

# Construcciones Metálicas y de Madera I



Equipo docente

Profesor Titular

Francisco Javier  
Crisafulli



Profesor Adjunto

Daniel Bonilla



Jefe de Trabajos  
Prácticos

Daniel Quiroga



Profesor Adjunto

Eduardo Totter



Horarios de consultas y direcciones de correo electrónico en la página web de la asignatura (AulaAbierta)

Régimen de cursado de la asignatura: semestral – 90 hs. Jueves de 14 a 20 hs

Correlativas: Análisis Estructural I (débil)

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## OBJETIVOS

- Conocer los conceptos fundamentales sobre materiales, medios de unión e inestabilidad relacionados con construcciones metálicas y de madera.
- **Demostrar habilidad para diseñar, analizar, verificar, detallar y especificar construcciones sencillas metálicas y de madera.**
- Manifestar interés por investigar las posibilidades y limitaciones de las construcciones metálicas y de madera.

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## EJERCICIO PROFESIONAL DE LA INGENIERÍA

Actividades profesionales reservadas al título de ingeniero civil  
(Res ME 1254/2018)

Alcances del título de ingeniero civil  
(Plan de Estudios FI-UNCuyo)

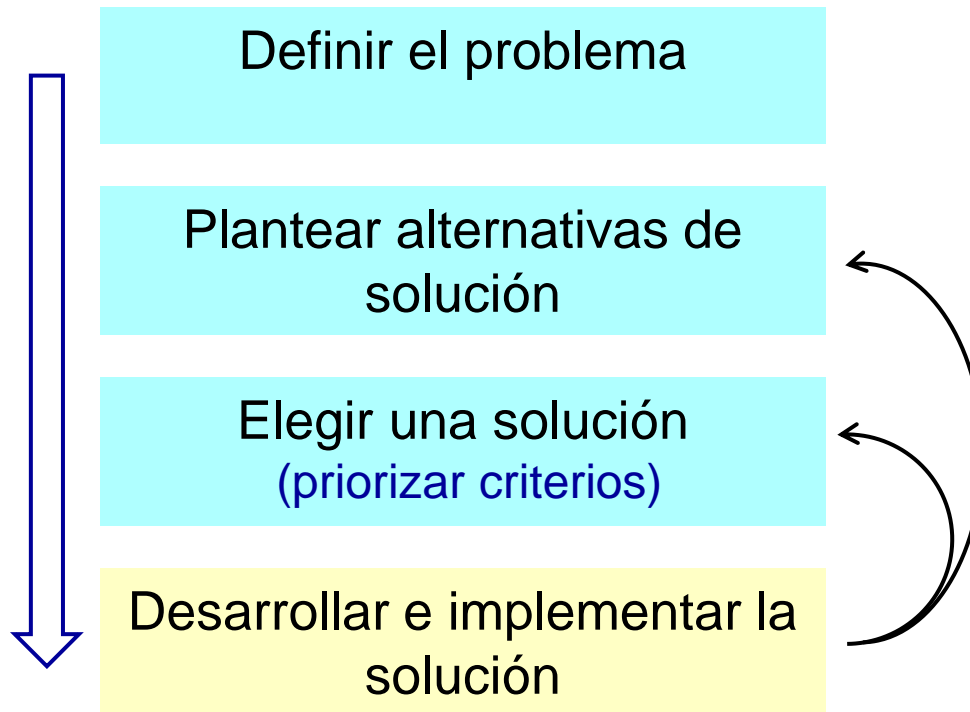
- Diseñar, calcular y proyectar estructuras, edificios ...
- .....
- Diseñar y calcular el sistema estructural de las obras civiles, incluida la prevención y verificación sísmica.
- .....

**Área 10**  
**Estructuras:**  
Construcciones Metálicas y de Madera  
(entre otras)

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## PROBLEMAS DE DISEÑO



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## REGIMEN DE CURSADO Y APROBACIÓN

La asignatura se aprueba mediante **examen final**, para lo cual es necesario obtener la condición de alumno regular. Dicha condición se logra mediante la presentación y aprobación de todos los trabajos prácticos, aprobando las evaluaciones parciales y cumpliendo con el 75 % de asistencia.

El examen final es la instancia para acreditar (aprobar) la asignatura y se desarrollará con la modalidad de evaluación escrita y oral, abarcando aspectos teóricos, conceptuales y prácticos (con resolución numérica de ejercicios) de los temas incluidos en los contenidos de este programa.

PARA RENDIR EL EXAMEN FINAL OBLIGATORIO QUE LOS ESTUDIANTES TENGAN LA CARPETA DE TRABAJOS PRÁCTICOS COMPLETA. Además, deben disponer de los reglamentos, tablas de perfiles, calculadora, papel y elementos de escritura.



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- Comprensión conceptual de los criterios de organización estructural y de los procedimientos de diseño y verificación de estructuras de acero (método LRFD) y de madera (diseño por tensiones admisibles).
- Habilidad para realizar análisis de cargas, combinaciones de cargas y determinar la resistencia requerida en elementos estructurales sometidos a distinto tipo de solicitaciones (vigas, columnas, pórticos, etc.)
- Conocimiento de todos los estados límites a considerar en el diseño y comprensión de los mecanismos de resistencia asociados a los estados límites últimos.
- Capacidad para integrar conocimientos de física, estática, resistencia de materiales y análisis estructural con los contenidos propios de la asignatura.

# Construcciones Metálicas y de Madera I



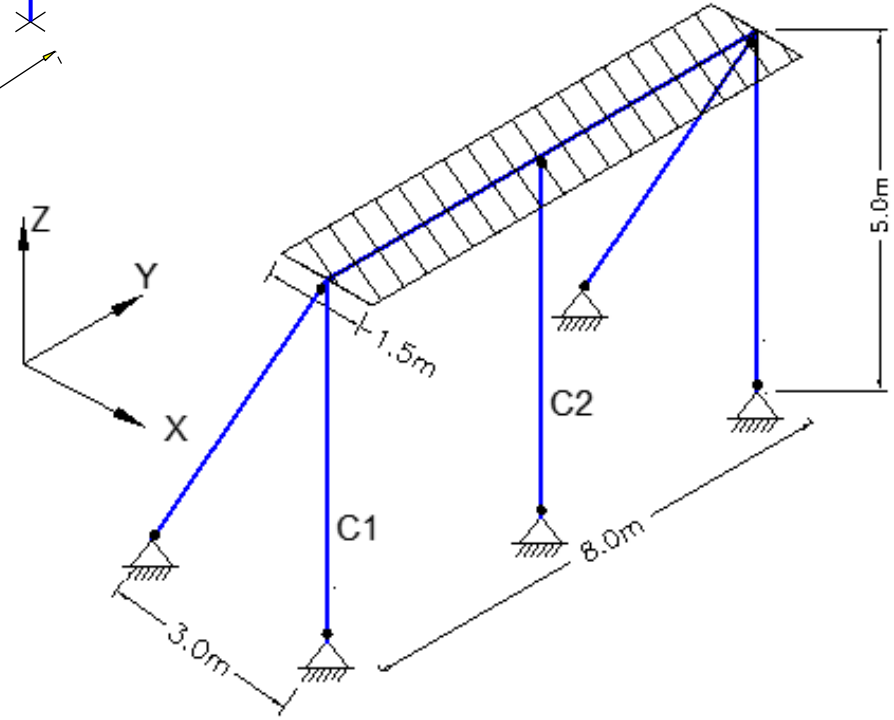
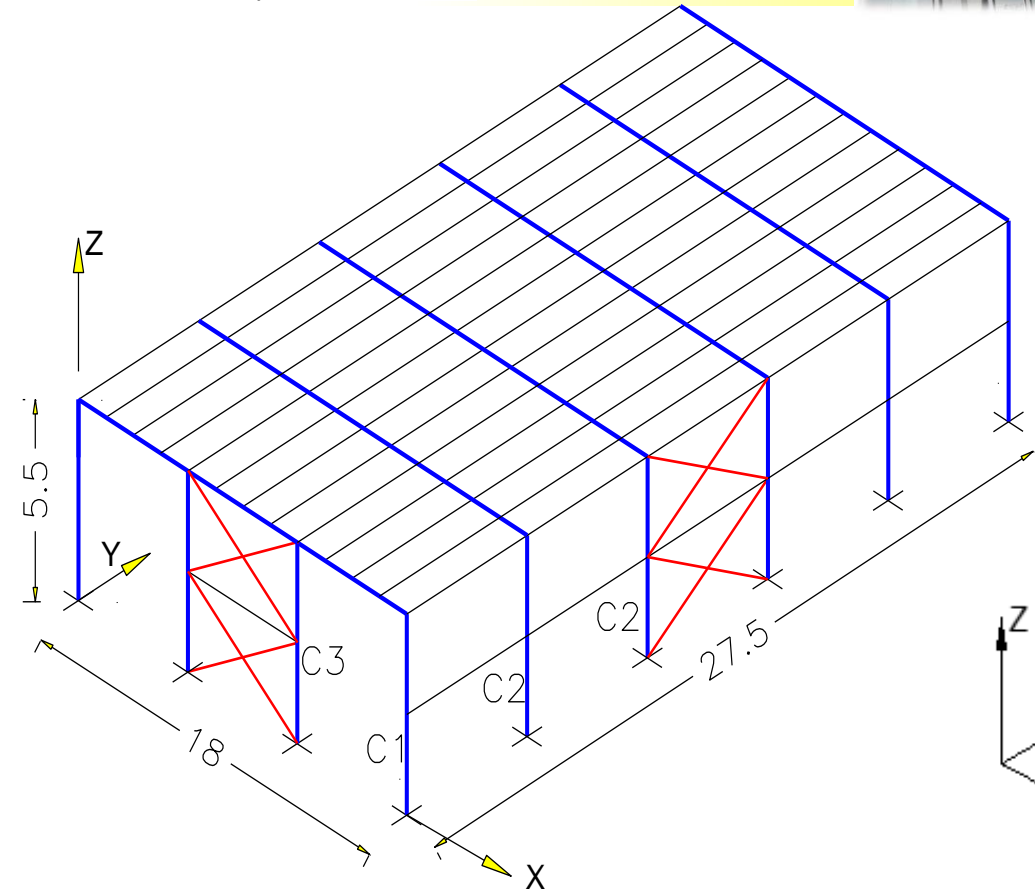
## CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

- Habilidad para resolver numéricamente problemas de diseño de estructuras de acero y de madera, y para utilizar correctamente las unidades correspondientes a cada variable.
- Capacidad para interpretar y analizar la validez de los resultados numéricos obtenidos, aplicando para ello juicio crítico.
- Capacidad para interpretar y aplicar la reglamentación CIRSOC (se permite la consulta del reglamento durante las evaluaciones).
- Actitudes para desempeñarse satisfactoriamente en el mundo del trabajo (ejercicio profesional de la ingeniería). Esto incluye análisis de alternativas, evaluación comparativa de ventajas y desventajas para adoptar soluciones y capacidad de expresión oral y escrita, (uso de lenguaje técnico adecuado, correcta redacción, gráficos y esquemas explicativos, etc.)

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## Ejemplos de evaluación final



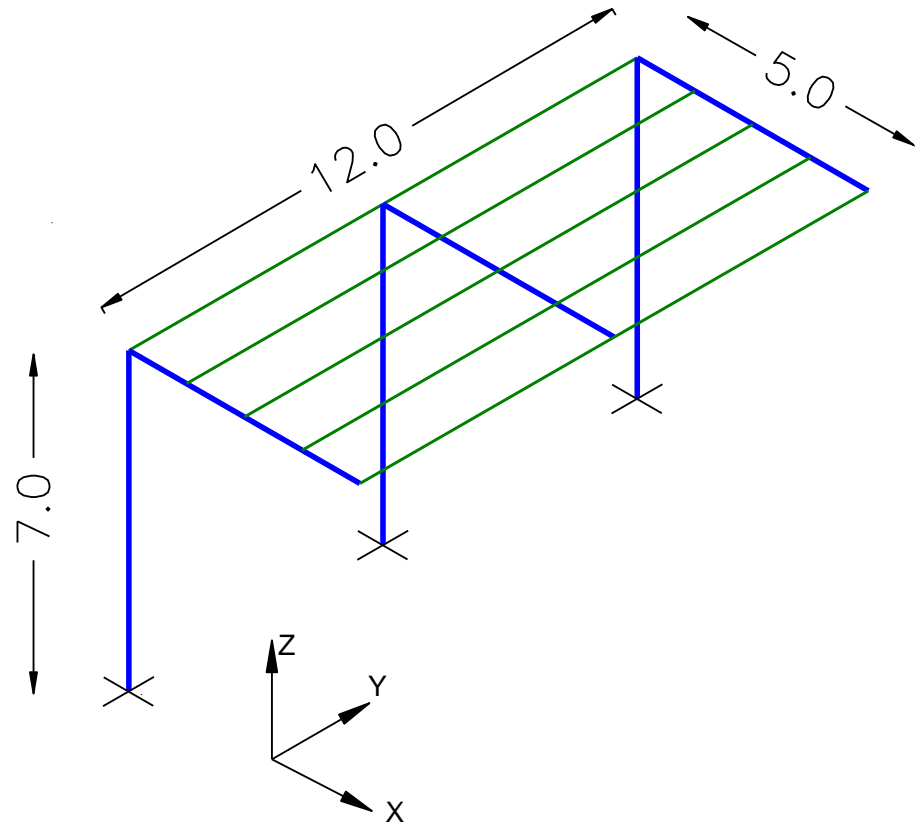


# Construcciones Metálicas y de Madera I



**Ejemplo:** Calcular las solicitaciones para diseñar la viga y la columna del cobertizo de la figura.

Cargas sobre cubierta:  
Peso propio D:  $0.4 \text{ kN/m}^2$   
Viento W:  $-1.1 \text{ kN/m}^2$



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## TRABAJOS PRÁCTICOS

TP1: Conceptos de análisis y estabilidad estructural

TP2: Organización estructural

TP3: Diseño y cálculo de una construcción de madera

**TP Integrador: Diseño estructural de una nave industrial**



# CRONOGRAMA

	Tema	6-mar	13-mar	20-mar	27-mar	3-abr	10-abr	17-abr	24-abr	1-may	8-may	15-may	22-may	29-may	5-jun	12-jun		
1.A	Acero estructural	C						Feriado		Feriado								
1.B	Aspectos constructivos. Uniones	C																
2.A	Criterios de diseño		C															
2.B	Tipo estructurales. Arriostram.	Q	Q															
2.C	Estabilidad Estructural	Q	Q-T	Q	C													
3.A	Acciones y sus combinaciones			T														
3.B	Determinación de acciones			T														
4	Barras traccionadas				B													
5.A	Uniones abulonadas					B	B						B					
5.B	Uniones soldadas						B											
6.A	Flexión simple					C	C				C							
6.B	Esfuerzo de corte										C							
7.A	Barras comprimidas. Pandeo													C	C			
7.B	Columnas armadas														C			
8.A	Solicitaciones combinadas															C		
8.B	Fuerzas concetradas																T	
9.A y B	Estructuras de madera. Generalid.												B					
9.C	Piezas madera a flexión											B						
9.D	Piezas madera a compres.												B	B				
10.A	Madera. Uniones													B				
10.B	Madera. Cálculo Uniones														B			
Ensayos y evaluaciones																		
	Ensayos (vigas, columnas)	Fecha a convenir en horario de mañana																
	Ev. Parcial No 1																	
	Ev. Parcial No 2: Ensayo modelo																	

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## PROGRAMA ANALÍTICO

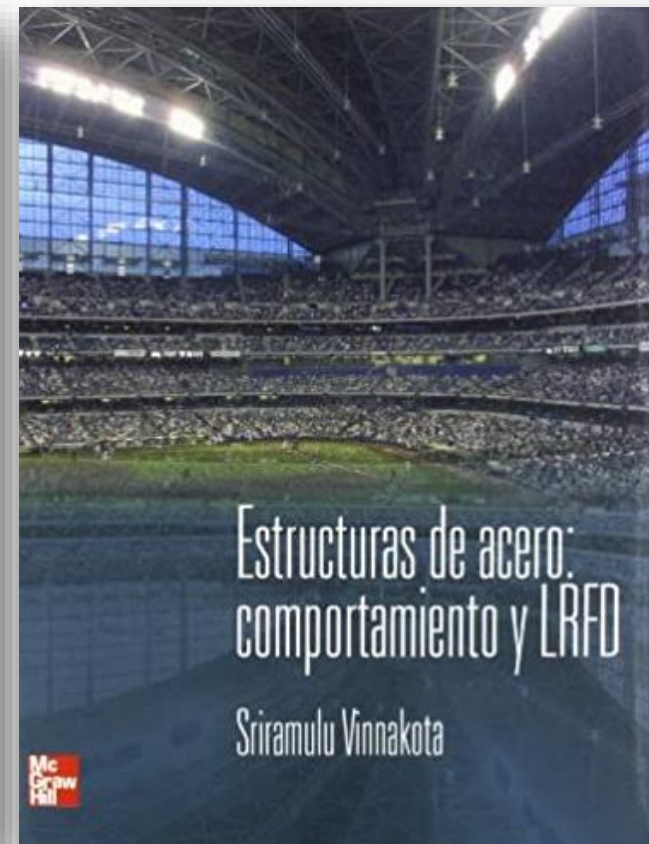
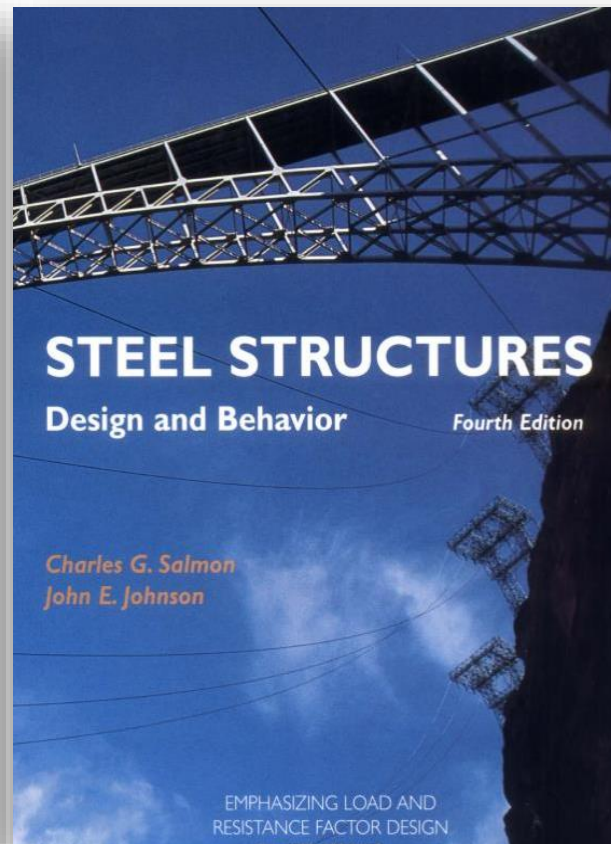
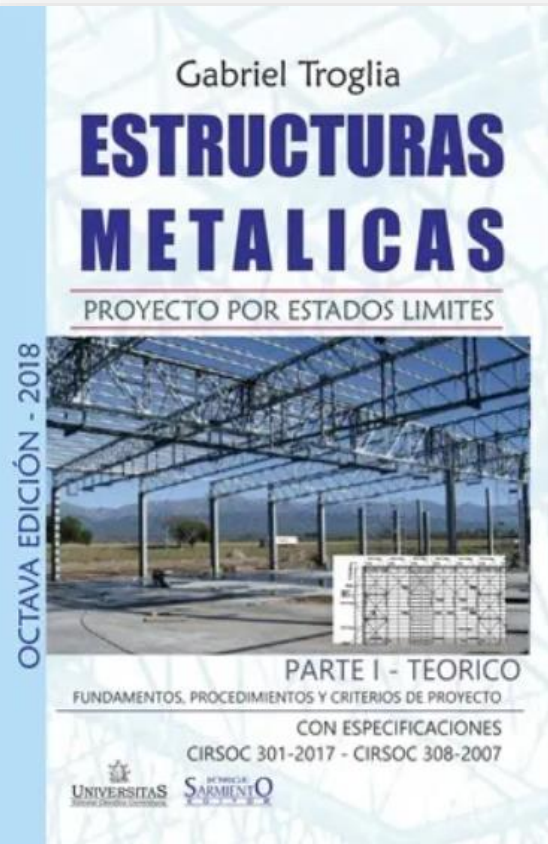
### Formulario P1



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## Bibliografía principal

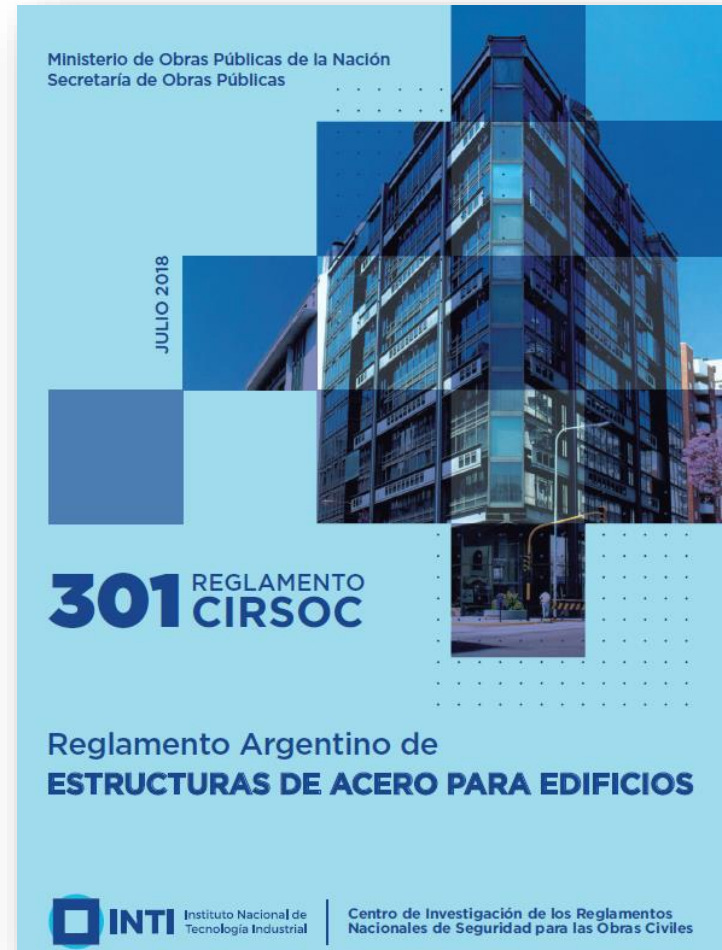




# Construcciones Metálicas y de Madera I



## Bibliografía principal



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## Bibliografía principal





# Construcciones Metálicas y de Madera I



UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD  
DE INGENIERÍA



## Bibliografía principal

Ministerio de Obras Públicas de la Nación  
Secretaría de Obras Públicas

JULIO 2002

### 101 REGLAMENTO CIRSOC

Reglamento Argentino de  
**CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS  
MÍNIMAS DE DISEÑO PARA EDIFICIOS Y  
OTRAS ESTRUCTURAS**



Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial

Centro de Investigación de los Reglamentos  
Nacionales de Seguridad para las Obras Cíviles

**Reglamento CIRSOC 102**  
Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

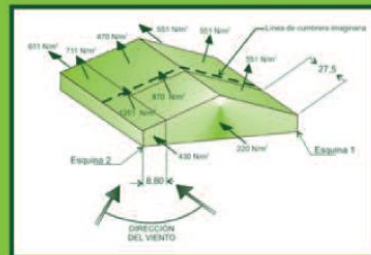
**INTI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial



**CIRSOC**

Centro de Investigación de los  
Reglamentos Nacionales de  
Seguridad para las Obras Cíviles



**REGLAMENTO ARGENTINO  
DE ACCIÓN DEL  
VIENTO SOBRE LAS  
CONSTRUCCIONES**

Julio 2005

En trámite de  
aprobación

**Reglamento CIRSOC 104**  
Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

**INTI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial



**CIRSOC**

Centro de Investigación de los  
Reglamentos Nacionales de  
Seguridad para las Obras Cíviles



**REGLAMENTO ARGENTINO  
DE ACCIÓN DE LA  
NIEVE Y DEL HIELO SOBRE LAS  
CONSTRUCCIONES**

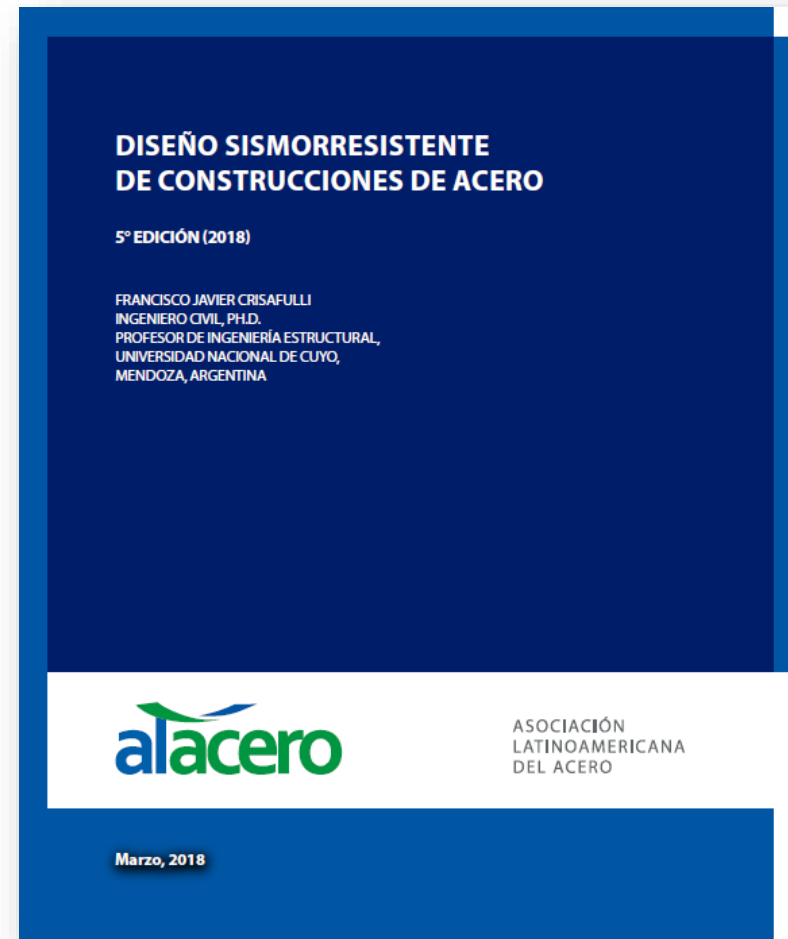
Julio 2005

En trámite de  
aprobación

# Construcciones Metálicas y de Madera I



## Bibliografía complementaria: estructuras sismorresistentes



# Construcciones Metálicas y de Madera I



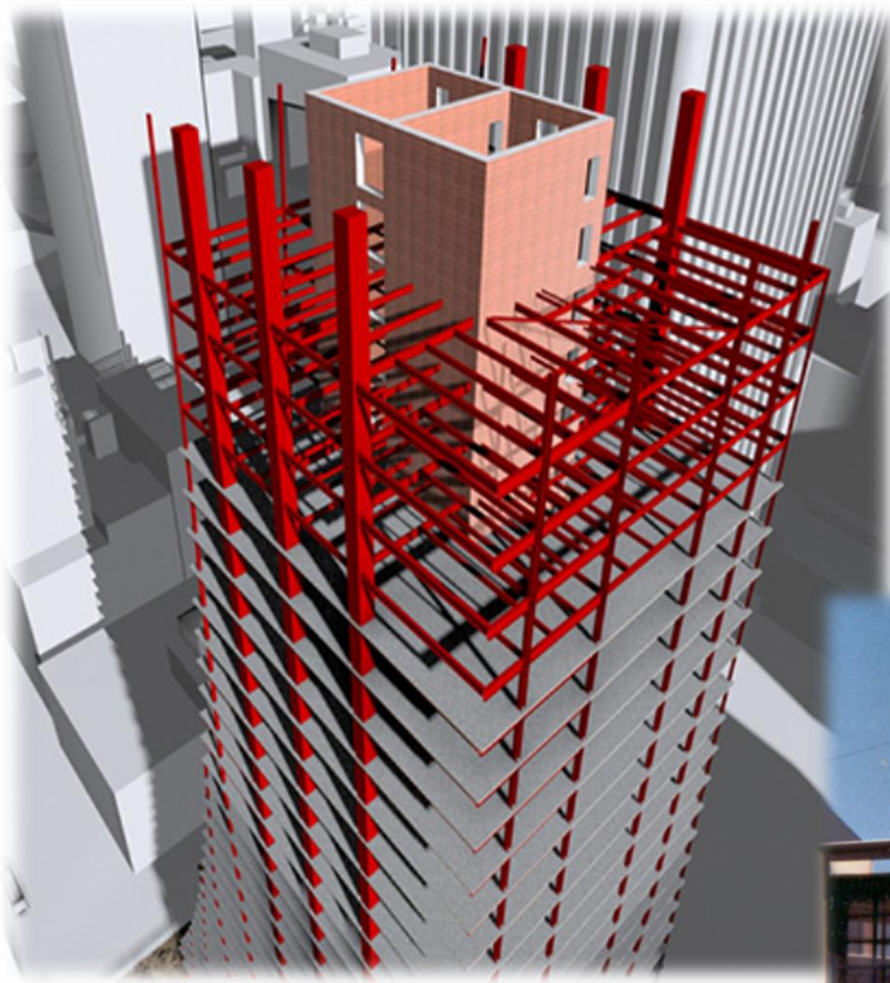
## Bibliografía principal

Guías de estudio preparada por los docentes de la asignatura y disponibles en Aula Abierta:

- Diseño LRFD
- Organización estructural
- Tracción
- Clasificación de secciones
- Compresión
- Flexión
- Solicitaciones combinadas
- Cargas concentradas
- Medios de unión
- Soldadura
- Diseño de uniones
- Estructuras de madera



# Materiales estructurales



# Construcciones Metálicas y de Madera I



## **MATERIALES ESTRUCTURALES** (más usuales)

- Acero estructural
- Madera
- Hormigón estructural
- Aluminio
- Mampostería
- Polímeros reforzados con fibras (PRF)
- Suelos y rocas



El acero como  
material estructural

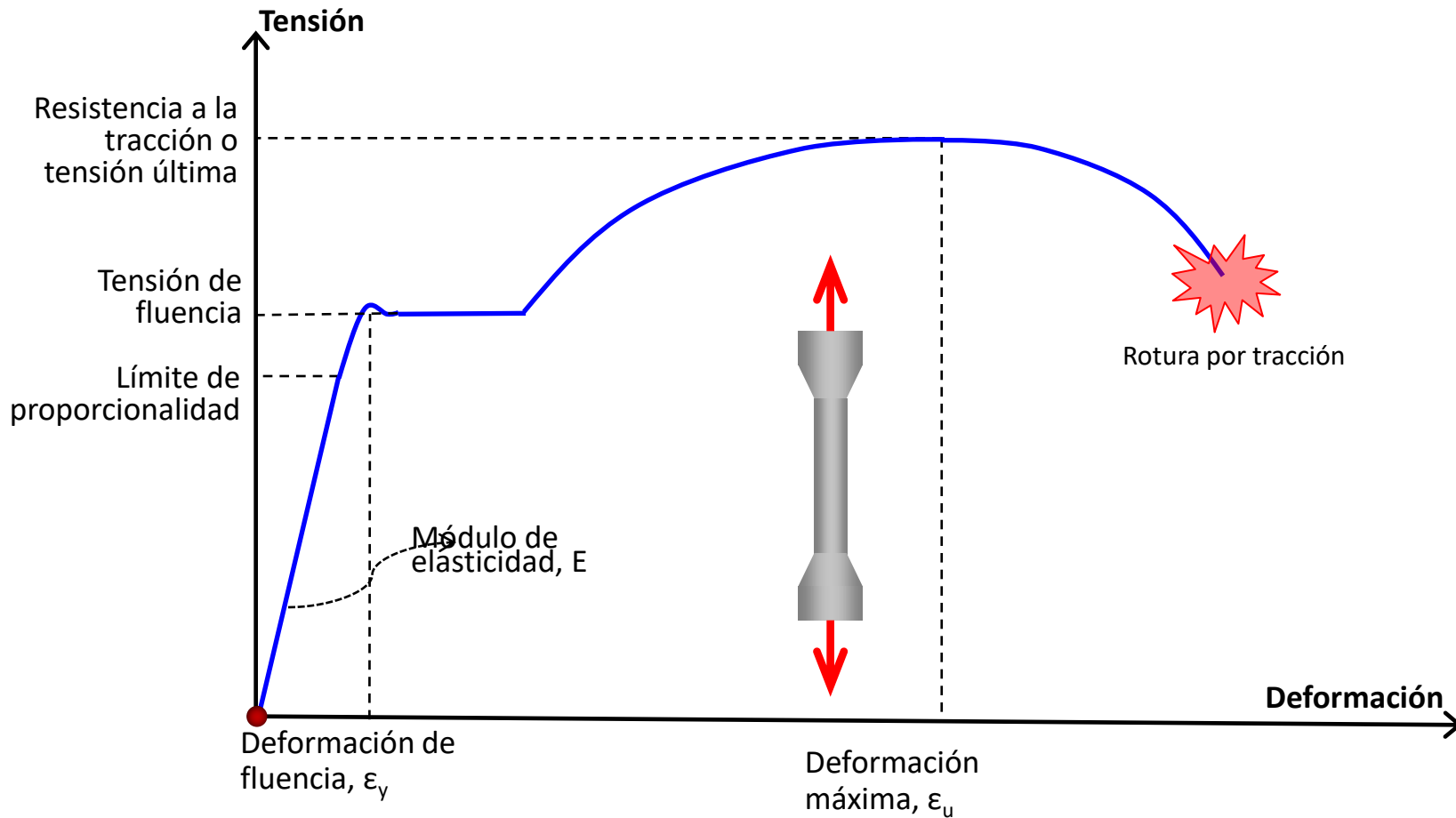


### Definición

El acero está compuesto principalmente por hierro, al cual se incorpora además una reducida cantidad de carbono (usualmente entre 0.2 y 2.0%) y de otros elementos (tales como manganeso, cromo, vanadio, tungsteno, etc.) para conferirle propiedades especiales.

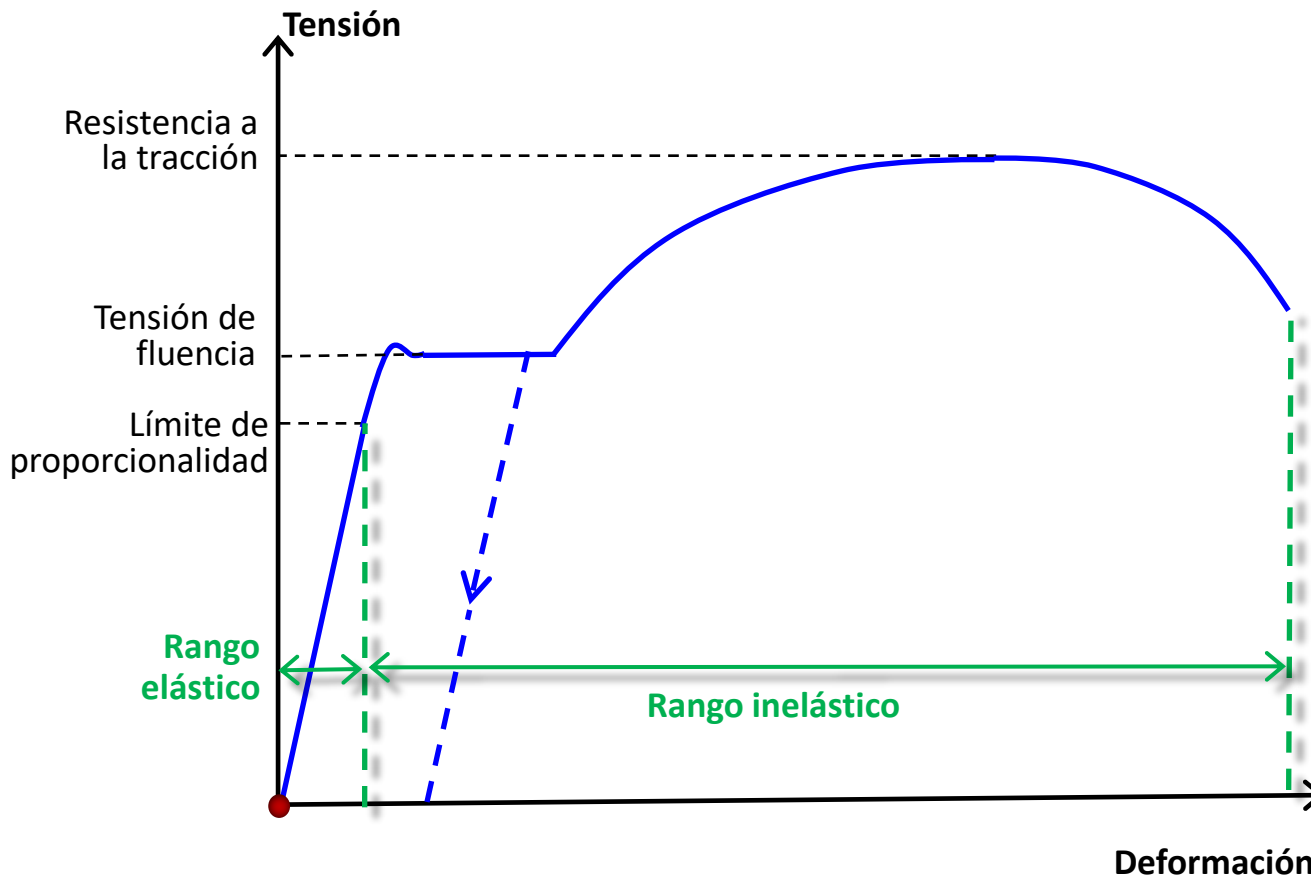


## Propiedades del acero





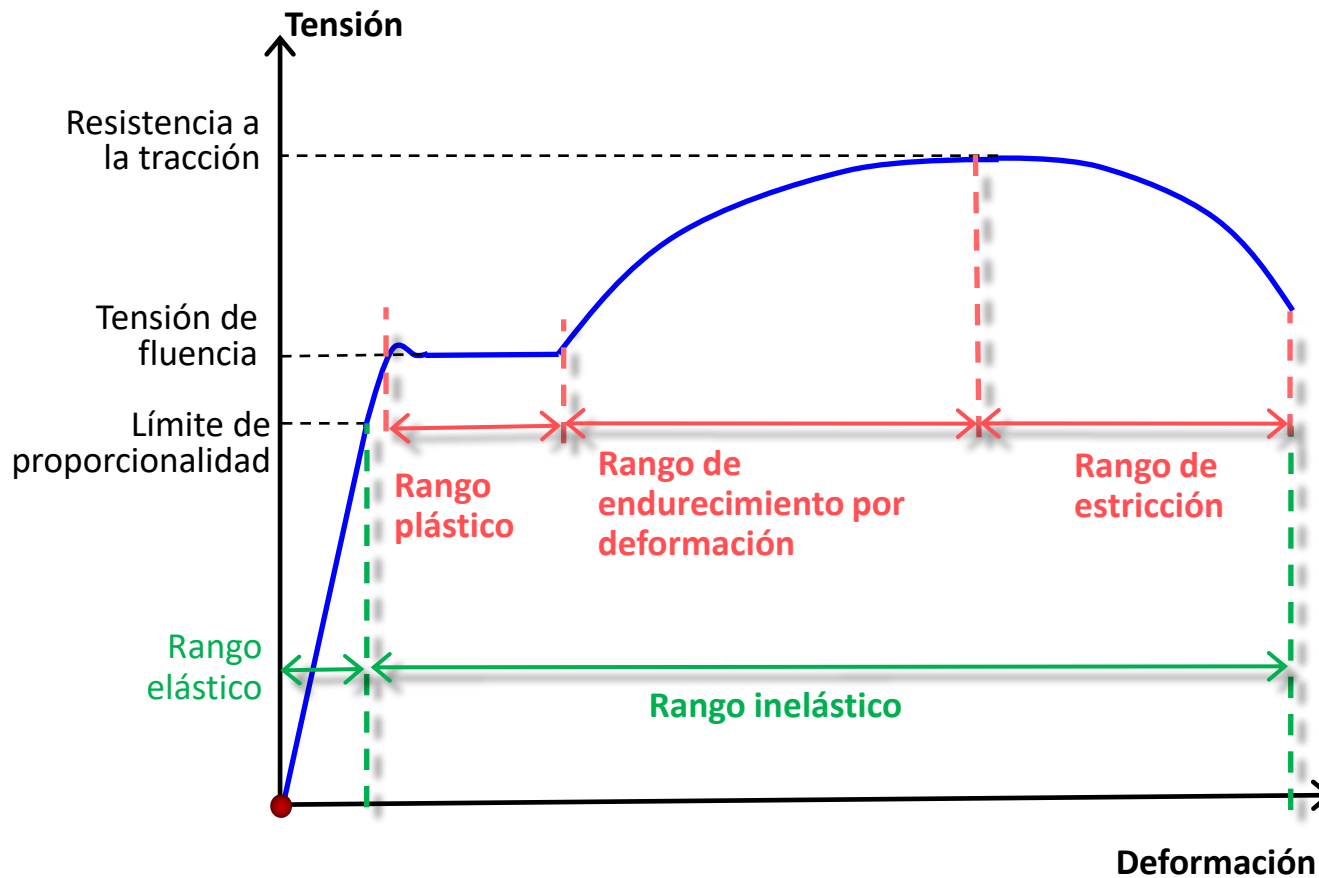
## Propiedades del acero



**Rango elástico:** en el cual la tensión es directamente proporcional a la deformación y además el material no presenta deformaciones permanentes si se realizan ciclos de carga y descarga.

**Rango inelástico:** el material si presenta deformaciones permanentes si se realizan ciclos de carga y descarga (línea de trazo azul en el gráfico).

## Propiedades del acero



**Rango plástico:** el material fluye (se deforma) a tensión constante.

**Rango de endurecimiento por deformación:** el material se deforma pero muestra un aumento de la resistencia.

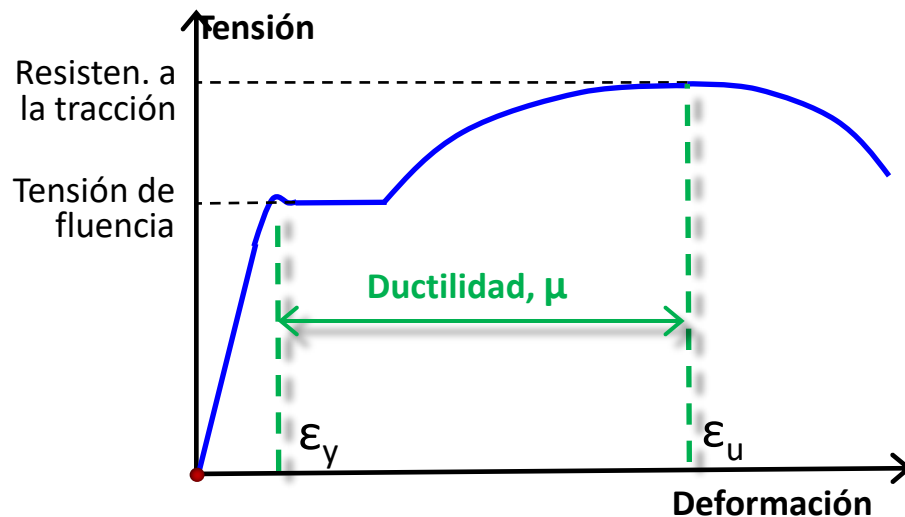
**Rango de estricción:** el material continúa elongándose, pero la sección transversal se reduce en la zona donde finalmente se producirá la rotura por tracción.

## Propiedades del acero

**Deformación de fluencia,  $\epsilon_y$ :** la deformación a la cual se inicia la fluencia.

**Deformación máxima,  $\epsilon_u$ :** la deformación correspondiente a la máxima tensión o resistencia de tracción. Es importante que desde el punto de vista estructural no se considera la rama descendente previa a la rotura. En los aceros al carbono esta deformación es del orden del 0.20 (o 20%).

**Ductilidad:** es la capacidad del material de deformarse en rango inelástico y se define como la relación entre la deformación máxima y la de fluencia :  $\mu = \epsilon_u / \epsilon_y$ .



Esta propiedad es muy importante para construcciones sismorresistentes de acero, dado que en estos casos los códigos de diseño usualmente admiten que la estructura se deforme en rango inelástico (este aspecto se verá nuevamente en el módulo de Cargas aplicadas sobre estructuras).

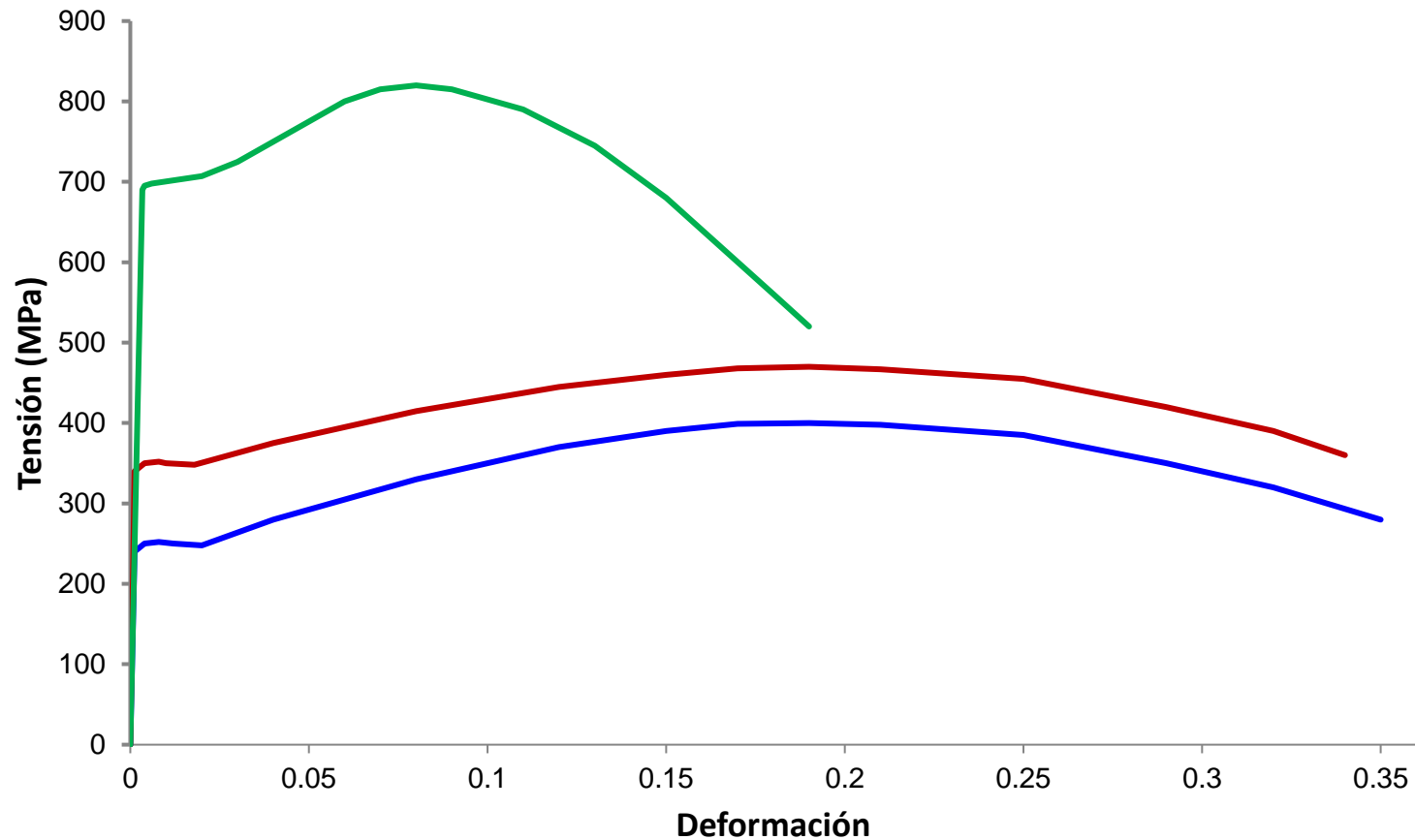
### Aceros al carbono

Estos aceros se caracterizan por tener carbono y manganeso como los principales elementos que se agregan al hierro. En la medida que se incrementa el porcentaje de carbono se aumenta la resistencia y la dureza, pero disminuye la ductilidad y la soldabilidad del acero. La tensión de fluencia de estos aceros usualmente varía entre 220 y 350 MPa.

Los aceros al carbono puede subdividirse en cuatro grupos:

- **Aceros con bajo carbono:** contienen menos del 0.15 % de carbono.
- **Aceros dulces:** 0.15 a 0.29% de carbono. La mayoría de los aceros al carbono de uso estructural caen en esta categoría.
- **Aceros con contenido medio de carbono:** 0.30 a 0.59 % de carbono.
- **Aceros con contenido alto de carbono:** 0.60 a 1.70 % de carbono

## Curvas tensión-deformación típicas





### Aceros de uso estructural. Según normas IRAM-IAS U500-042 Laminados en caliente

Acero F-22

Acero F-24 –  $F_y = 240 \text{ Mpa}$  y  $F_u = 345 \text{ MPa}$

Acero F-26

Acero F-30

Acero F-36 –  $F_y = 360 \text{ Mpa}$  y  $F_u = 520 \text{ MPa}$

En Argentina se encuentran disponibles comercialmente perfiles W con acero ASTM A 572 Grado 50 (similar al F-36).  $F_y = 345 \text{ MPa}$ ,  $F_u = 450 \text{ MPa}$

### Aceros estructurales

#### Otras propiedades según CIRSOC 301 (para todos los aceros)

Módulo de elasticidad longitudinal,  $E = 200,000 \text{ MPa}$

Módulo de elasticidad transversal,  $G = 77,200 \text{ MPa}$

Coeficiente de Poisson (elástico),  $\mu = 0,30$

Peso específico,  $\gamma = 77,3 \text{ kN/m}^3$

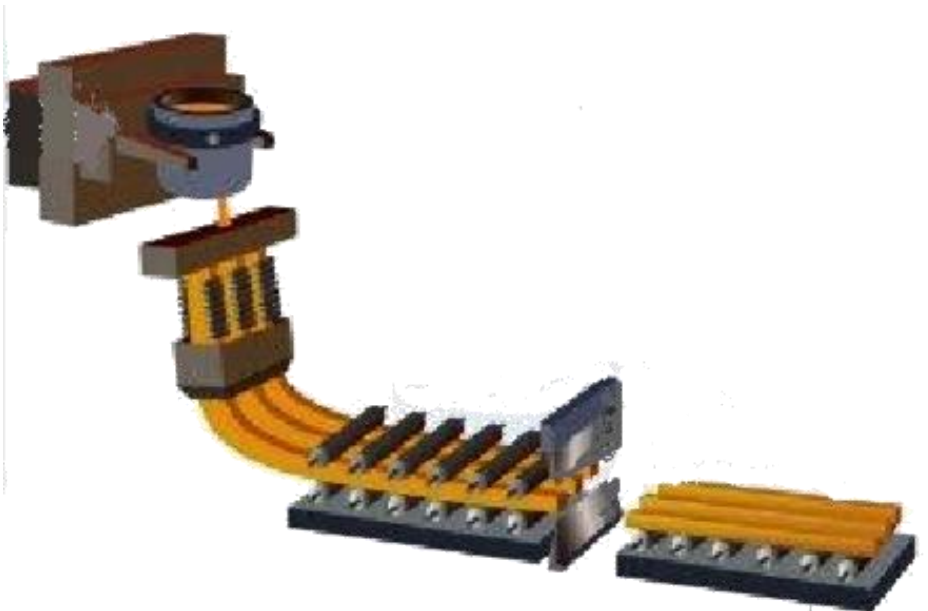
## PRODUCTOS DE ACERO

El acero es un material con múltiples aplicaciones estructurales. En esta clase describiremos su uso en productos como: chapas de acero, perfiles laminados, tubos estructurales, perfiles conformados en frío, perfiles soldados, barras, cables, bulones y soldadura.

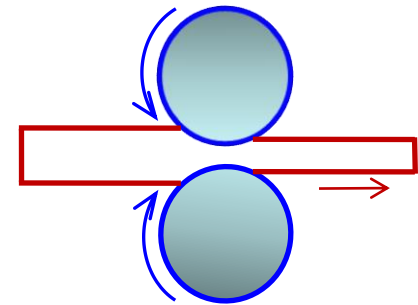


## Descripción general

Las chapas de acero se fabrican mediante el proceso de laminación. Las chapas de acero se fabrican dentro de una amplia variedad de espesores, usualmente expresados en pulgada por una cuestión de tradición (aún en los países donde se usa el sistema internacional).



Esquema del proceso de laminación continua



Detalle del material pasando entre los rodillos de laminación



Chapas gruesas			Chapas finas			Chapas finas		
Espesor		Peso	Calibre B.W.G.			Calibre B.G.		
[plg.]	[mm]	[N/m <sup>2</sup> ]	(Birmingham Wire Gauge)			(Birmingham Gauge)		
Espesor		Peso	Espesor		Peso	Espesor		Peso
			nº	[mm]	[N/m <sup>2</sup> ]	nº	[mm]	[N/m <sup>2</sup> ]
1/8	3.18	245.4	10	3.40	262.8	10	3.10	239.6
3/16	4.76	368.1	11	3.05	235.8	11	2.76	213.3
1/4	6.35	490.9	12	2.76	213.3	12	2.45	189.4
5/16	7.94	613.6	13	2.41	186.3	13	2.19	169.3
3/8	9.53	736.3	14	2.10	162.3	14	1.94	150.0
7/16	11.10	858.0	15	1.83	141.5	15	1.73	133.7
1/2	12.70	981.7	16	1.65	127.5	16	1.55	119.8
9/16	14.30	1105.4	17	1.47	113.6	17	1.38	106.7
5/8	15.90	1229.1	18	1.24	95.9	18	1.23	95.1
11/16	17.50	1352.8	19	1.07	82.7	19	1.09	84.3
3/4	19.10	1476.4	20	0.89	68.8	20	0.97	75.0
13/16	20.60	1592.4	21	0.81	62.6	21	0.86	66.5
7/8	22.20	1716.1	22	0.71	54.9	22	0.77	59.5
15/16	23.80	1839.7	23	0.63	48.7	23	0.69	53.3
1	25.40	1963.4	24	0.56	43.3	24	0.61	47.2
1 1/4	31.70	2450.4	25	0.51	39.4	25	0.54	41.7
1 1/2	38.10	2945.1	26	0.46	35.6	26	0.48	37.1
1 3/4	44.40	3432.1	28	0.36	27.8	28	0.38	29.4
2	50.80	3926.8	30	0.30	23.2	30	0.30	23.2
2 1/2	63.50	4908.6						
3	76.30	5898.0						

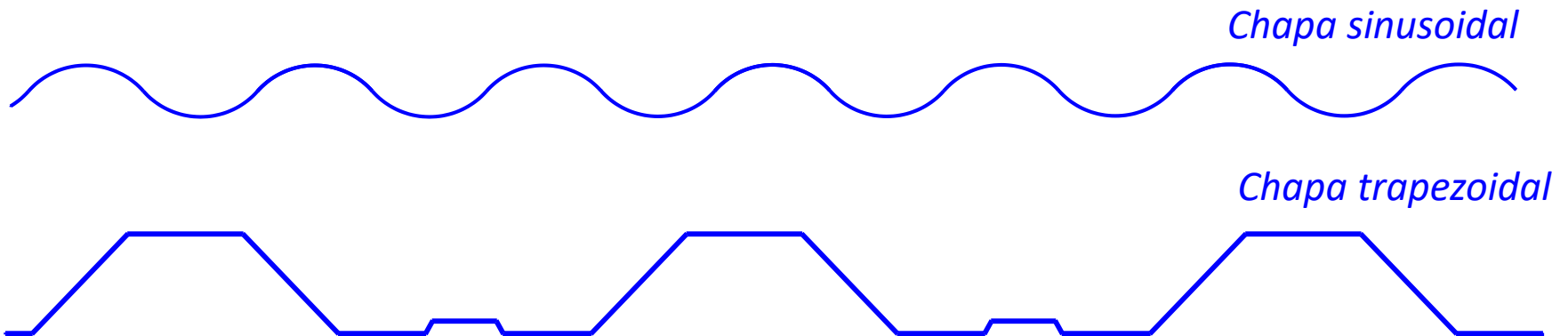
## Chapas para cubiertas y cerramientos

Las chapas se fabrican con distintos materiales:

- Chapas de acero galvanizado o prepintado
- Aleaciones (Cincaalum)
- Plásticas

Espesores: se indican en mm o según calibre BWG. Espesores usuales No 22 (0.7mm), No 24 (0.55 mm) o No 25 (0.5mm).

Formas usuales:

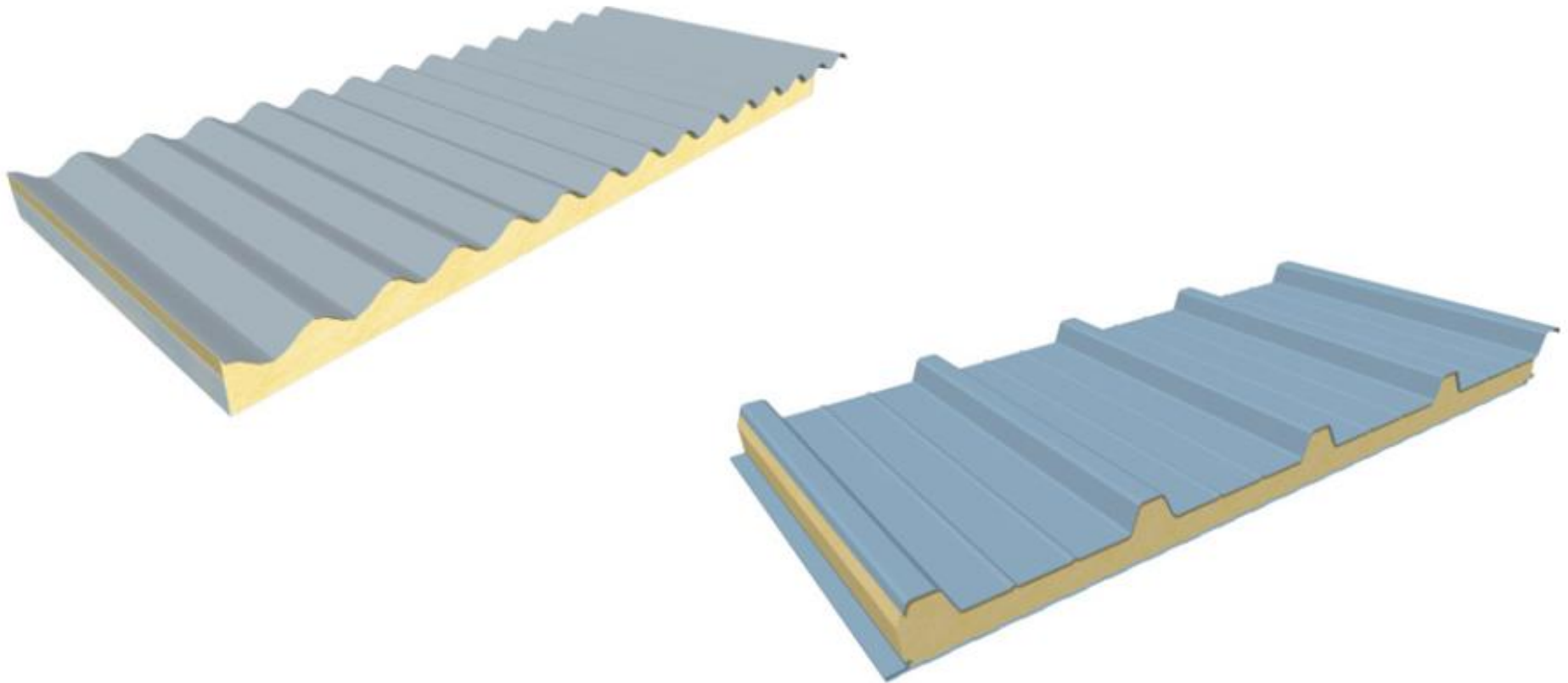


## Chapas para cubiertas y cerramientos



## Chapas para cubiertas y cerramientos

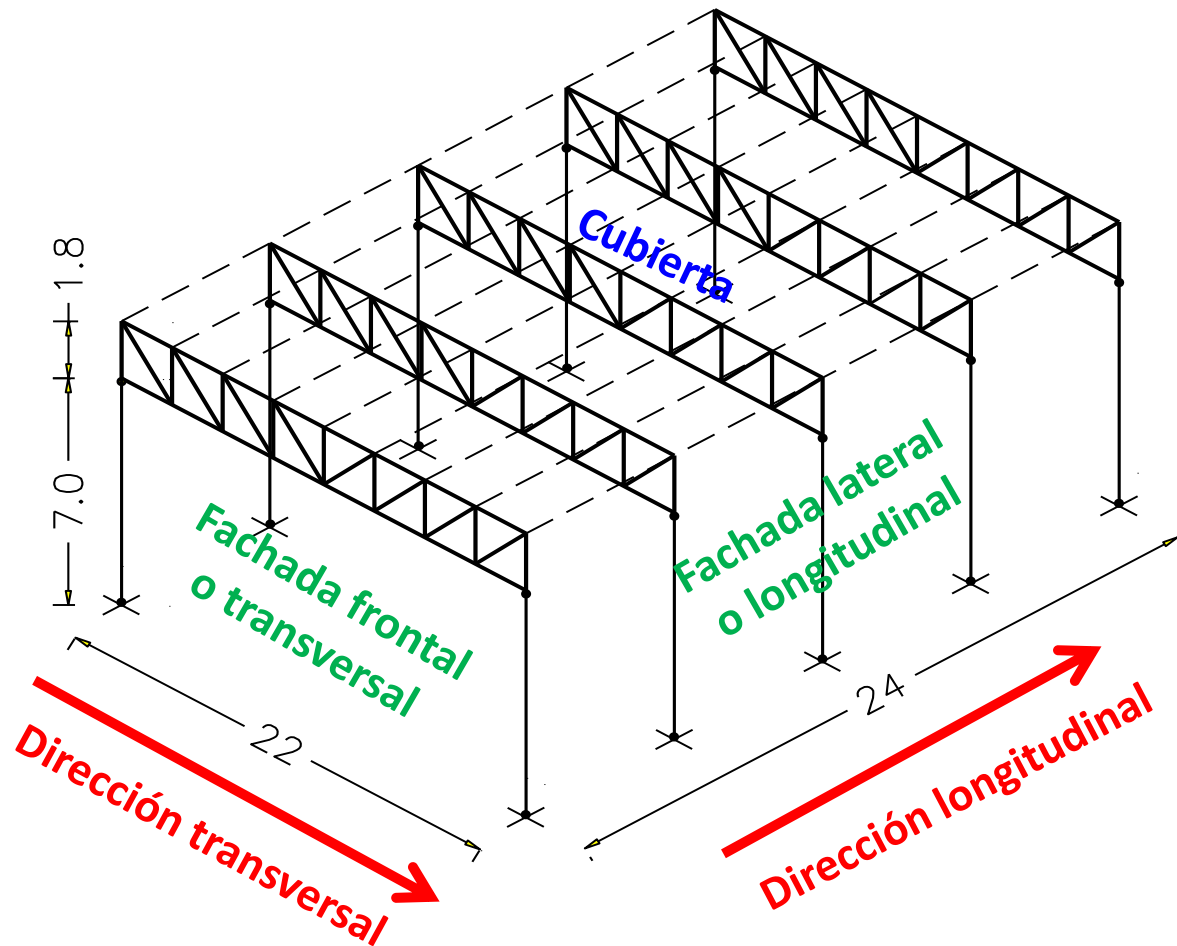
Paneles de chapa con núcleo de poliuretano





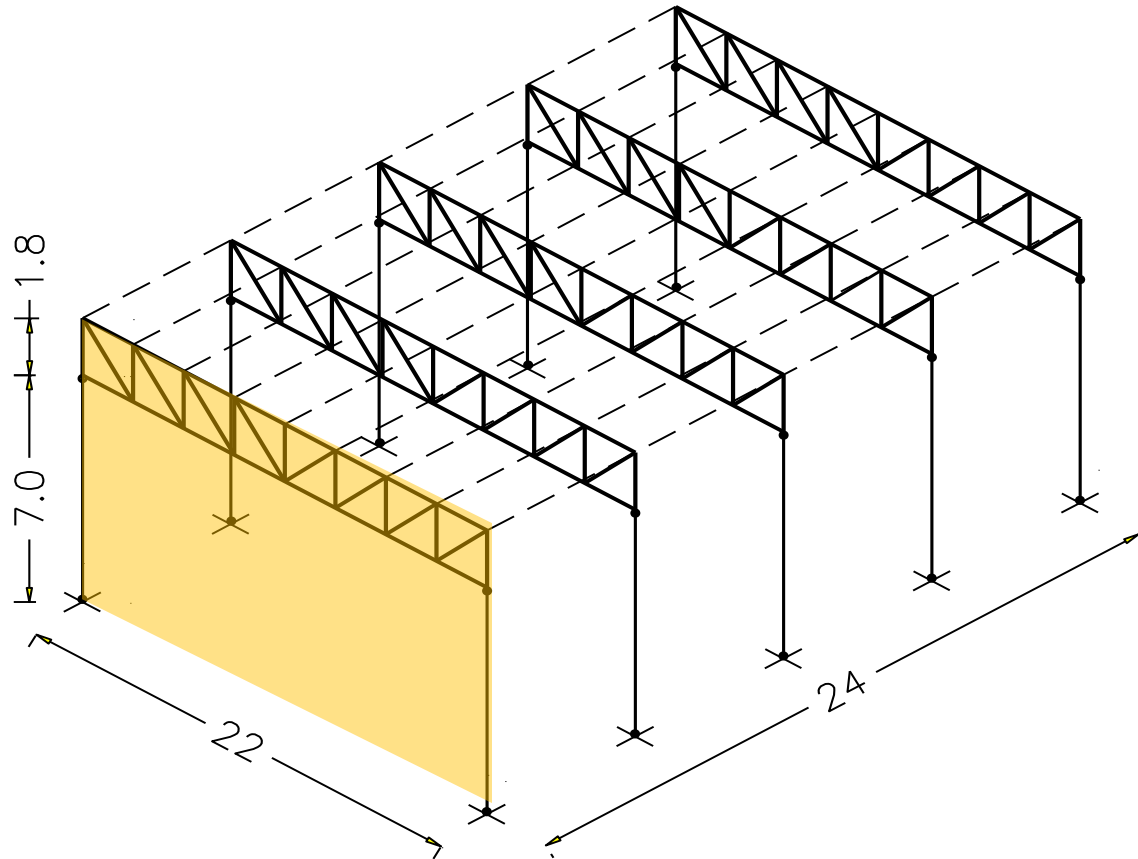
## Chapas para cubiertas y cerramientos.

Ejercicio: organizar estructuralmente el cerramiento de chapa de la fachada frontal. Plantear varias alternativas.



## Chapas para cubiertas y cerramientos.

Ejercicio: organizar estructuralmente el cerramiento de chapa de la fachada frontal. Plantear varias alternativas.



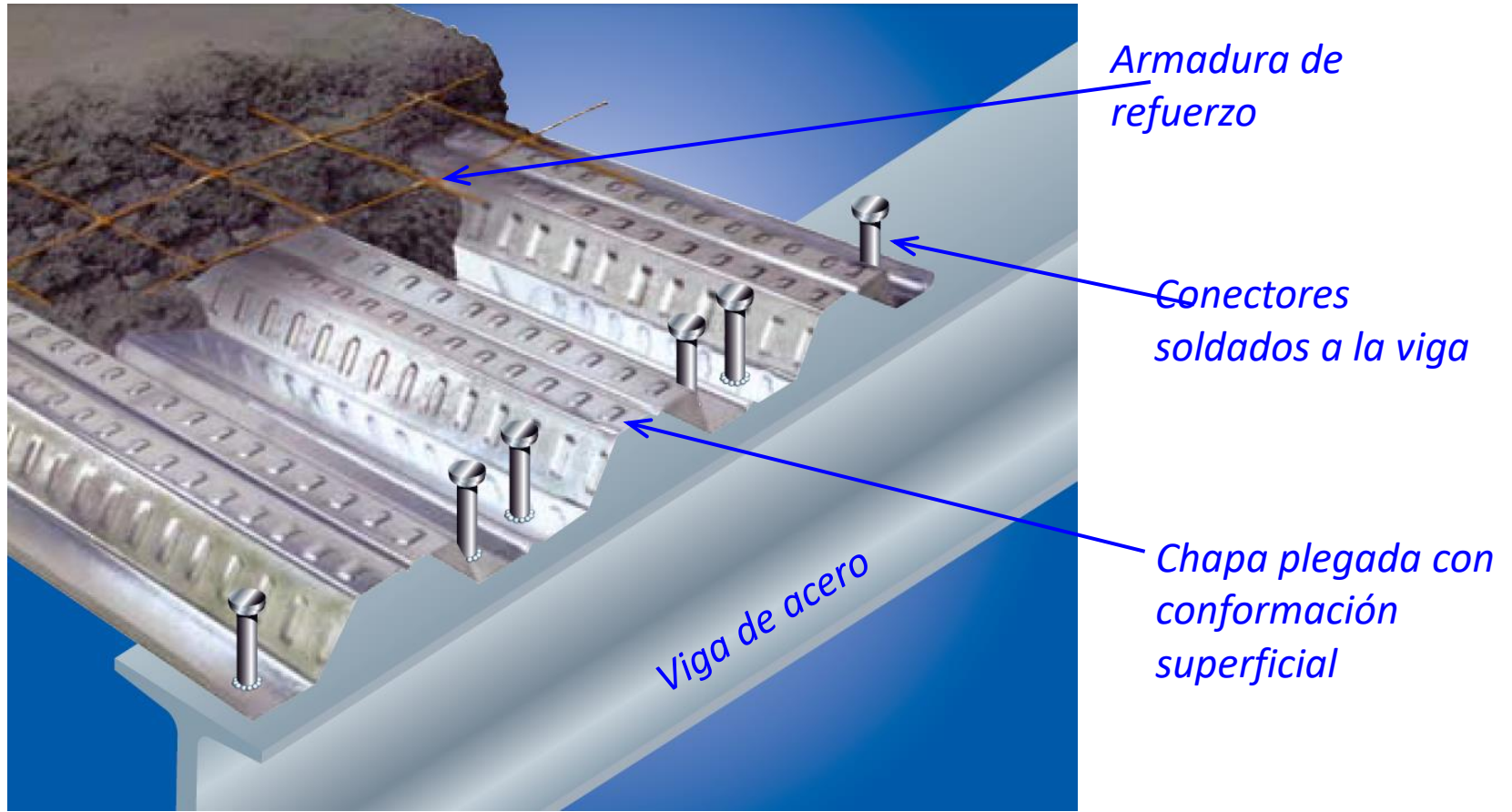
## Losas mixtas con chapa colaborante

El sistema de losas mixtas con chapa colaborante es usado para la construcción eficiente de pisos, combinando adecuadamente el acero y el hormigón. Para ello se utiliza una chapa galvanizada y plegada (con espesores usuales entre 0.8 y 1.2 mm) que cumple una doble función: (i) servir de encofrado perdido, al momento del hormigonado, y (ii) resistir los esfuerzos inducidos en el piso en forma conjunta con el hormigón (una vez que éste ha fraguado). El trabajo conjunto entre ambos materiales se logra por que la chapa cuenta con superficie rugosa.

Este sistema permite agilizar el proceso constructivo y es ampliamente usado en mucho países.



## Losas mixtas con chapa colaborante



<http://www.alcor.com.ar/>



## Tabla de perfiles laminados y tubos estructurales

IRAM-IAS U 500-511 – Perfil doble T de acero – **IPN**  
IRAM-IAS U 500-215-2 – Perfil doble T de acero – **IPB**  
IRAM-IAS U 500-215-3 – Perfil doble T de acero – **IPBI**  
IRAM-IAS U 500-215-4 – Perfil doble T de acero – **IPBv**  
IRAM-IAS U 500-215-5 – Perfil doble T de acero – **IPE**  
IRAM-IAS U 500-215-6 – Perfil doble T de acero – **W**  
IRAM-IAS U 500-215-7 – Perfil doble T de acero – **HP**  
IRAM-IAS U 500-215-8 – Perfil doble T de acero – **M**  
IRAM-IAS U 500-509-2 – Perfil U de acero – **UPN**  
IRAM-IAS U 500-509-4 – Perfil U de acero – **C**  
IRAM-IAS U 500-509-4 – Perfil U de acero – **MC**  
IRAM-IAS U 500-558 – Perfil ángulo de acero de alas iguales.  
IRAM-IAS U 500-561 – Perfil T de acero.  
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Circular.  
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Cuadrada.  
IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 – Tubos de acero – Sección Rectangular.



### ***TABLAS***

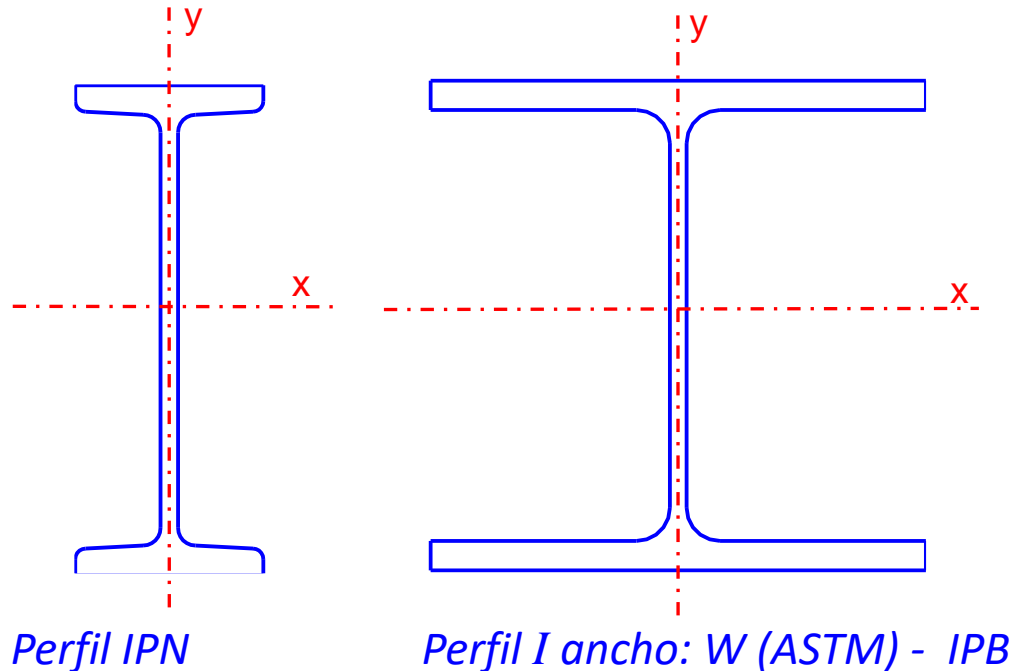
### ***PERFILES LAMINADOS Y TUBOS ESTRUCTURALES***

***PARA APLICACIÓN DE LOS REGLAMENTOS  
CIRSOC 301/2005 Y CIRSOC 302/2005***

Septiembre 2005

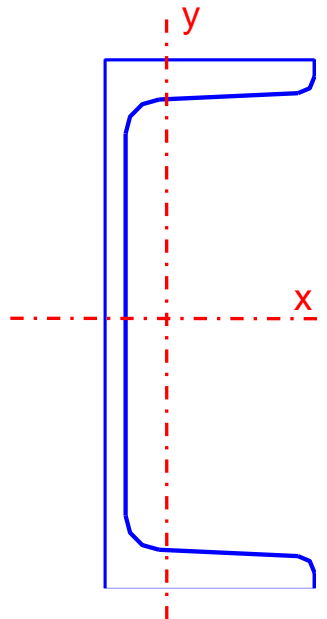
## Perfiles I (o doble T)

Estos perfiles cuentan con dos “alas” paralelas, conectadas entre si por un “alma” ubicada en el centro. De esta forma se consigue una sección que presenta buenas características, en términos de rigidez y resistencia, para miembros sometidos a flexión. Observamos que los perfiles I presentan dos ejes de simetría



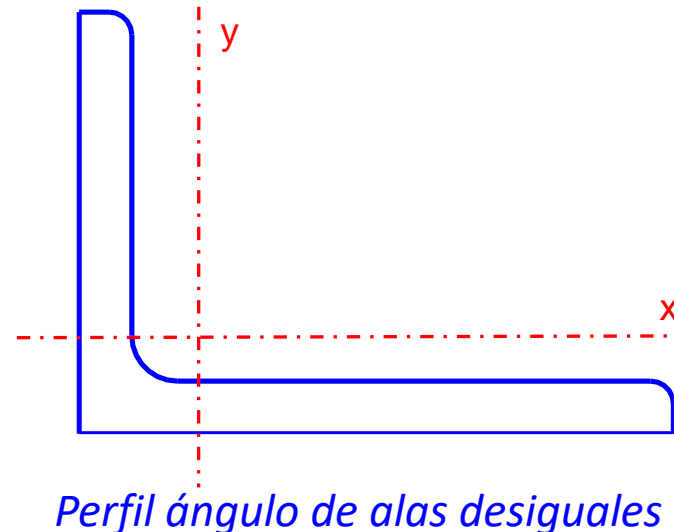
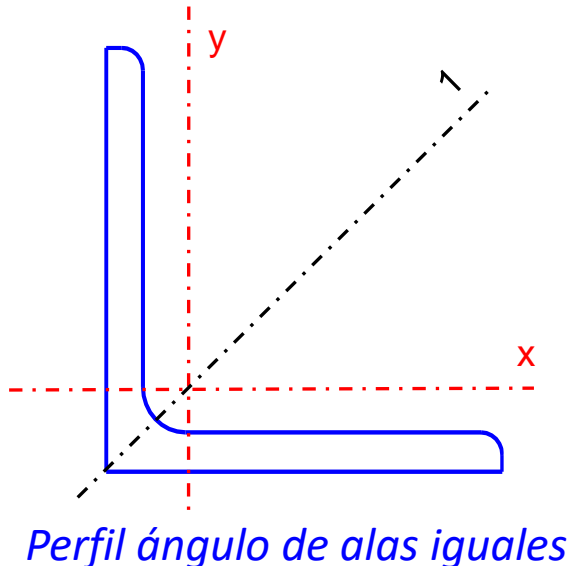
## Perfiles canal, UPN o C

Estos perfiles cuentan con dos “alas” paralelas, conectadas entre si por un “alma” . Al igual que en el caso de los perfiles I, se consigue una sección que presenta buenas características, en términos de rigidez y resistencia, para miembros sometidos a flexión. Observamos que los perfiles canal presentan un solo eje de simetría (el eje x).



## Perfiles ángulo o L

Estos perfiles se caracterizan por tener dos elementos planos vinculados entre si en forma perpendicular, y se utilizan principalmente como miembros en vigas reticuladas o bien en secciones armadas. Observamos que estos perfiles presenta un solo eje de simetría (el eje 1), para el caso del perfil de alas iguales, o bien no tiene eje de simetría, en el caso del perfil de alas desiguales.





## Perfiles ángulo o L

### Columnas simples. Pandeo flexional. Perfiles L

La verificación a pandeo flexional de barras comprimidas formadas por **un perfil L** debe realizarse considerando que el pandeo puede producirse según el eje de menor inercia (y por lo tanto menor radio de giro) de la sección.

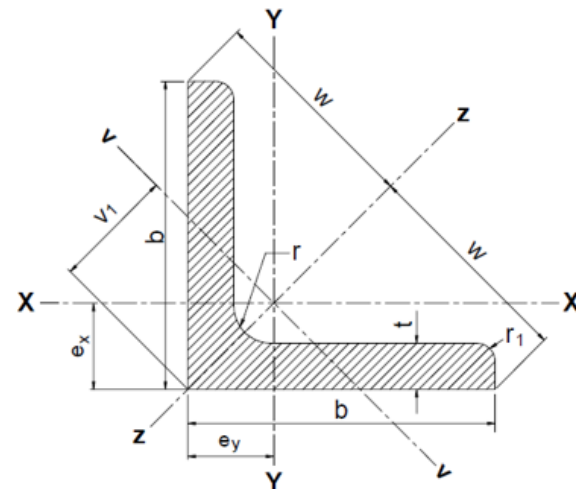
Las barras con un solo perfil L, en general, no se emplean para columnas, por ser poco eficientes. Sin embargo, suelen usarse para diagonales y montantes en estructuras reticuladas por que permiten construir los nudos en forma más simple.

Las tablas de perfiles de CIRSOC presentan el momento de inercia,  $I$ , el módulo resistente elástico,  $S$ , y el radio de giro respecto de los ejes **x** e **y** (paralelos a las caras del perfil) y respecto de los ejes principales **v** y **z**, siendo **v** el eje de menor inercia.

Ejemplo:

perfil L 89 x 89 x 6,4mm (L 3 1/2 x 3 1/2 x 1/4")

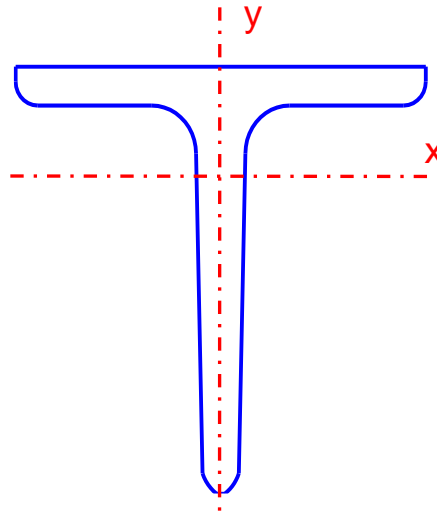
$r_x = r_y = 2.72$  cm,  $r_v = 1.69$  cm,  $r_z = 3.46$  cm



## Perfiles T

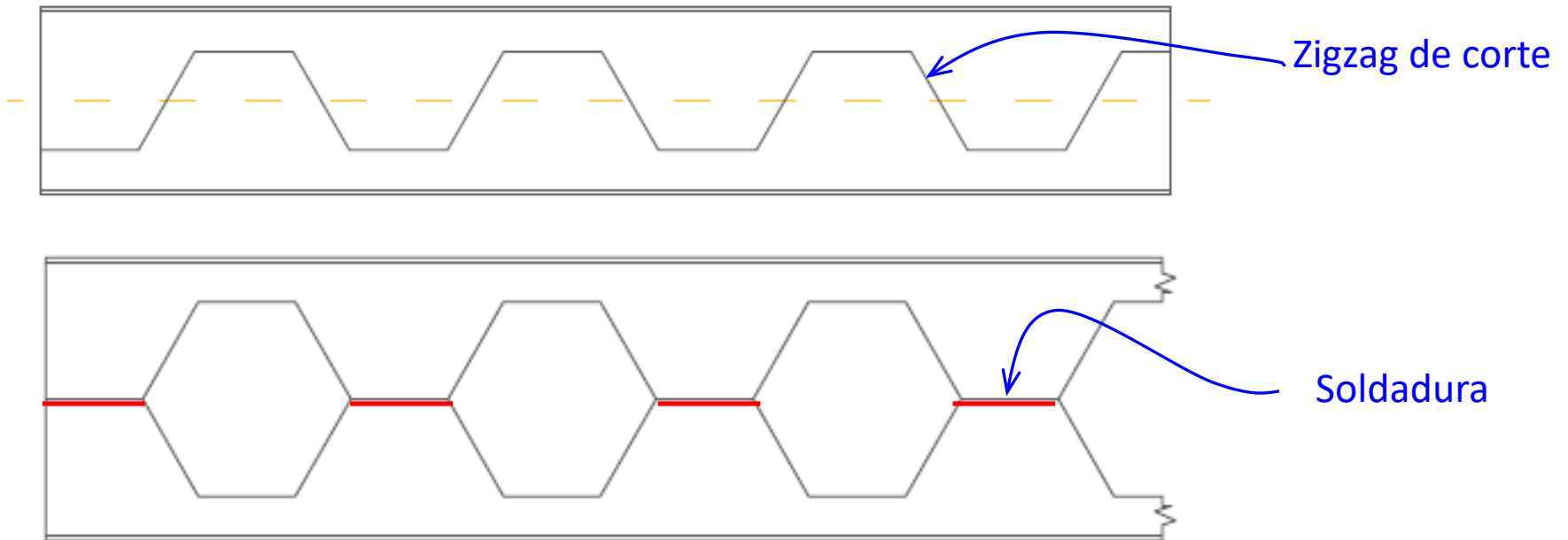
Estos perfiles se caracterizan por tener dos elementos planos vinculados entre si en forma perpendicular, y se utilizan en aplicaciones similares a las de los perfiles ángulos. Observamos que estos perfiles presenta un solo eje de simetría (eje vertical).

Los perfiles T se obtiene directamente por laminación o bien se producen a partir de cortar por la mitad, a lo largo del alma, un perfil laminado I.

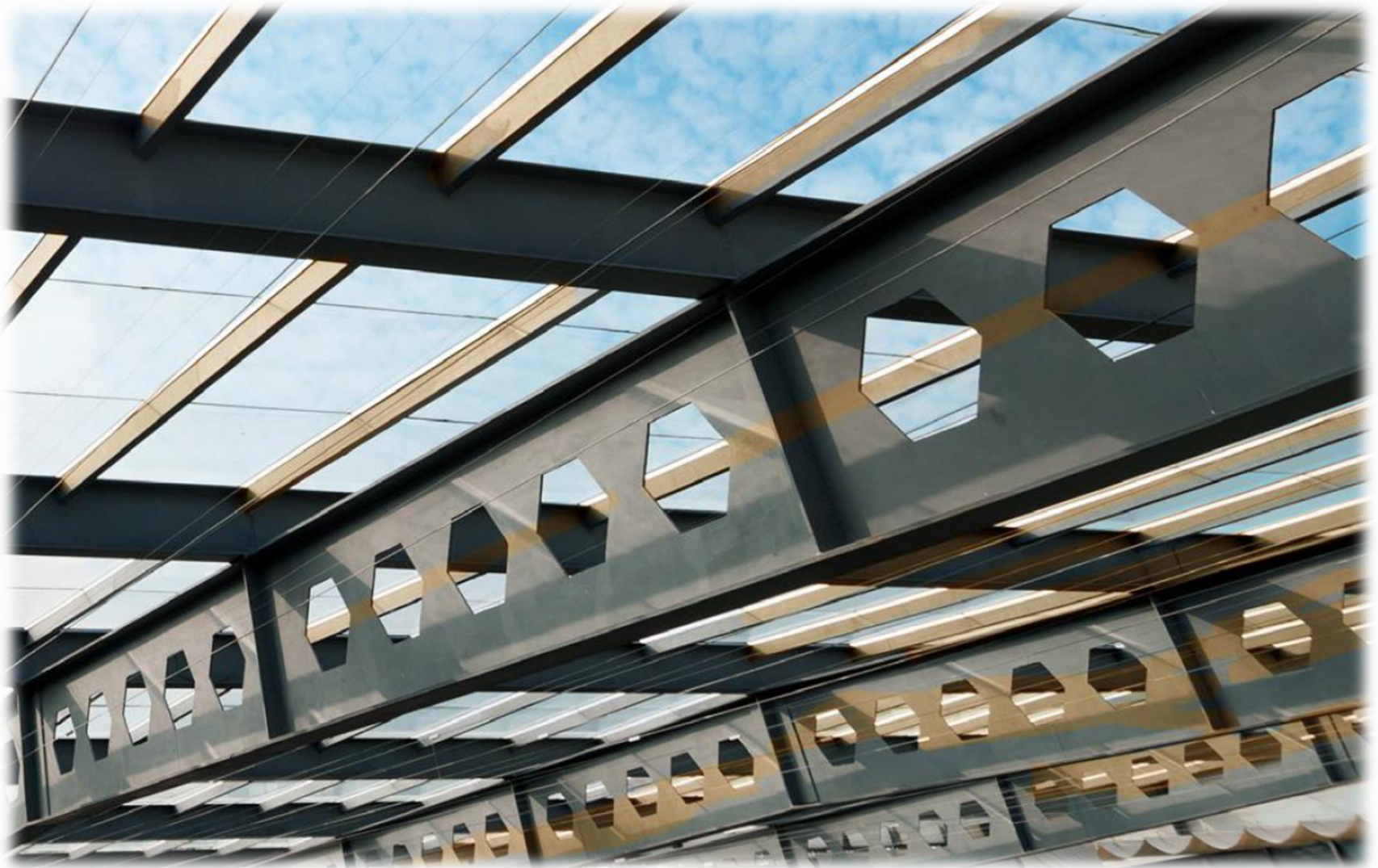


## VIGAS ALVEOLARES

Las vigas alveolares se fabrican a partir de perfiles laminado I (o doble T) mediante el corte en zigzag del alma y posterior soldado para formar una viga de mayor altura con la misma cantidad de material. Usualmente la altura final de la viga alveolar es 1,5 veces la altura del perfil original (aproximadamente).



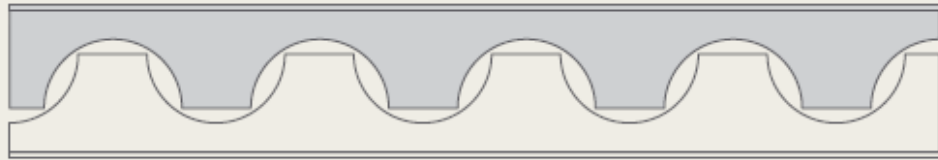
## VIGAS ALVEOLARES



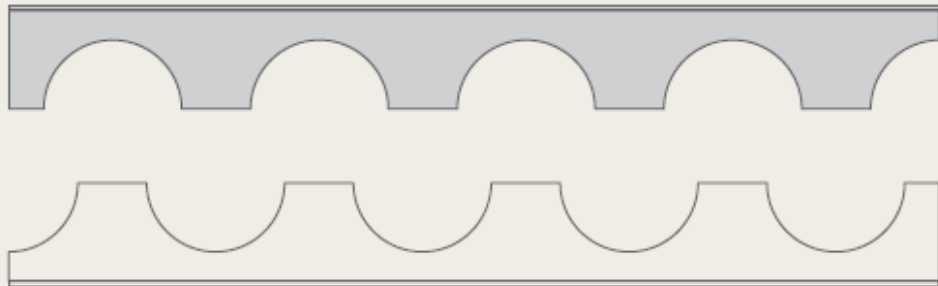
# VIGAS ALVEOLARES

Los alveolos usualmente adoptan una forma hexagonal, pero también se fabrican vigas con alveolos circulares.

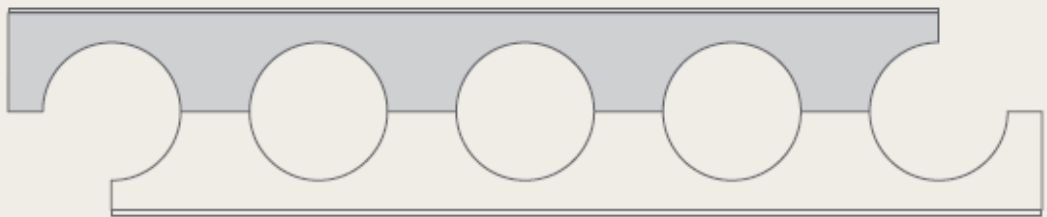
**Etapa 1:**  
Oxicorte



**Etapa 2:**  
Separación en Tés



**Etapa 3:**  
Re-ensamblado/soldadura





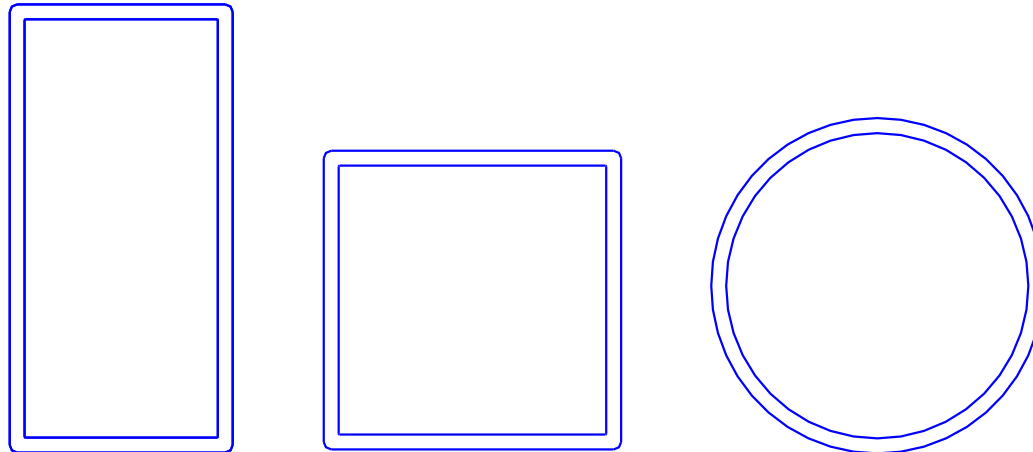
## VIGAS ALVEOLARES





## Descripción general

Los tubos o secciones huecas de acero tienen espesor constante y se fabrican con sección rectangular, cuadrada o circular (como vemos en la figura inferior). La principal ventaja es que se logran secciones de buena rigidez y resistencia, con un consumo reducido de material. Se los emplea para la construcción de columnas, miembros de vigas reticuladas o como vigas (particularmente la sección rectangular). Además, este tipo de secciones, al ser cerradas, son muy adecuadas para miembros sometidos a torsión.



## Tipos de tubos estructurales

Los tubos se dividen, según el proceso de fabricación en dos tipos:

- **Tubos soldados (con costura):** este tipo se fabrican a partir de una chapa que, luego de ser calentada en un horno, se hace pasar por rodillos que le dan la forma tubular. Los bordes de la chapa se cierran mediante una soldadura longitudinal continua. La soldadura exterior es sometida a un desbarbado para darle una adecuada terminación. En el caso de tubos circulares también se aplica un proceso de fabricación con costura helicoidal.
- **Tubos sin costura:** estos se fabrican a partir de una barra sólida que se calienta y luego se perfora longitudinalmente para formar un tubo. Finalmente, se pasa el tubo por un proceso de laminado que le confiere las dimensiones y espesor apropiado.

Debido a la mayor complejidad del proceso de fabricación, los tubos sin costura son más caros que los soldados. Estos últimos son los más usados para aplicaciones estructurales.

## Denominación

Los tubos estructurales se denominan mediante sus dimensiones (en pulgadas o en mm). A continuación presentamos algunos ejemplos:

- **Tubo rectangular:** 100x50x3.2 (indica el alto, la anchura y el espesor, en mm.)
- **Tubo cuadrado:** 100x100x3.2 (indica el lado del cuadrado y el espesor, en mm.)
- **Tubo circular:** 100x3.2 (indica el diámetro exterior y el espesor, en mm.)

En Estados Unidos es usual designar a los tubos estructurales rectangulares y cuadrados con las siglas HSS (*hollow structural section*) y a los tubos circulares con la letra P.



## Ejemplos de perfiles de chapa plegada



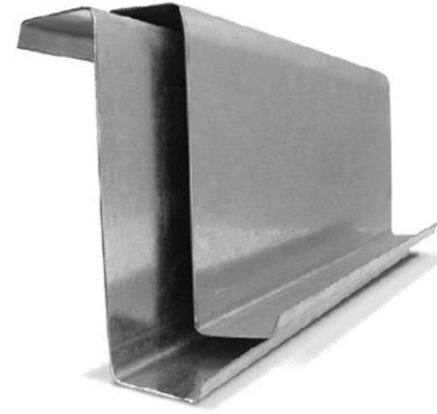
*Perfil C*



*Perfil U*



*Perfil C reforzado*



*Perfil Z*



*Perfil galera (o "hat")*



*Perfil silo*

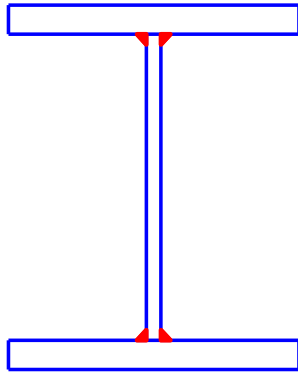
## Descripción general

Estos perfiles se denominan a partir de sus dimensiones principales y el espesor. Por ejemplo:

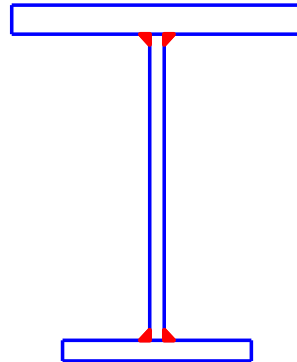
Perfil C 200 x 80 x 20 x 3.2 (indica la altura, 200mm, la anchura del ala, 60mm, la dimensión de la pestaña, 20 mm, y el espesor de la chapa, 3.2 mm).



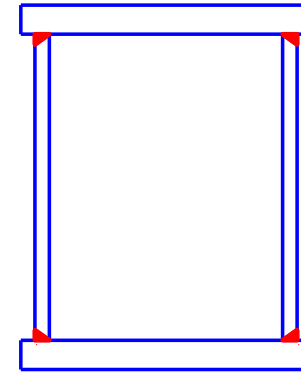
# PERFILES SOLDADOS Y MIEMBROS ARMADOS



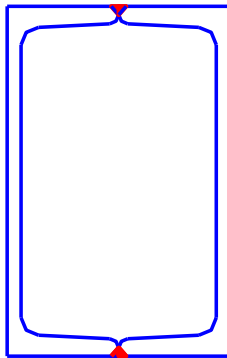
*Perfil I soldado*



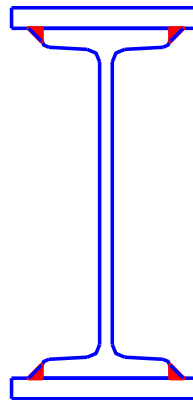
*Perfil I soldado con  
alas desiguales*



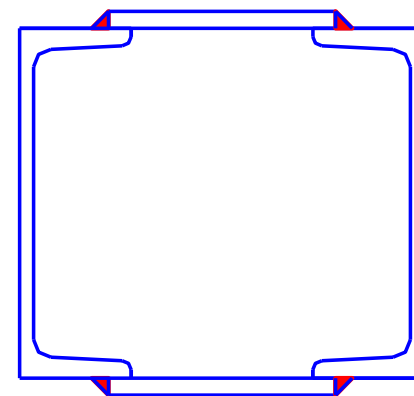
*Perfil tipo “cajón”*



*Perfiles laminados  
canal soldados*



*Perfil laminado I  
reforzado*



*Perfiles laminados canal  
soldados con chapas*

El acero estructural se produce también en forma de barras macizas (de sección circular, cuadrada o rectangular) y cables, formados por alambres de acero enrollados en forma helicoidal en una o más capas.

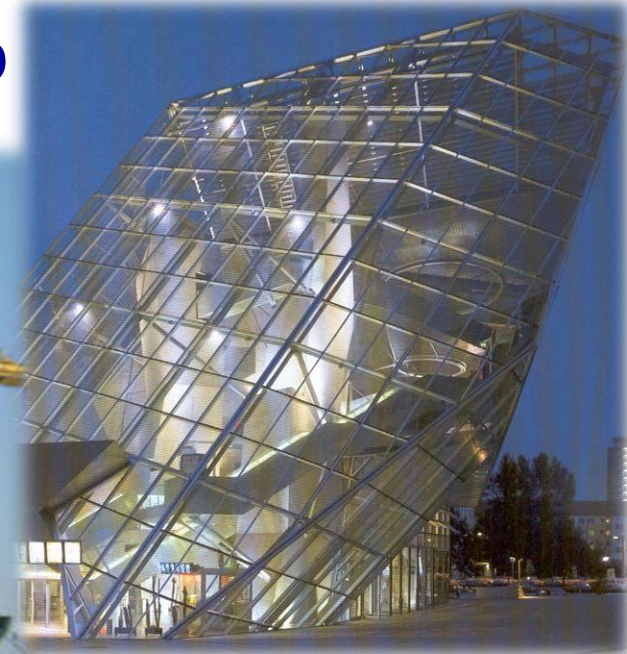
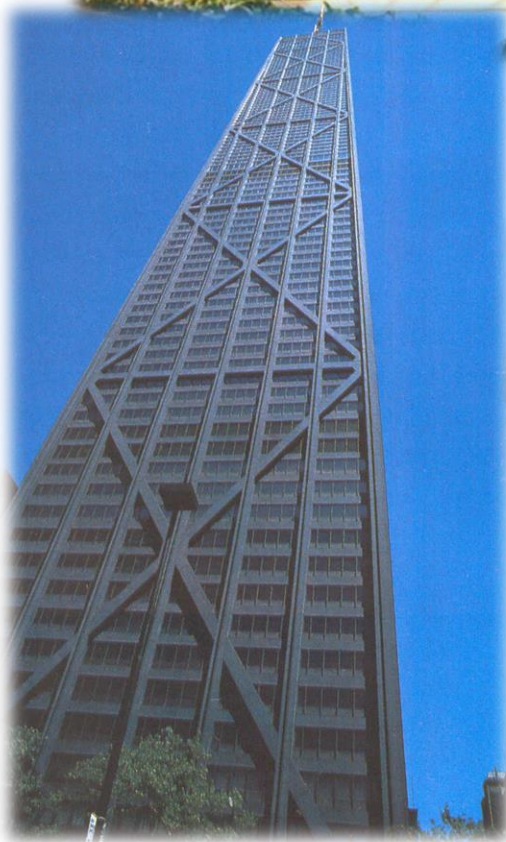
Las barras de acero se usan en miembros sometidos a tracción, por ejemplo tensores, o bien como refuerzo localizado en conexiones y vínculos. Los cables se emplean como miembros traccionados, particularmente en puentes colgantes y atirantados, riendas para antenas, etc..







## Estructuras de acero

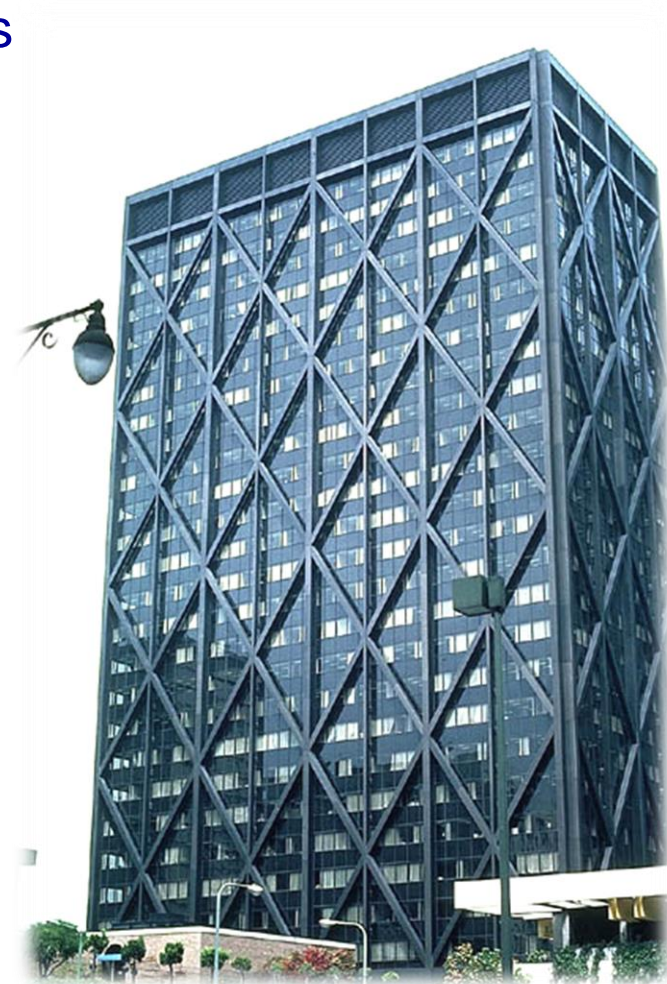




# Principales características de las construcciones de acero

## Material con alta resistencia a fluencia y rotura

Secciones esbeltas, posibilidad de cubrir grandes luces, diversidad de formas, etc.



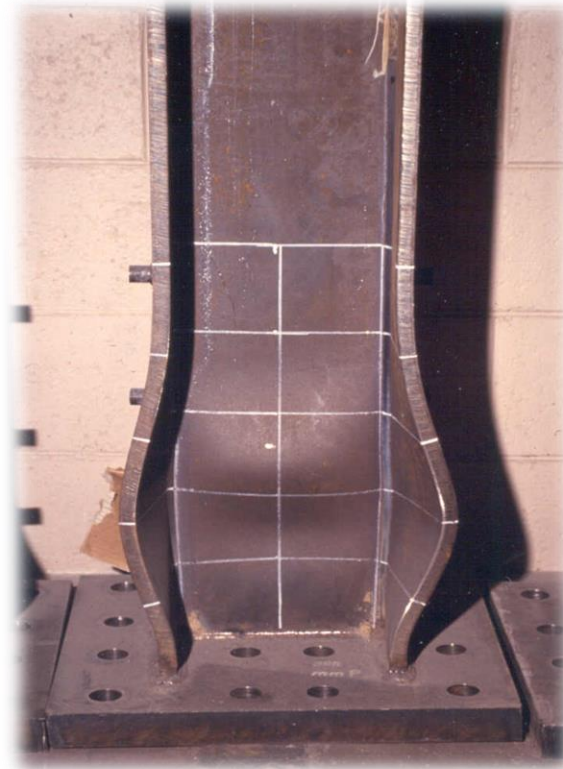
# Principales características de las construcciones de acero

## Material con alta resistencia a fluencia y rotura

Secciones esbeltas



Problemas de pandeo global y local.





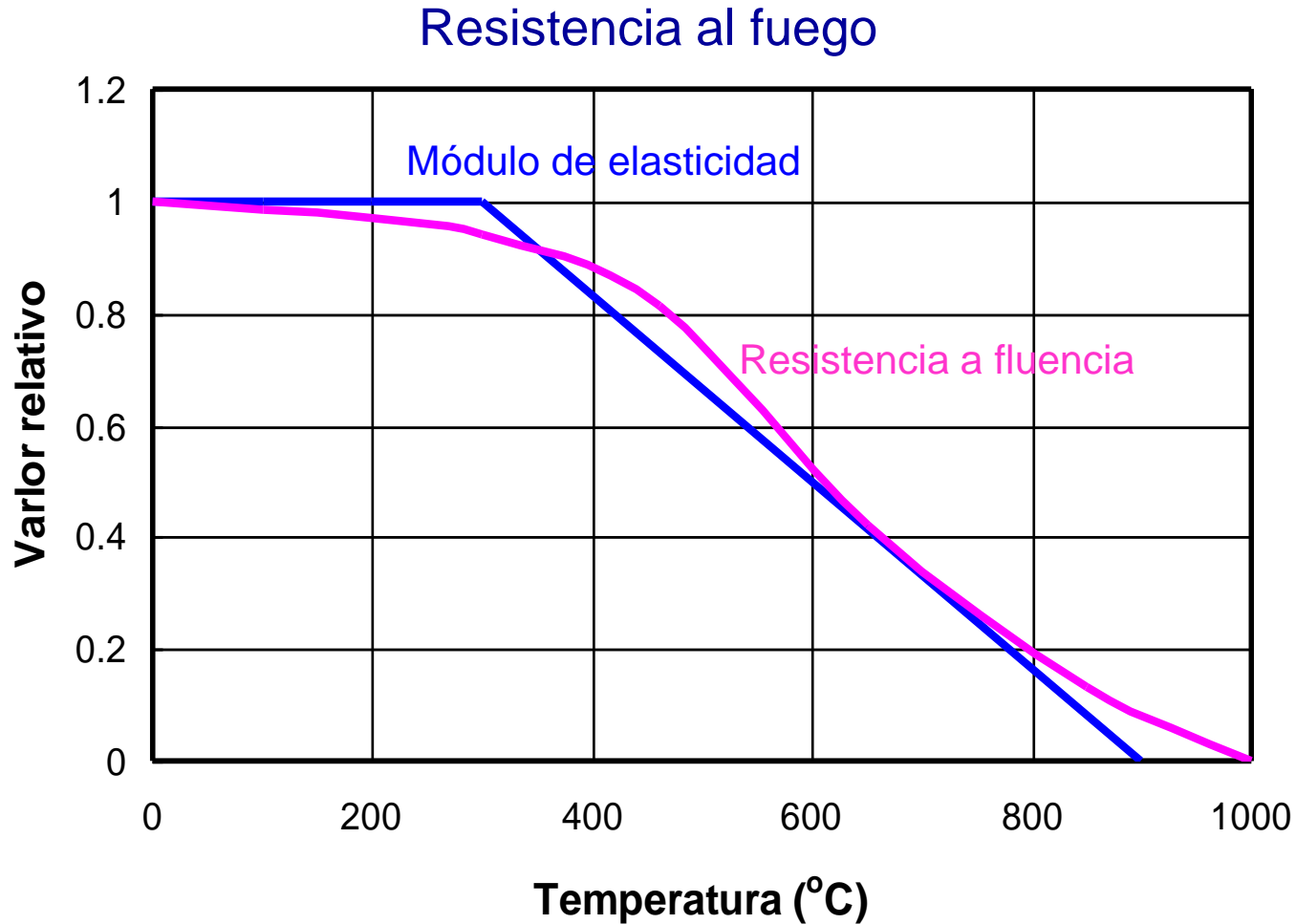
# Principales características de las construcciones de acero

## Material con alta ductilidad

Adecuado para construcciones sismorresistentes



# Principales características de las construcciones de acero



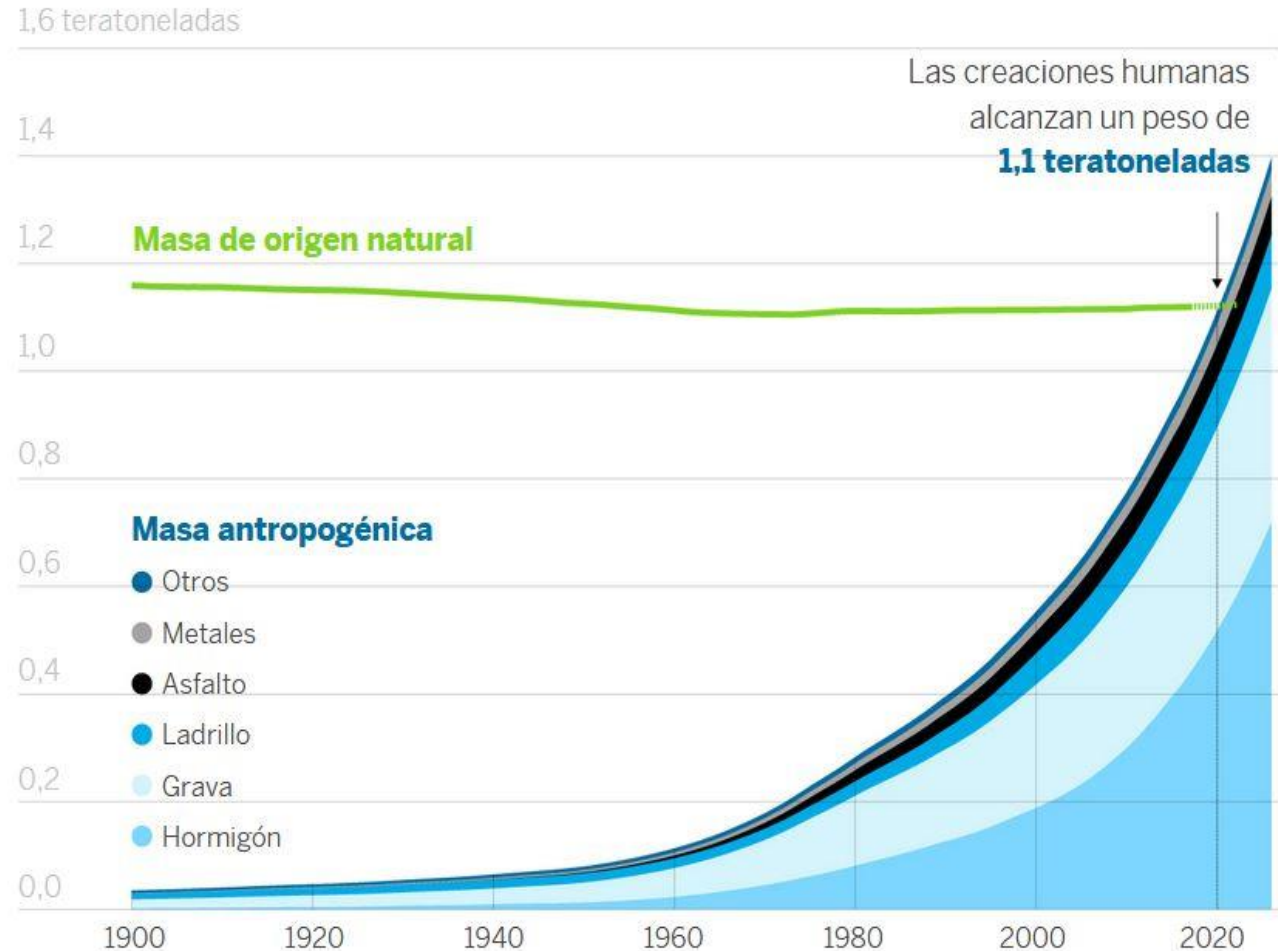
Inadecuada resistencia a las altas temperatura → Protección

# Principales características de las construcciones de acero

## Sustentabilidad

El sector de la construcción causa un gran impacto en el medioambiente al ser el causante de:

- 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- 30% del consumo de los recursos naturales
- 30% de la generación de residuos
- 20% del consumo de agua
- 40% del consumo de energía.





# Principales características de las construcciones de acero

## Sustentabilidad

### Material para la construcción:

- Uso de materias primas renovables
- Reducción del uso de recursos naturales.  
Ahorro energético en todo el ciclo de vida del material.
- Disminución o eliminación de las emisiones de contaminantes asociadas a los materiales.
- Ser materiales susceptibles de ser reutilizados o reciclados.

La producción de acero emite aproximadamente 1,7ton CO<sub>2</sub>, en promedio.

### Diseño y construcción:

- Disminución del consumo de agua
- Requerimientos de energía
- Resistencia y seguridad con periodos de vida útil considerable.
- Durabilidad

# Principales características de las construcciones de acero

## **Proceso constructivo industrializado:**

Reducción en los tiempos de obra.

Es conveniente modular para optimizar el diseño y la construcción.

Estructuras versátiles para solucionar distintos problemas y adaptarse a situaciones diversas.

London City Hall







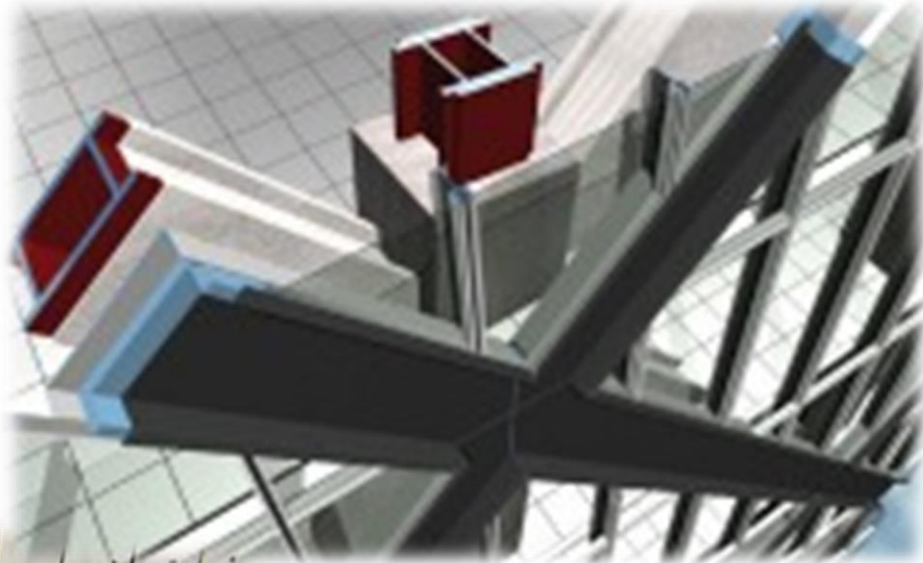


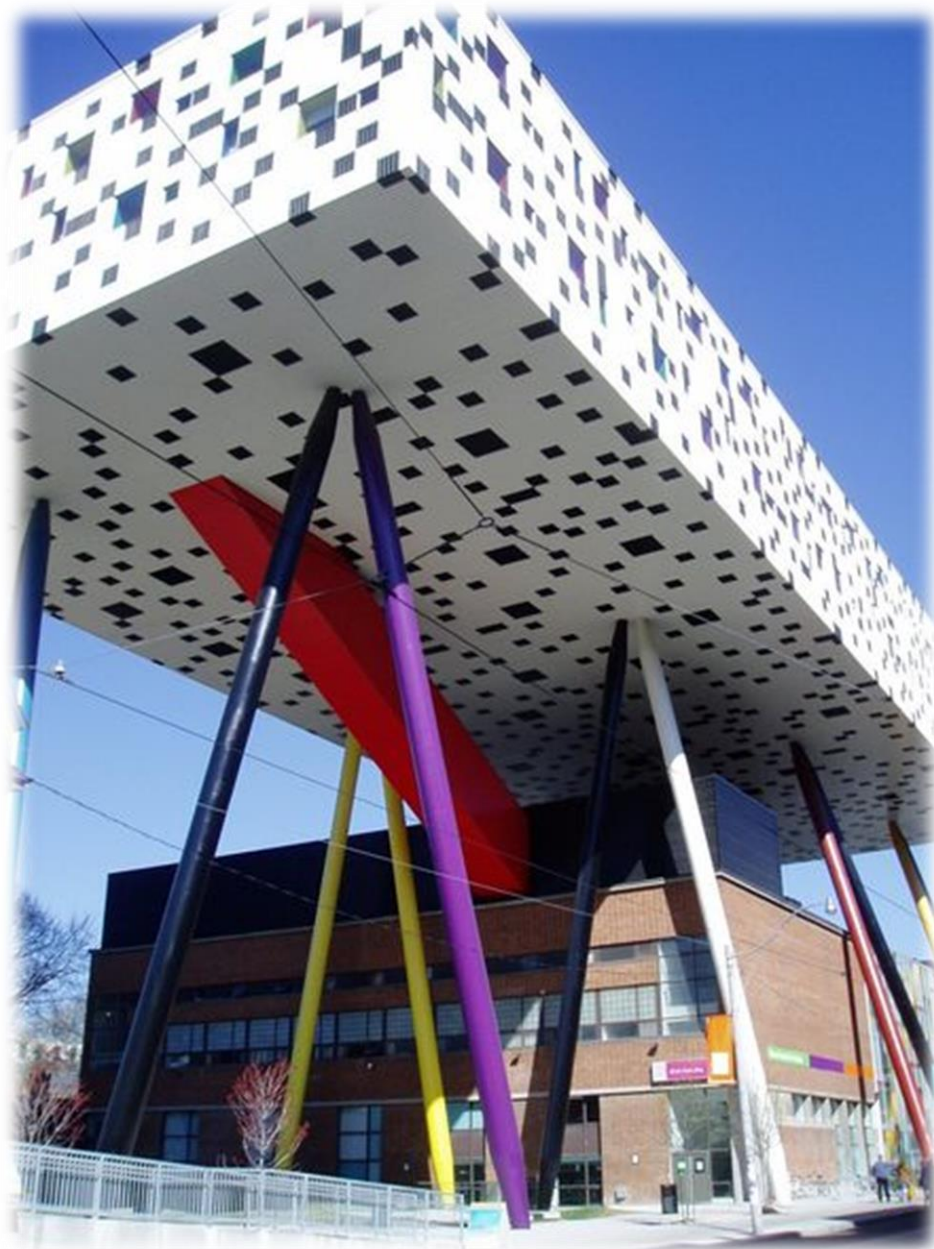
CCTV – Beijing - 2008





CCTV – Beijing - 2008





Ontario College of Art and Design  
Ampliación





Puente peatonal en  
San Diego, California  
(3D steel printing)





# Naves industriales



# Naves industriales





# Principales características de las construcciones de acero

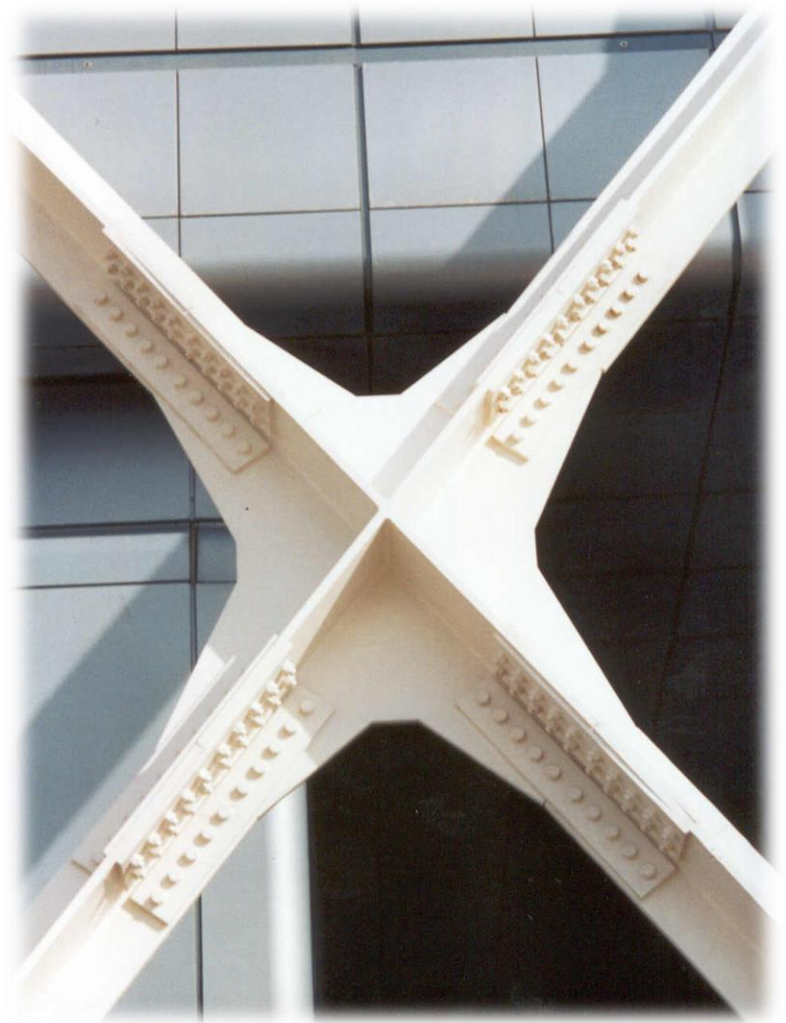
## Uniones

Sistema industrializado que se construye por partes.

### Medios de unión:

- Soldadura
- Bulones (comunes o de alta resistencia)

Resulta de fundamental importancia el diseño de los detalles.



# Principales características de las construcciones de acero



# Principales características de las construcciones de acero

## **Control de calidad:**

- Materiales: perfiles, chapas, bulones, electrodos (análisis químicos, propiedades mecánicas, dimensiones).
- Fabricación en taller: control dimensional, uniones soldadas y abulonadas.
- Montaje en obra: control dimensional, uniones soldadas y abulonadas.

## **Mantenimiento:**

Control de la corrosión.

# Rehabilitación estructural

Rehabilitación es el proceso por el cual se diseñan soluciones destinadas a **mejorar la respuesta estructural** de la construcción (particularmente ante la ocurrencia de un **sismo**), confiriéndole mayor resistencia, ductilidad o rigidez, eliminando irregularidades estructurales, disminuyendo la masa innecesaria, etc.

Los elementos de acero representan una solución muy conveniente por:

- Posibilidad de trabajar “en seco”
- Rapidez constructiva.
- Fácil montaje.



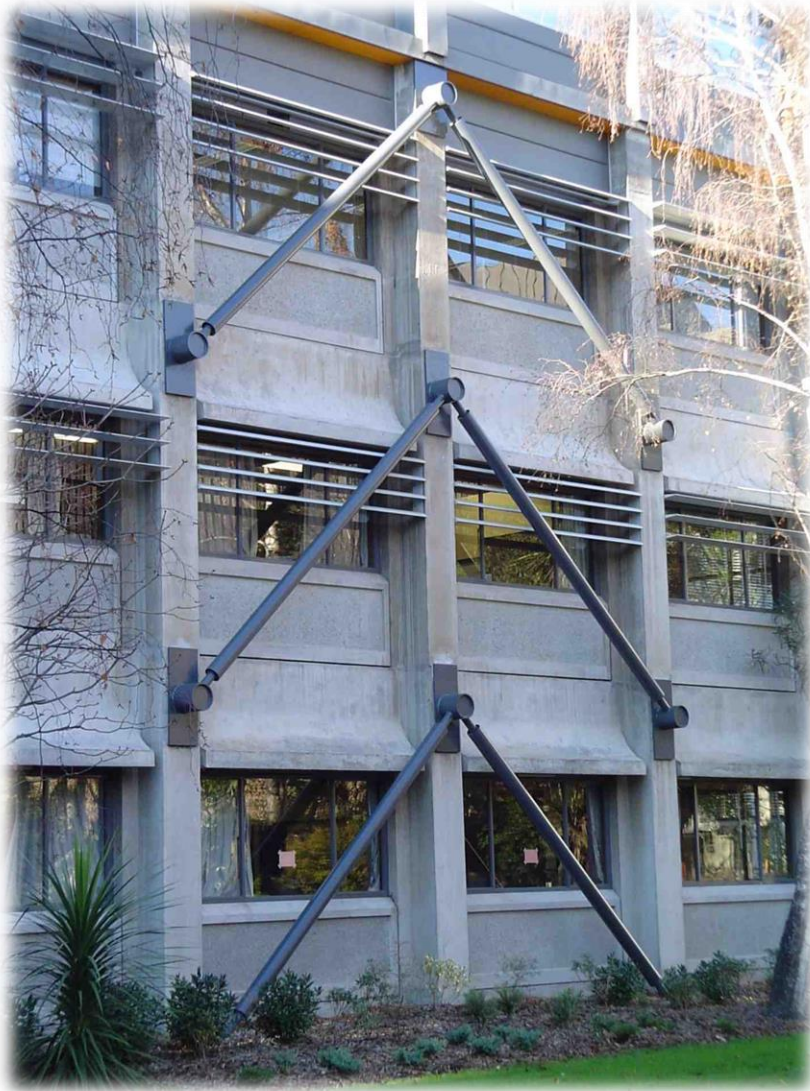
# *Refuerzo con riostras de acero*



***Escuela Normal, Mendoza***



# Ejemplo de rehabilitación sísmica de un edificio



University of Canterbury, Nueva Zelanda