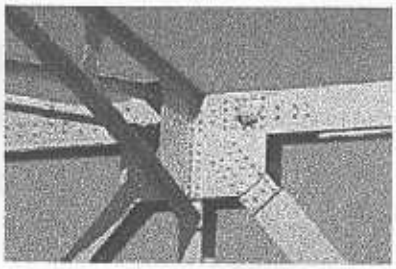
Secciones compuestas en compresión

La importancia de la conexión en los extremos de las secciones compuestas se observa en la siguiente figura:



Página Siguiente

Diseño de Conexiones



Conexiones mediante Pernos

Generalidades

Tipos de Pernos

Dimensiones de los Pernos

Resistencia de Pernos y Partes Roscadas

Pernos en Tracción Axial

Tipo de Conexiones Empernadas

Mecanismos de Falla

En Pernos

En las Planchas

Curva Tensión-Deformación

Apriete de Pernos

Procedimientos de apriete de pernos

Reutilización de Pernos

Soldadura

Generalidades

Procedimiento de Soldadura

Soldadura por arco sumergido (SAW)

Soldadura por Núcleo Fundente (FCAW)

Soldadura por arco metálico protegido (SHAW)

Soldadura por arco metálico protegido con gas (GMAW)

Simbología de las Soldaduras

Símbolos Básicos

Localización de los Símbolos

Ejemplos de Simbología

Ejemplo de Descripción de una soldadura

Detalles de las Soldaduras

Defectos en las Soldaduras

Diseño, Ejecución e Inspección de Soldaduras en Edificaciones

CONEXIONES TÍPICAS

Escultura de la Universidad de Florida

Vista Oeste de la Escultura

Vista Este de la Escultura

Vista Norte de la Escultura

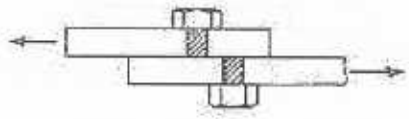
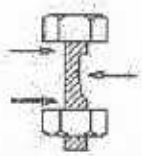
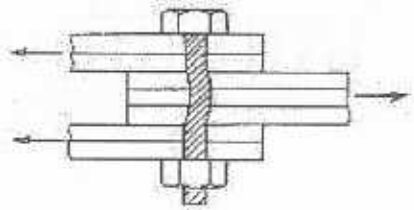
Vista Sur de la Escultura

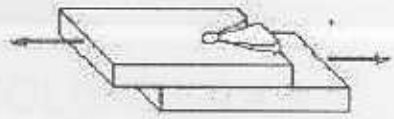
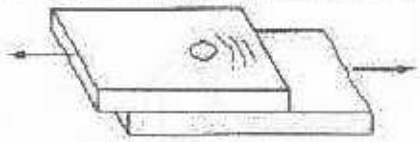
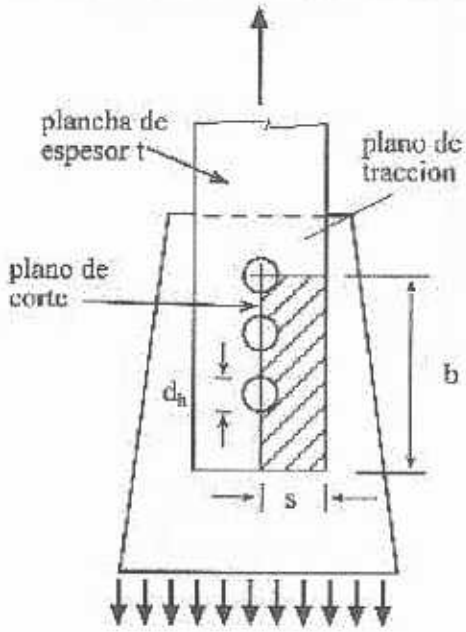
MECANISMOS DE FALLA

EN LOS PERNOS

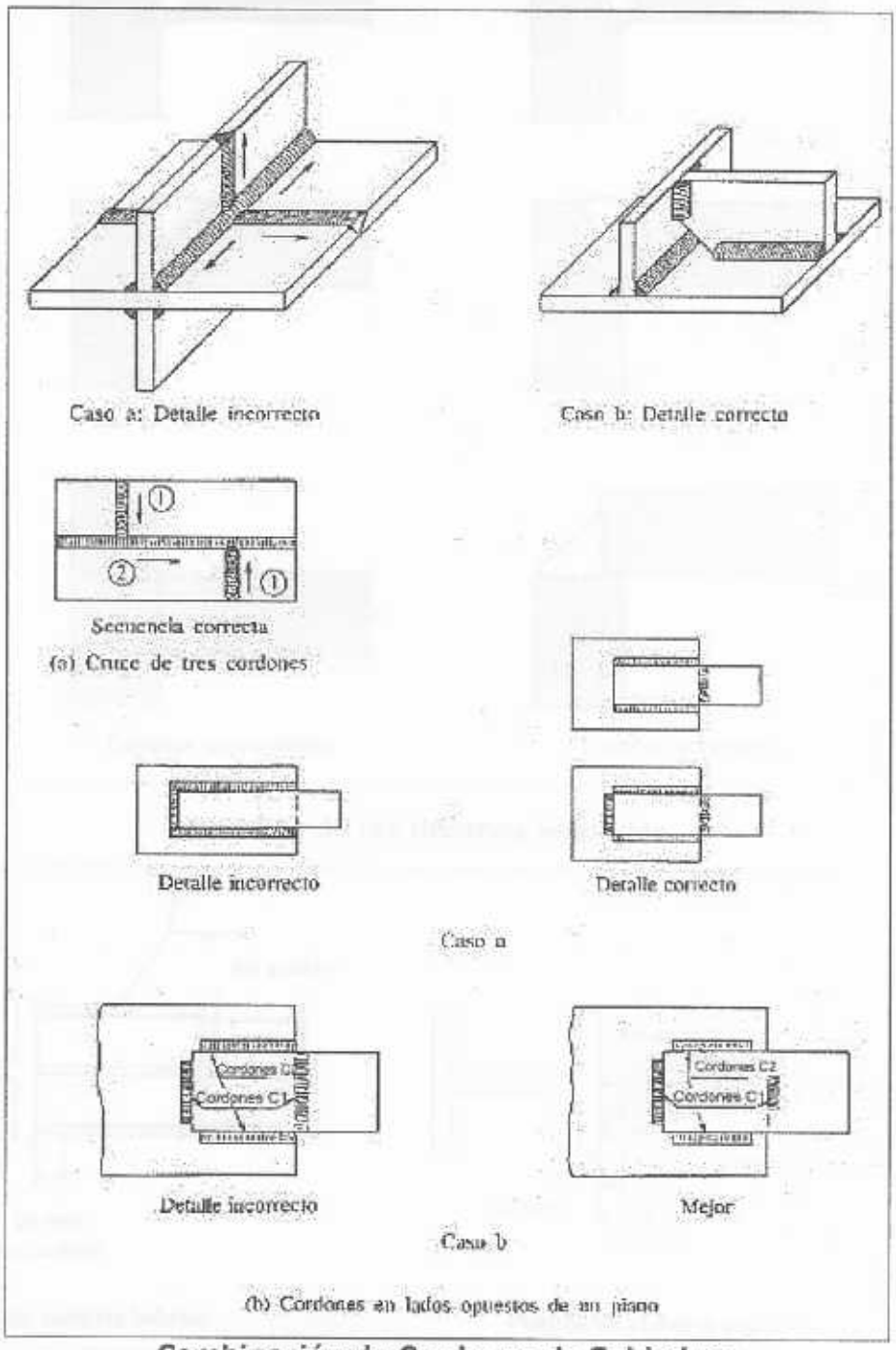
EN EL MATERIAL CONECTADO

CURVA TÍPICA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE UNA UNIÓN EMPERNADA

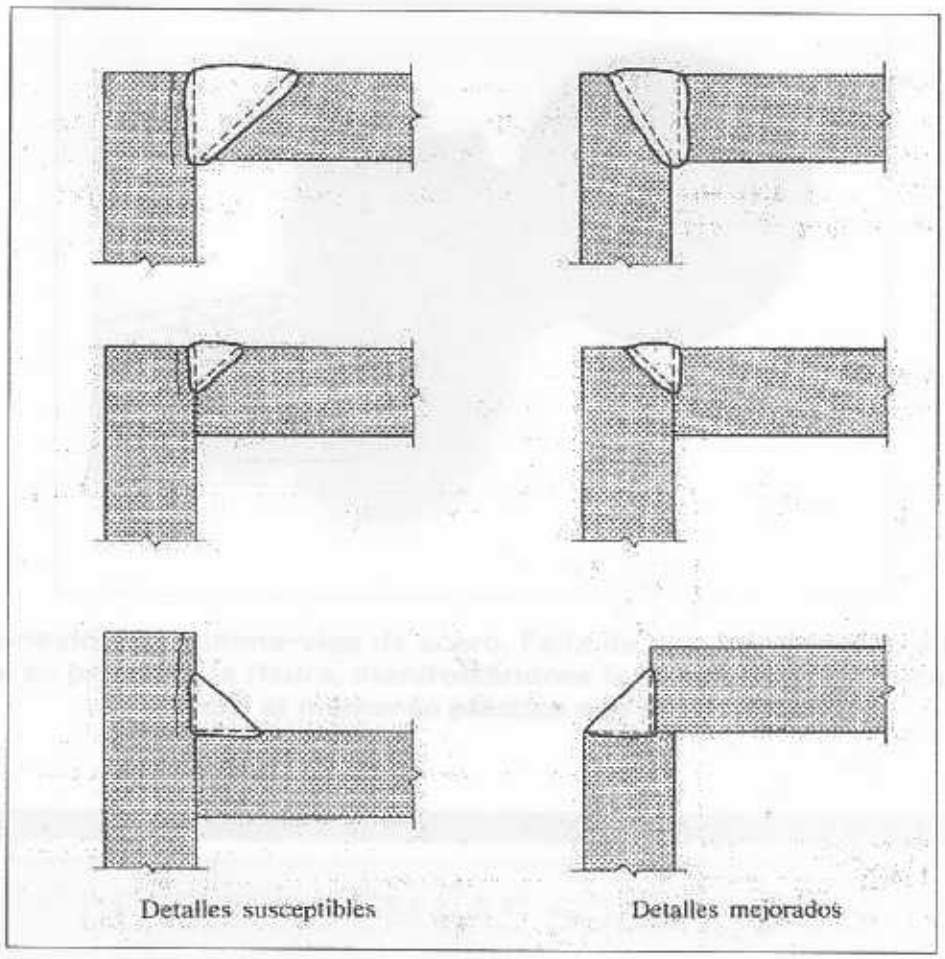
En los Pernos	Corte	
	Aplastamiento	
	Tracción	
	Flexión	

En el material conectado	Corte	
	Tracción	
	Aplastamiento	
	Bloque de Corte	

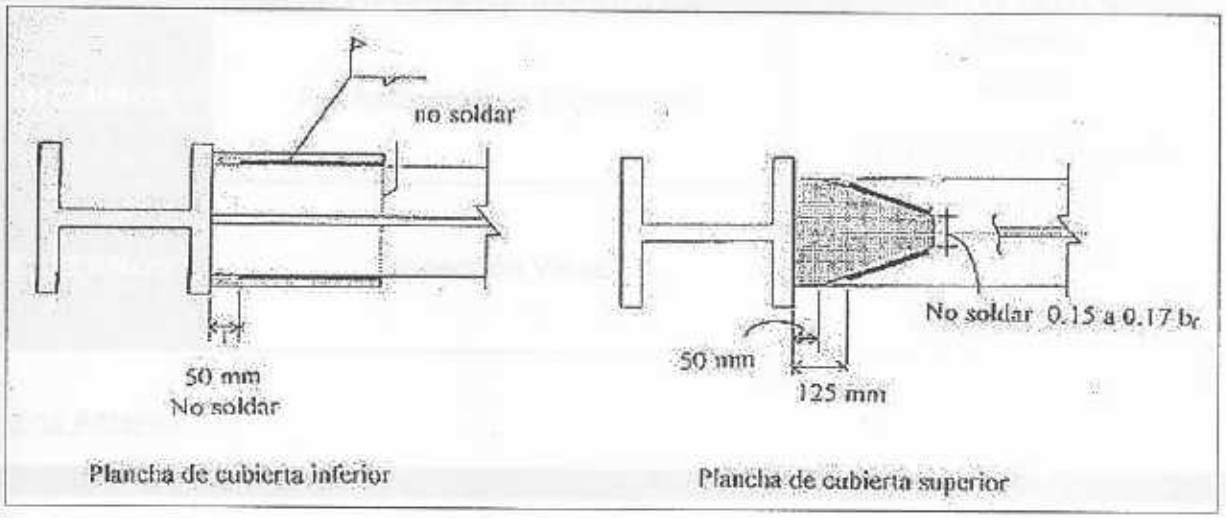
DETALLES DE LAS SOLDADURAS



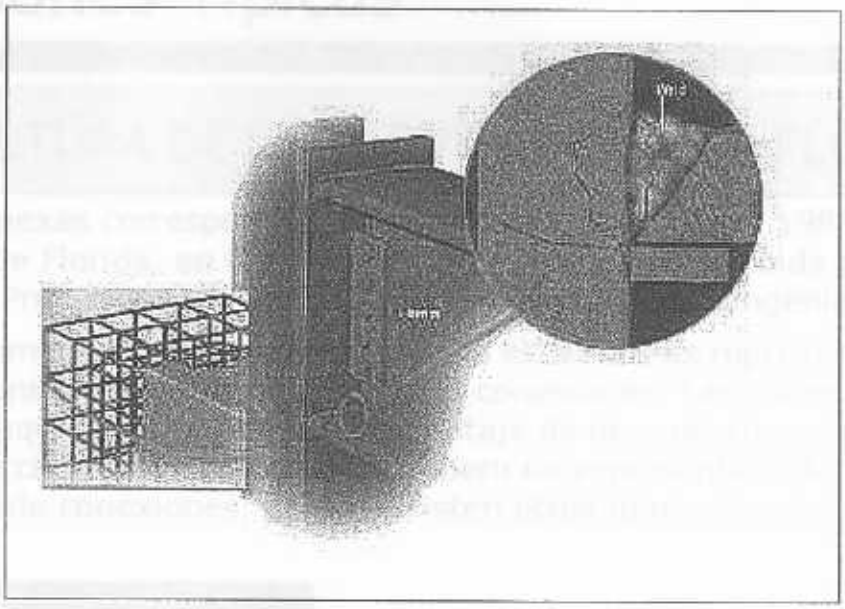
Combinación de Cordones de Soldadura



Detalles de las Uniones Soldadas



Detallado de las soldaduras en planchas de cubierta



Falla en conexión de olumna-viga de acero. Falla de tipo frágil debido a la rapidez con la que se presenta la fisura, manifestándose la incapacidad de la columna de resistir el momento plástico que se genera.

DEFECTOS EN LAS SOLDADURAS

	TIPO DE INSPECCIÓN	DEFECTOS
INTERNOS	Por Radiografía o Ultrasonido	Grietas Poros Falta de Penetración
EXTERNOS	Inspección Visual	Picaduras Mordeduras Rebosamiento

Página Anterior

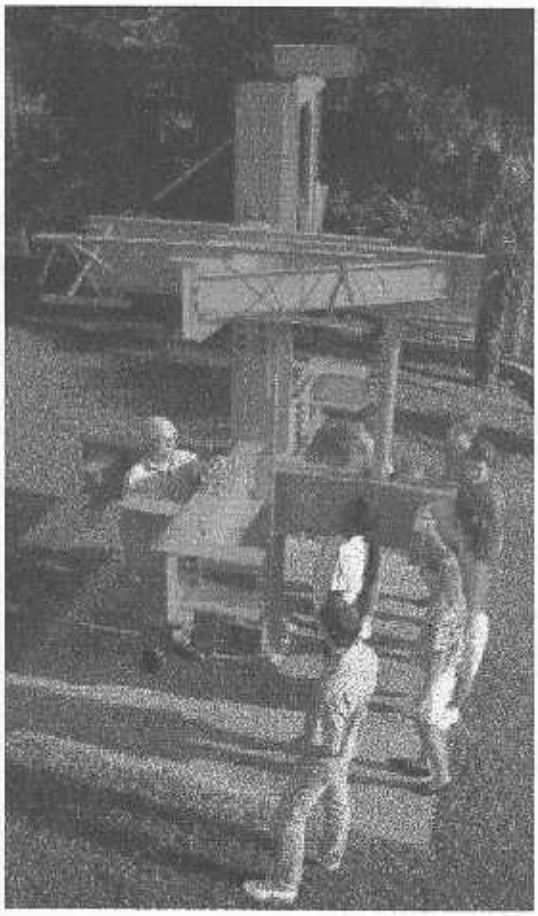
Página Principal Indice Diseño Estructural Índice Diseño de Conexiones

Conexiones Típicas

ESCULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE FLORIDA

Las figuras anexas corresponden a una escultura que desde 1986 existe en la Universidad de Florida, en Gainesville, originalmente concebida para sus clases por el Prof. Duane S. Ellifritt del Departamento de Ingeniería Civil.

La idea fundamental de la creación de esta escultura es representar varios métodos de unión y sus correspondientes conexiones. Las conexiones presentadas aquí abarcan un gran porcentaje de las más comunmente usadas en la construcción de acero hoy en día, pero no representa todas las posibilidades de conexiones, ya que existen otros tipos que son igualmente válidas.



Vista OESTE

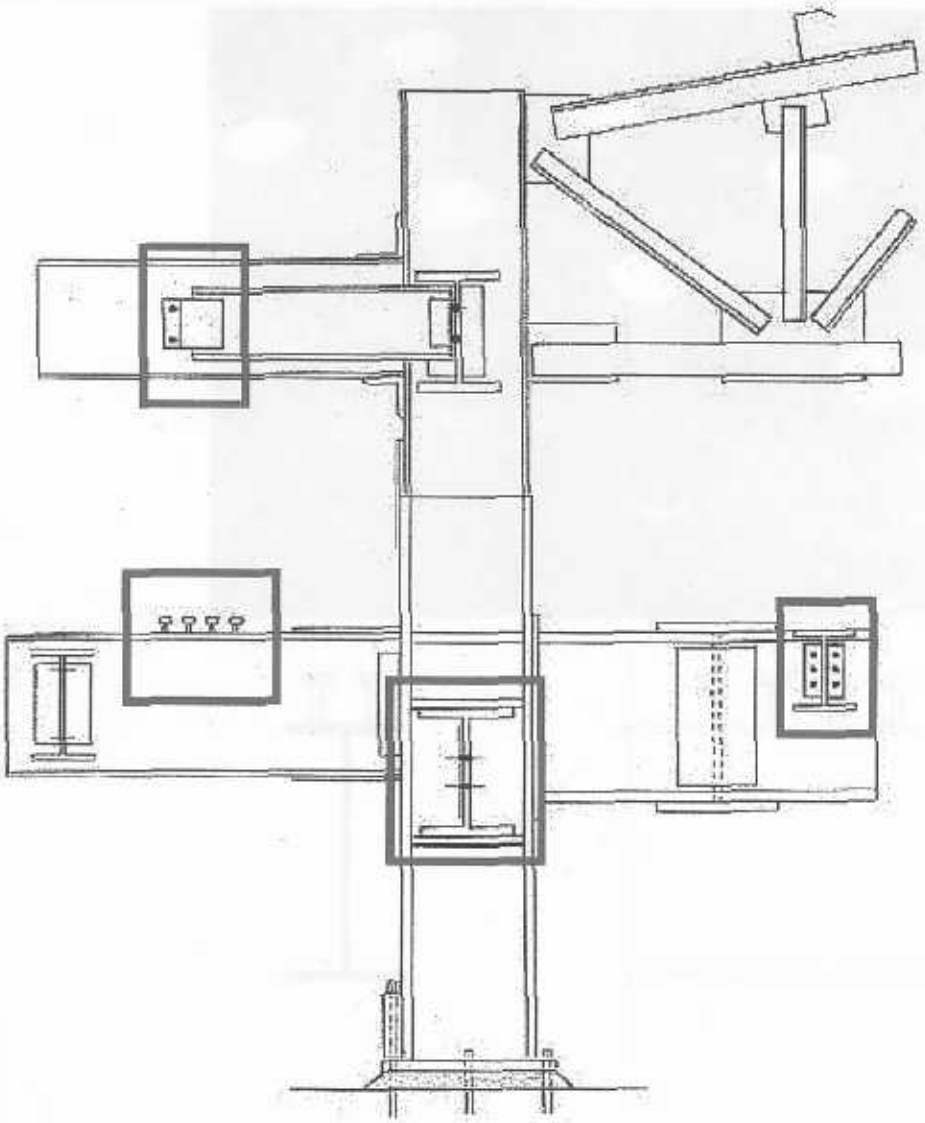
Vista ESTE

Vista NORTE

Vista SUR

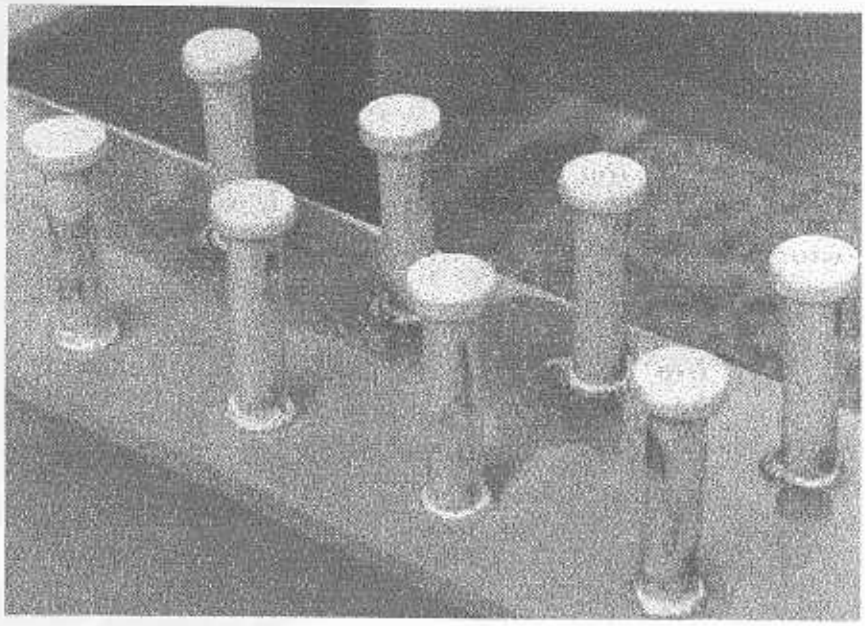
VISTA OESTE

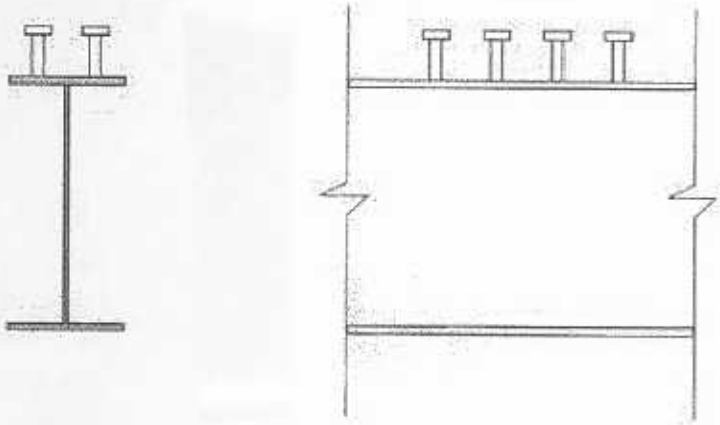
Haga click sobre la conexión que desee observar



Oeste

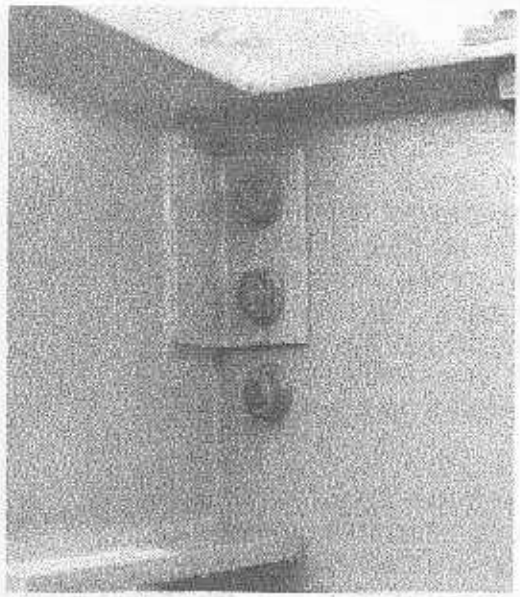
Conectores de Corte en Viga Mixta Acero-Concreto

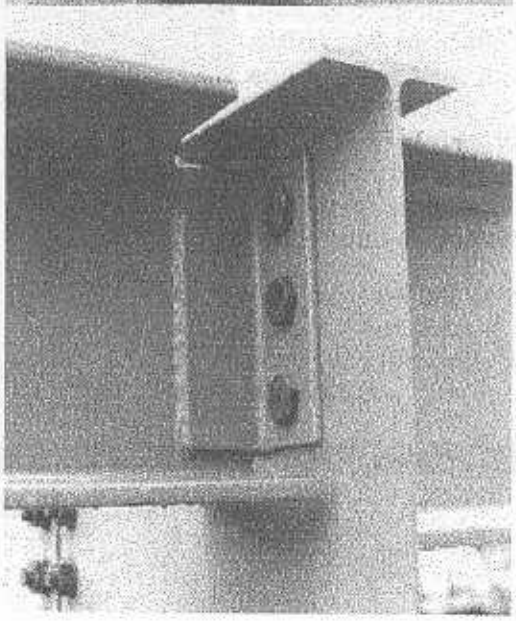


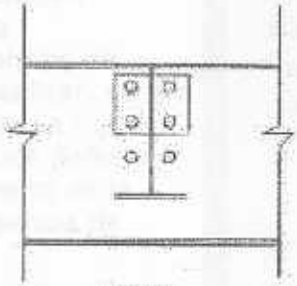


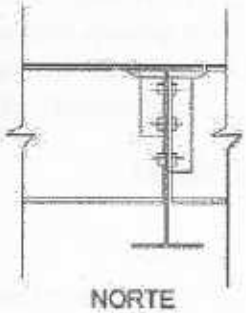
Volver Escultura

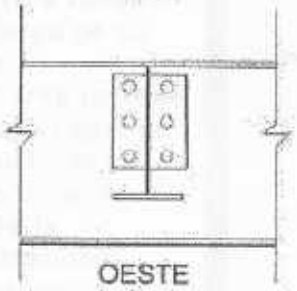
Conexión de Corte-Bilateral











Volver Escultura

Construcción y Mantenimiento

Construcción

Mantenimiento

Introducción

La construcción se define como el proceso de montaje de los miembros de una estructura, se clasifica según las etapas y material que se utilicen. Existen diferentes métodos constructivos de acuerdo al tipo de estructura que se vaya a realizar, ya sea de concreto , acero o mixta. La mala práctica constructiva produce daños en las estructuras en el momento de la construcción o ante la presencia de sismos.

Para lograr que una estructura tenga un buen funcionamiento a lo largo de su vida útil, se le debe aplicar mantenimiento preventivo ante posibles daños que incidan de manera negativa en ella. Por ello, a las estructuras ya sean de concreto o de acero, se les aplica una protección contra la corrosión, el fuego y las filtraciones mediante la impermeabilización, que evitan daños posteriores.

Además, en las estructuras de concreto se debe considerar un factor adicional como el efecto de las fisuras y su reparación.

El Centro Comercial El Recreo está catalogado como una estructura mixta excepcional.

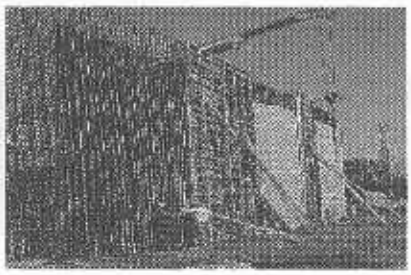
Conócelo

Un inadecuado proceso constructivo puede producir fallas durante la construcción.

Ver más...

Página Principal

Construcción



Definición

Clasificación

Compuesta

Mixta

Métodos Constructivos

Estructuras de Concreto

Tradicional

Industrializado

Estructuras de Acero

Ideas Generales

Proceso Constructivo

Estructuras Mixtas

Estructuras Prefabricadas

Apuntalamiento

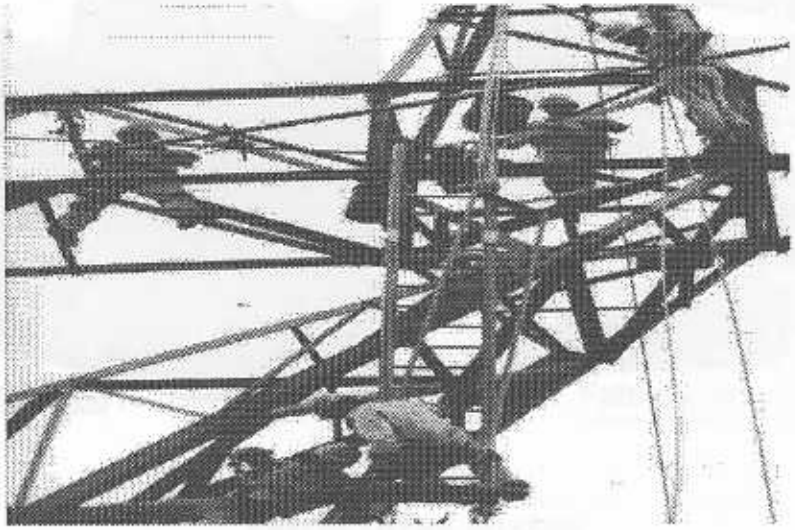
Fallas durante el proceso de Construcción

Mala Práctica Constructiva

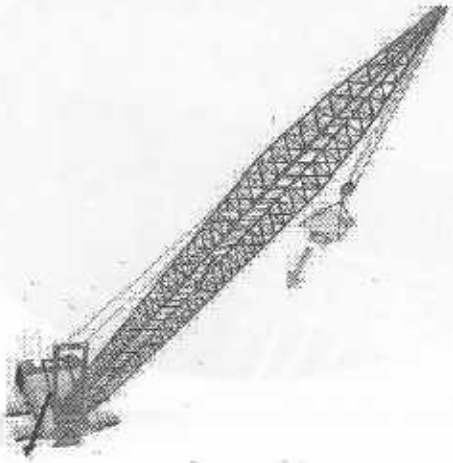
Construcción

DEFINICIÓN

De acuerdo a la Norma COVENIN-MINDUR 2004-98, la construcción se define como el montaje y fijación en la obra de los componentes que forman una estructura completa. Éste proceso del montaje y la fijación en obra generan unas cargas de construcción que intervienen en la estructura.



Para poder llevar a término la construcción, se necesita en la obra de un elemento muy importante como las grúas de construcción, que permiten el traslado de material y el vaciado del concreto cuando el caso lo amerite.



MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

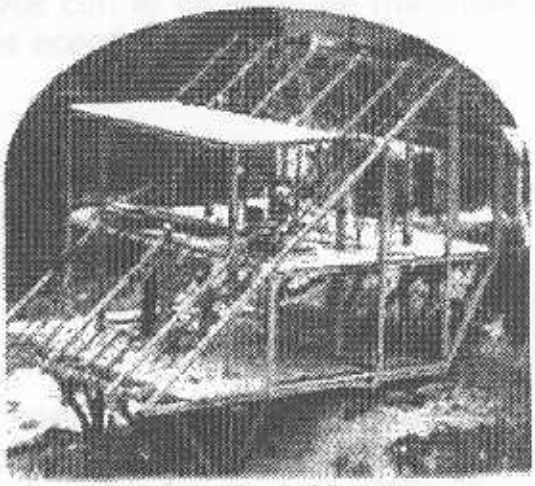
Según el material de construcción utilizado, ya sea el concreto o el acero, se utilizan diferentes métodos constructivos.

Estructuras de Concreto

Método Tradicional

Método Industrializado

Estructuras de Acero



Fabricación y Montaje

Estructuras Mixtas

Método Mixto

Método Industrializado

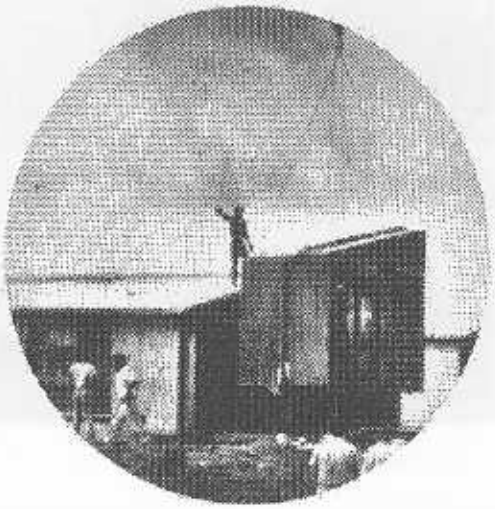
DEFINICIÓN

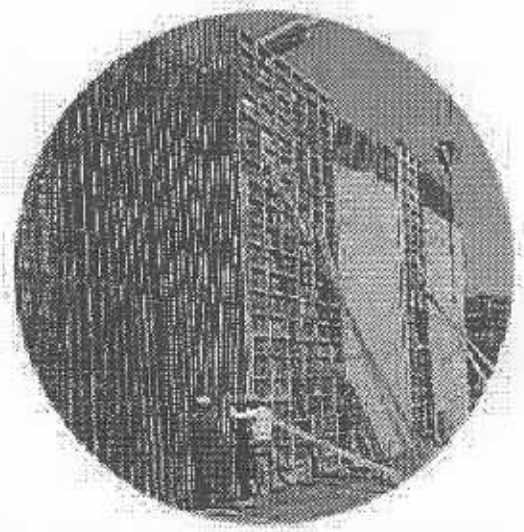
El método industrializado, utiliza sistemas de encofrados metálicos para la construcción de estructuras de concreto, los cuales surgen por el proceso de industrialización de los métodos constructivos con el objetivo de masificar la producción de viviendas de una manera más económica.

Los encofrados se realizan de diversos materiales como: el metal, el plástico y la fibra, y se pueden encontrar en el mercado bajo la siguiente identificación:

- Prefabricados en dimensiones y formas estándar.
- Fabricados para usos determinados.

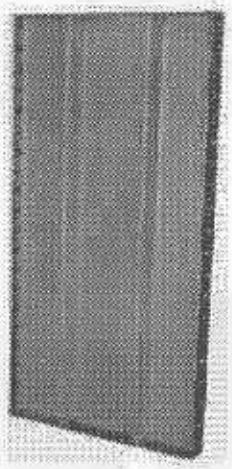
Entre las diversas aplicaciones que se les confieren, se pueden nombrar la construcción de: viviendas, muros de concreto armado, conducciones, pilas, silos, chimeneas, presas de concreto y miembros prefabricados, entre otros.



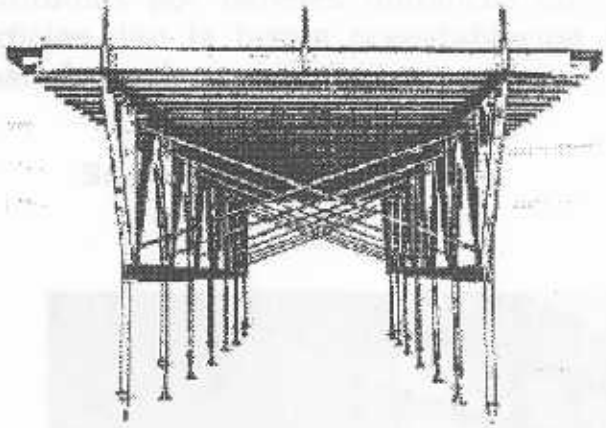


SISTEMAS DE ENCOFRADOS MÁS UTILIZADOS

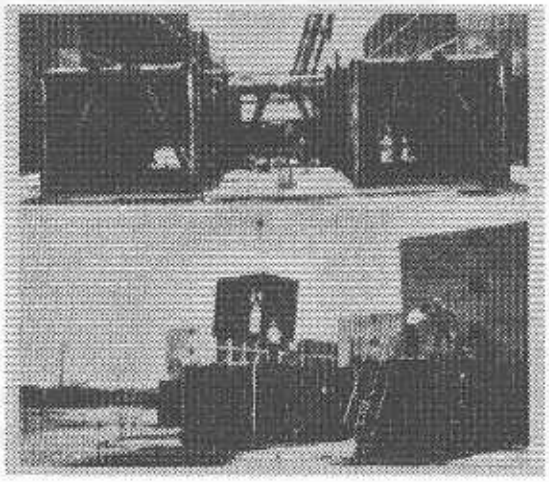
Paneles Metálicos



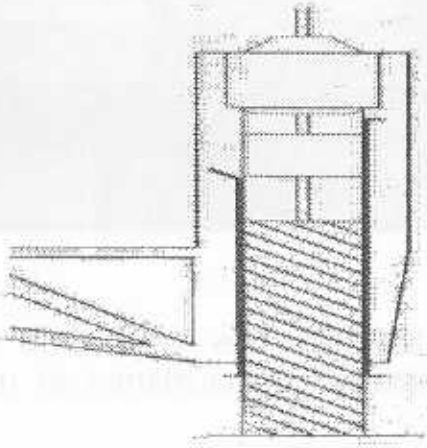
Encofrados Mesa



Sistema Túnel



Trepadores y Deslizantes

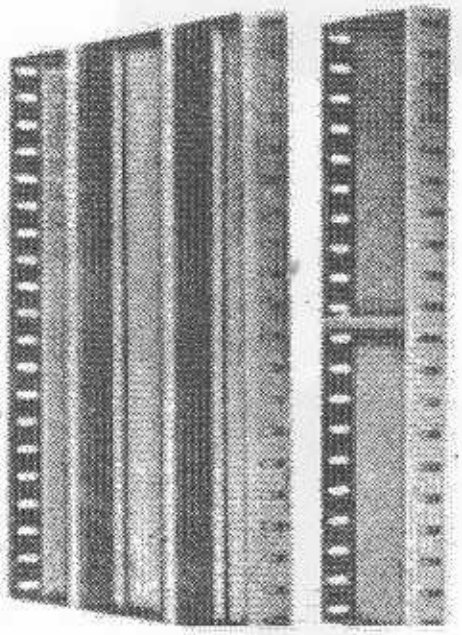


Paneles Metálicos

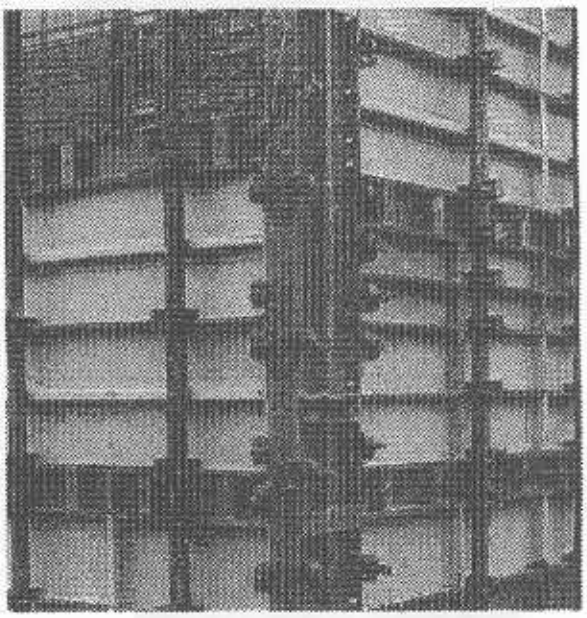
DEFINICIÓN

Las superficies de moldeo, están constituidas por paneles metálicos que se unen entre sí por pernos, éstas superficies dan la forma preestablecida del miembro estructural colocando tantos paneles como se necesiten.

Paneles



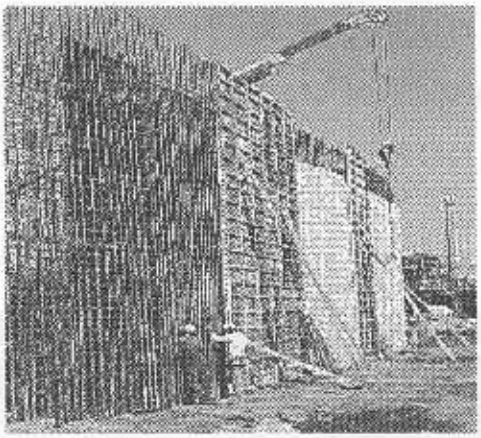
Superficie de Moldeo

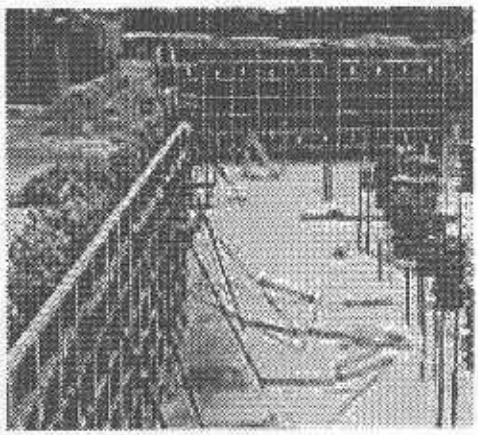


Su aplicación radica en la construcción de muros estructurales ya sean verticales o curvos, así como también en la construcción de columnas de sección cuadrada o circular.

En el caso de muros se utilizan los paneles individuales unidos por pernos y para las columnas se utiliza un conjunto de paneles armado previamente por los fabricantes con la forma de la sección preestablecida.

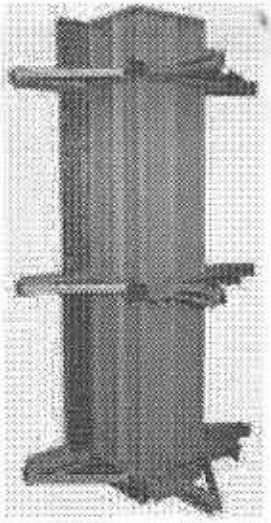
Muros Estructurales



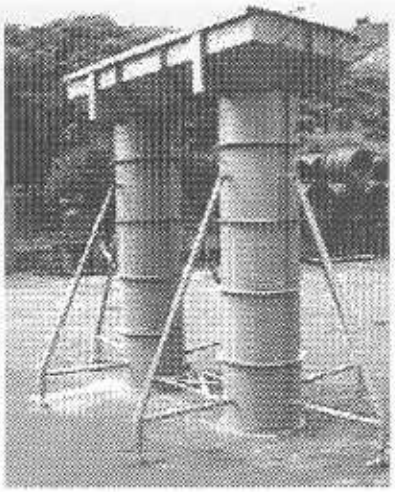


Columnas

Sección Cuadrada



Sección Circular



VENTAJAS

- Encofra grandes superficies con facilidad y rapidez.
- Se ahorra tiempo considerable ya que los encofrados se arman una sola vez.
- Son reutilizables.
- Son muy resistentes

DESVENTAJAS

- Sólo son aplicables a cierto tipo de proyectos.
- El encofrado para columnas es muy pesado, por ello requieren de grúas para su traslado.
- Pueden resultar antieconómicos si no se prevee el reuso.

Mantenimiento

Ideas Generales

Daños en Estructuras

Estructuras de Concreto

Fisuras

Corrosión

Fuego

Estructuras de Acero

Corrosión

Fuego

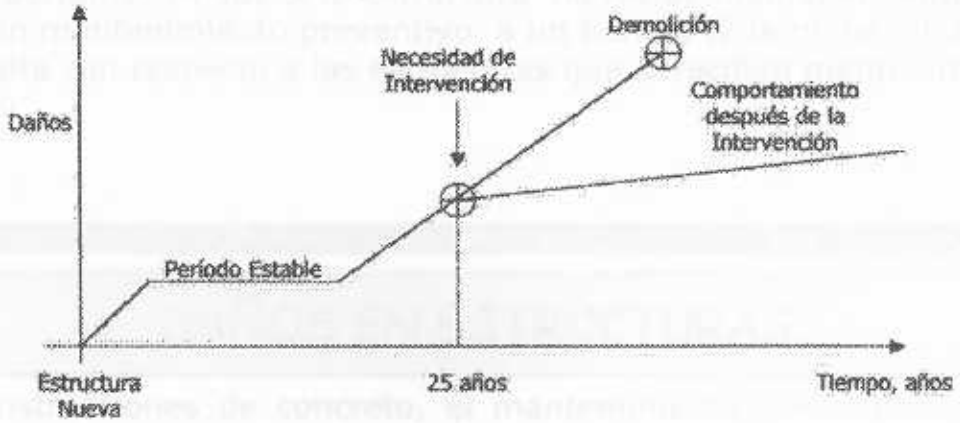
Impermeabilización

Rehabilitación de Edificios Existentes

Mantenimiento de Estructuras

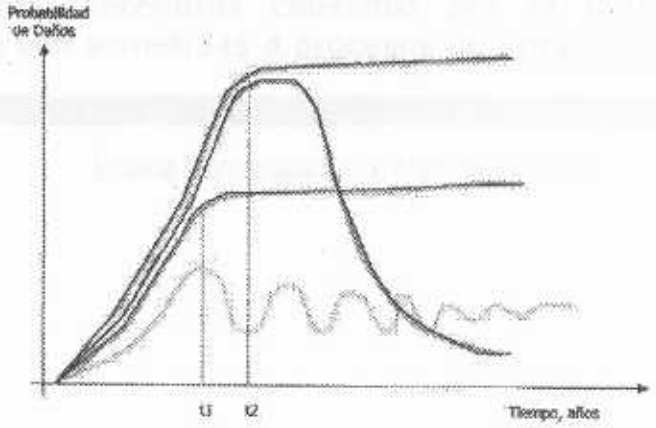
IDEAS GENERALES

El comportamiento de una estructura a través del tiempo puede variar si se consideran los daños que pueda sufrir, tal como se puede observar en la gráfica que se presenta a continuación:



Existe un período, que dura hasta los 25 años en el cual los daños permanecen prácticamente estables, pero después de los 25 años es necesaria una intervención en la estructura para disminuir la pendiente de daños y lograr una mayor vida útil.

Sin embargo, aparte de la intervención en cuanto a mantenimiento que se debe realizar a los 25 años, también se debe considerar el mantenimiento preventivo de la estructura para prolongar la vida útil.



En la gráfica anterior, se observa el comportamiento de una estructura con respecto al mantenimiento preventivo que se realice en ella, además se puede apreciar la variación de la probabilidad de daños en cada una de ellas.

----- Estructura con Mantenimiento en un tiempo t2

----- Estructura sin Mantenimiento

----- Estructura con Mantenimiento en un tiempo t1

----- Estructura con Mantenimiento Periódico

Lo más importante, es que si la estructura no recibe mantenimiento ó presenta un mantenimiento preventivo a un tiempo t2 la probabilidad de daños es alta con respecto a las estructuras que si reciben mantenimiento preventivo.

DAÑOS EN ESTRUCTURAS

En las construcciones de concreto, el mantenimiento preventivo abarca la presencia de fisuras, la acción de la corrosión y los recubrimientos de protección contra el fuego, debido a que éstos tres factores afectan a la estructura de manera negativa y pueden ocasionar una disminución en su capacidad resistente.

En las construcciones de acero las patologías que la afectan están constituidas por la acción de la corrosión y la protección contra el fuego.

Pero en general, todas las edificaciones deben estar protegidas contra las filtraciones u otros deterioros causados por la humedad, por ello las construcciones se ven sometidas a procesos de impermeabilización.

Fisuras

DEFINICIÓN

Las fisuras son roturas que aparecen en los miembros de concreto como consecuencia de tensiones superiores a su capacidad resistente.

Éstas tensiones determinan variaciones en las dimensiones del elemento de concreto y se originan por:

* ***Tensiones de tracción, compresión, flexión, cortante y torsión.***
* ***Retracción hidráulica ó térmica.***
* ***Entumecimiento.***

TIPOS DE FISURAS

Tensiones de Tracción

Originan fisuras en dirección perpendicular al esfuerzo.

Tensiones de Compresión

Originan fisuras en la dirección de la solicitación, son muy peligrosas ya que coinciden con el estado de agotamiento resistente.

Tensiones de Flexión

Aparecen en zonas de tensiones máximas, que corresponden al centro de la viga y son de trazado vertical.

También suelen aparecer sobre los apoyos en la parte superior de la viga.

Fuerzas Cortantes

Originan fisuras inclinadas y a veces con tramos casi horizontales.

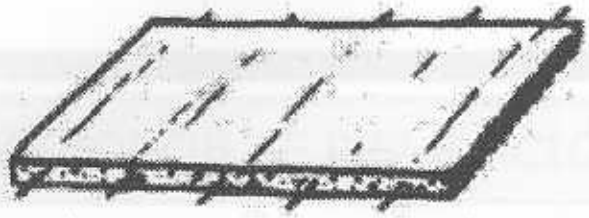
Fuerzas de Torsión

Originan fisuras cuyo trazado rodea el perímetro del elemento, buzando en direcciones opuestas en uno y otro parámetro.

Retracción Hidráulica

Antes del Fraguado

Se producen por la desecación superficial del concreto en las primeras horas y se distribuyen al azar.

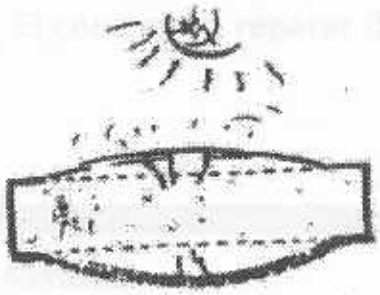


Después del Fraguado

Aparecen en elementos cuya libre contracción está impedida, su trazado es perpendicular al eje del elemento y son de ancho pequeño y constante.

Retracción Térmica

Se originan por la disminución de la temperatura en elementos estructurales que tienen coartados los movimientos de contracción, por lo general son atípicas.



Entumecimiento

Son originados por la dilatación térmica, los excesos de expansivos en el cemento, la corrosión debida a los sulfatos, la oxidación del acero y la congelación del agua que ocupa las discontinuidades.

Fisuras

MÉTODOS DE REPARACIÓN

Pasos Previos a la Reparación

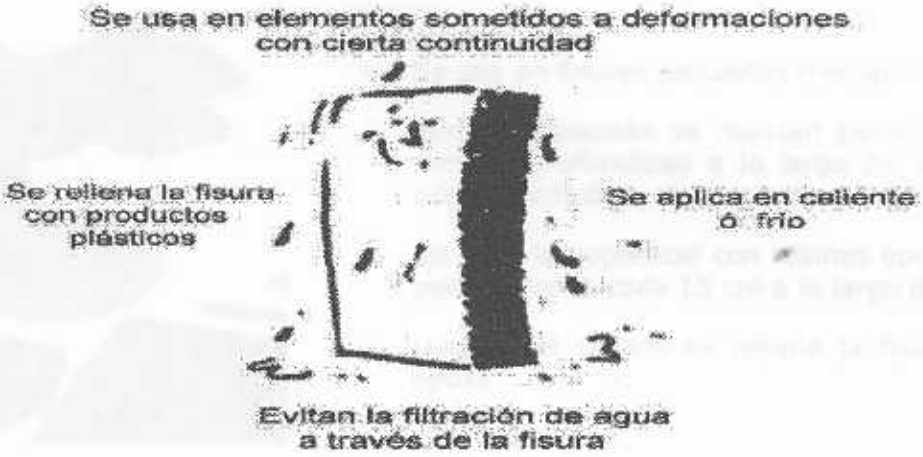
- La fisura debe estar limpia, los métodos de limpieza según el tipo de fisura son:

**** Para las fisuras finas, se utiliza el chorro de aire a presión.***

**** A las fisuras desarrolladas se les quita todo el concreto afectado por la fisuración y el material extraño introducido.***

- El concreto a reparar debe estar totalmente seco.

Reparación con Material Asfáltico



Reparación con Mortero

Se usa en fisuras de gran desarrollo

Tamiz 1.18 mm

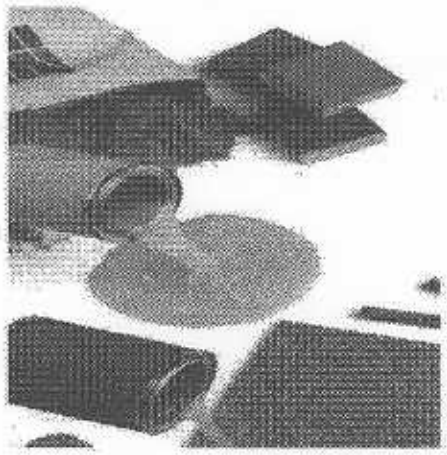
Se recomienda usar cemento blanco

El mortero vertido en la fisura se compacta por picado y se alisa

Se cura el mortero con agua ó con un compuesto de curado

El mortero que se utiliza consta de una parte de cemento Portland y dos partes y media de arena

Reparación con Resinas Epoxy



- Se usa en fisuras pequeñas mediante inyecciones.
- Para la inyección se realizan perforaciones de 25 mm de profundidad a lo largo de las fisuras y a unos 60 cm de la distancia de su trazado.
- Se sella la superficie con resinas epoxy y se dejan perforaciones cada 15 cm a lo largo de la fisura.
- Luego, del curado se rellena la fisura con resina epoxy.