

PREDIMENSIONADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Construir grandes edificaciones con estructuras metálicas de acero es cada día más común, su versatilidad, poco peso, trabajabilidad y reducción de costos hacen cada vez más atractivo este material para la fabricación de estructuras resistentes a las solicitaciones requeridas, que además de ser seguras y cumplir con la normativa de diseño, sean estéticamente agradables y confortables para los futuros usuarios de dicha edificación al menor costo posible.



Estructura Metálica

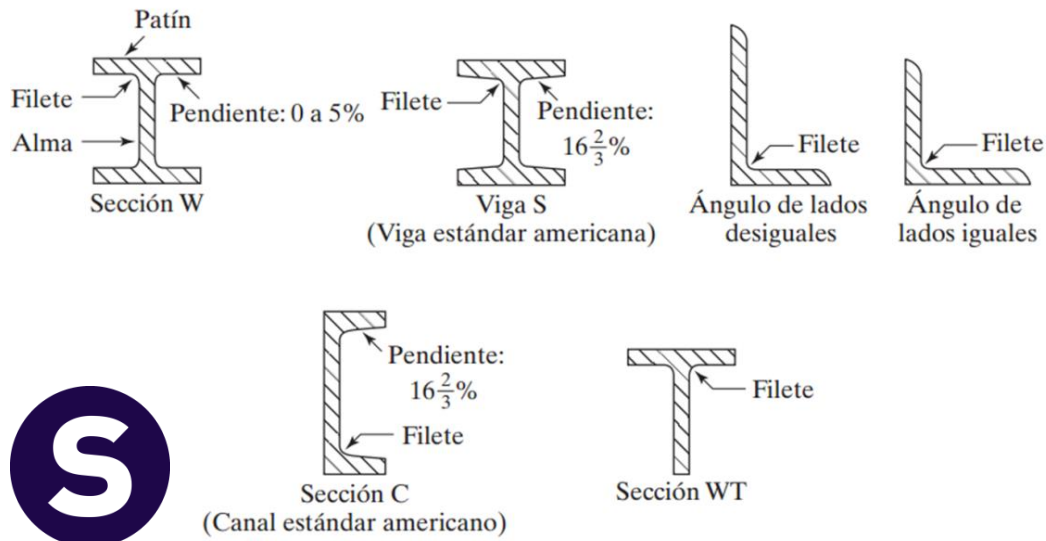
El dato más básico para iniciar todo el proceso de diseño de una estructura metálica es el tamaño de los perfiles a utilizar, para lo cual se debe tener un predimensionado inicial que sirve como punto de partida del cálculo de la estructura metálica.

Consideraciones para el Predimensionado de Estructuras Metálicas

Para establecer las dimensiones de los perfiles de acero que serán utilizados en la fabricación de la estructura metálica es determinante que se tengan algunas consideraciones en cuenta, el objetivo que se persigue con estas es dar mayor margen de

holgura y por ende seguridad en cuanto a las medidas adoptadas y a las ventajas del perfil escogido sobre otros disponibles, quizás mucho más grandes pero también mucho más costosos.

- El acero estructural puede laminarse en variedad de perfiles sin alterar sus propiedades físicas, lo más aconsejables son aquellos que poseen grandes momentos de inercia con respecto a sus áreas. Se deben escoger previamente los perfiles más adecuados de acuerdo al elemento a diseñar.



Perfiles laminados de acero disponibles en el mercado

- Las propiedades y dimensiones de los perfiles siempre deben ser tomadas del catálogo suministrado por la empresa siderúrgica fabricante del mismo. No se deben escoger de otros como referencia debido a que las condiciones de fabricación pueden variar y en consecuencia las propiedades serán distintas.
- Las medidas y valores obtenidos siempre deben ser redondeados a cifras inmediatamente superiores.
- Es imperativo conocer los esfuerzos a los cuales estará sometida la estructura metálica, así como también el uso que se le dará a la edificación.
- El objetivo del diseño estructural debe ser cumplir con los requerimientos normativos con el perfil más pequeño posible sin afectar el diseño estético del

proyecto concebido en la etapa conceptual, como garantía de reducción de los costos.

Predimensionado de Vigas

Las vigas son elementos estructurales donde la longitud predominante es la horizontal y que por naturaleza están sometidas, principalmente, a esfuerzos de flexión; transmitiendo las cargas hacia las columnas. En vigas lo ideal es escoger perfiles IPN, HEB o U.



Ubicación de las vigas en una estructura metálica

El perfil escogido debe evaluarse con respecto al momento máximo a flexión de la siguiente forma:

$$W_f = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}$$

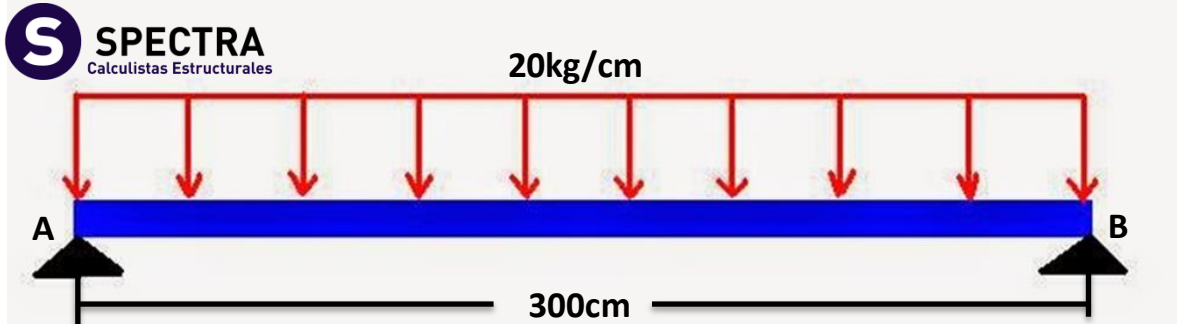
Dónde:

W_f – es el momento resistente.

M_f – es el momento máximo a flexión.

σ_{adm} – es el esfuerzo máximo de fluencia del perfil metálico.

¿Cómo utilizar esta fórmula? Pues es realmente sencillo. Supongamos que se quiere predimensionar una viga de acero que se encuentra simplemente apoyada, con una carga distribuida de 2000kg/m y que la longitud entre apoyos es de 3m, tal como se muestra en la figura.

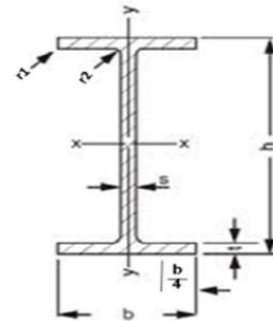


Viga simplemente apoyada con carga distribuida

Inicialmente también está definido que esta viga se fabricará con un perfil de acero W (IPN) cuyas dimensiones y especificaciones del fabricante son las que se muestran a continuación.

S VIGAS
IPN

- I= Momento de Inercia.
- S= Momento de resistencia.
- R= Radio de Inercia, siempre referidos al eje de flexión correspondiente.
- Calidades: Covenin 1293-85. ASTM-A-36 ST-37-2



Nacionales

IPN (I)	Dimensiones (mm)						Area cm ²	Peso Kg/m	Momento respecto a los ejes					
									EJE-X-X			EJE-Y-Y		
	h	b	s	t	r1	r2			Ix cm ⁴	Sx cm ³	Rx cm	Iy cm ⁴	Sy cm ³	Ry cm
80	80	42	4.2	5.9	3.9	2.3	7.77	6.10	78.40	19.6	3.18	6.29	2.99	0.90
100	100	50	4.5	6.8	4.5	2.7	10.6	8.34	170	34.1	4.0	12.1	4.86	1.07
120	120	58	5.1	7.7	5.1	3.1	14.2	11.1	327	54.5	4.8	21.4	7.38	1.23
140	140	66	5.7	8.6	5.7	3.4	18.2	14.3	572	81.8	5.6	35.1	10.6	1.39

Propiedades de perfiles IPN según fabricante

Se procede entonces a calcular las reacciones en los apoyos, donde ambas reacciones son iguales por la naturaleza de la carga. La fórmula a utilizar es:

$$R_A = R_B = \frac{W \times L}{2}$$

Dónde:

RA y RB – reacciones en los apoyos.

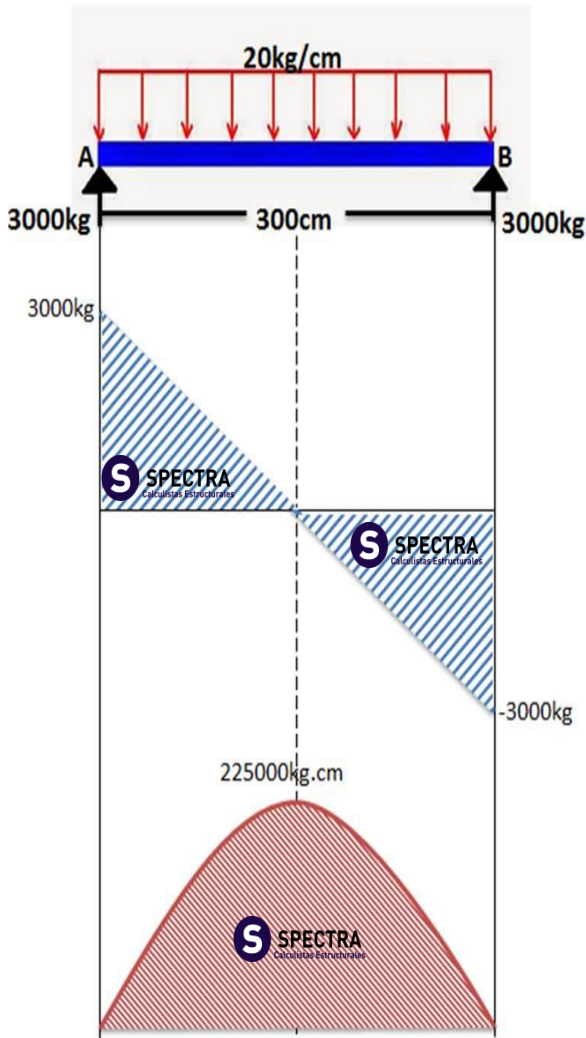
W – valor de la carga distribuida.

L – longitud entre los apoyos.

Entonces:

$$R_A = R_B = \frac{20\text{kg/cm} \times 300\text{cm}}{2} = \frac{6000\text{kg}}{2} = 3000\text{kg}$$

Luego se realiza el diagrama de corte y momento para calcular el momento máximo a flexión (M_f):



El momento máximo a flexión M_f es igual al área de los triángulos del diagrama.

Entonces:

$$M_f = \frac{b \times h}{2} = \frac{150\text{cm} \times 3000\text{kg}}{2} = 225000\text{kg.cm}$$

El esfuerzo máximo de fluencia del acero en este caso será considerado 4200kg/cm^2 .

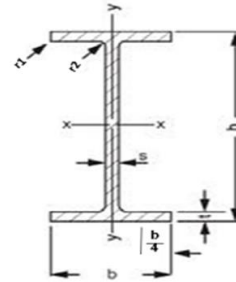
El momento resistente W_f es:

$$W_f = \frac{225000\text{kg.cm}}{4200\text{kg/cm}^2} = 53,57\text{cm}^3 \approx 54\text{cm}^3$$

Con este valor se entra en la tabla de especificaciones del perfil IPN, y como el momento es para una viga donde la flexión es entorno al eje X se ubica dicho valor en la columna de S_x ; entonces se concluye que el perfil más adecuado sería el IPN 140 ya que el valor calculado es el mínimo que debe utilizarse.

**S VIGAS
IPN**

I= Momento de Inercia.
S= Momento de resistencia.
R= Radio de Inercia, siempre referidos al eje de flexión correspondiente.
Calidades: Covenin 1293-85. ASTM-A-36 ST-37-2



Nacionales

IPN (l)	Dimensiones (mm)						Area cm ²	Peso Kg/m	Momento respecto a los ejes					
	h	b	s	t	r1	r2			EJE-X-X			EJE-Y-Y		
									I _x cm ⁴	S _x cm ³	R _x cm	I _y cm ⁴	S _y cm ³	R _y cm
80	80	42	4.2	5.9	3.9	2.3	7.77	6.10	78.40	19.6	3.18	6.29	2.99	0.90
100	100	50	4.5	6.8	4.5	2.7	10.6	8.34	170	34.1	4.0	12.1	4.86	1.07
120	120	58	5.1	7.7	5.1	3.1	14.2	11.1	327	54.5	4.8	21.4	7.38	1.23
140	140	66	5.7	8.6	5.7	3.4	18.2	14.3	572	81.8	5.6	35.1	10.6	1.39

Cabe destacar que el valor del perfil IPN 120 está muy cerca a los 54cm³ calculados, pero tal como se comentó en las recomendaciones todas las aproximaciones y la toma de decisiones en cuanto al perfil a utilizar deben garantizar la seguridad de la estructura, por esta razón siempre se escogen valores por encima a los obtenidos en el predimensionamiento de estructuras metálicas.

El ejemplo mostrado es básico, si bien es muy útil se requiere de mayor profundidad cuando el predimensionamiento sea para grandes edificaciones habitacionales, comerciales y/o industriales.

Sin embargo, existen algunas recomendaciones preestablecidas para el predimensionado de estructuras metálicas que pueden facilitar el trabajo, sobre todo considerando que el valor es inicialmente referencial y que estas pueden ser adoptadas en construcciones sencillas como punto de partida. En el caso de las vigas objetivo es obtener la altura (h) del

perfil en función de la luz de la viga (L), es decir, en función de la distancia que existe entre columna y columna, utilizando las siguientes relaciones:

S	Tipo de Elemento	Altura
	Dintel a dos aguas sección constante con perfil laminado en caliente	L/50
	Dintel a dos aguas sección variable en encuentro con pilar	L/35
	Dintel a dos aguas sección variable en cumbrera	L/60
	Dintel a dos aguas sección variable en zona uniforme	L/80
	Dintel con viga en celosía articulada en pilar	L/15
	Dintel con viga en celosía empotrada en pilar	L/25

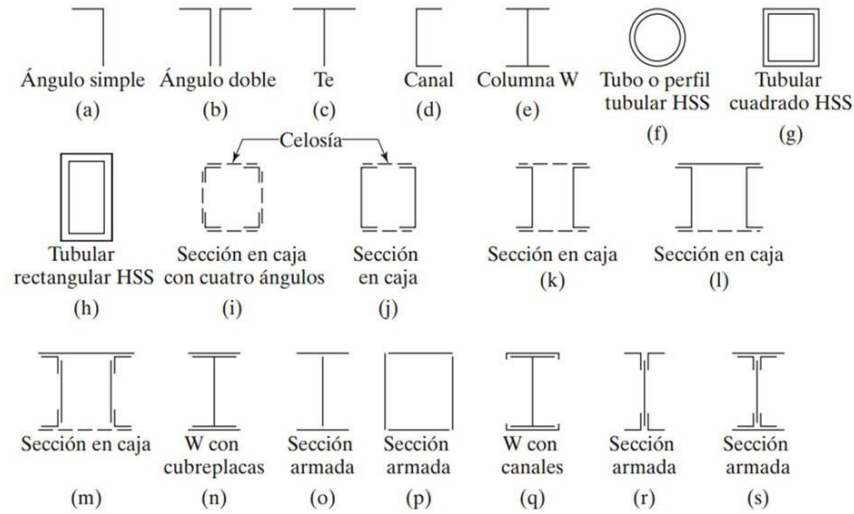
Predimensionado de Columnas

Una columna es un elemento estructural colocado de forma vertical, esbelta, donde la dimensión más grande es la altura. Esta soporta principalmente esfuerzos de compresión y transmite las cargas hacia los cimientos de la estructura.



Ubicación de las columnas en una estructura metálica

Para predimensionar una columna lo más recomendable es escoger un tipo de perfil o combinación ilustrada en la siguiente figura.



Perfiles y/o combinaciones que pueden adoptarse para la fabricación de vigas

Se debe conocer de manera aproximada el esfuerzo normal para una relación de esbeltez efectiva, cociente de longitud no soportada y su radio de giro mínimo (KL/r). La relación de estos valores permite establecer un rango para el área efectiva de la sección.

$$\frac{N}{X_{max}\sigma_{adm}} \geq A \geq \frac{N}{\sigma_{adm}}$$


Dónde:

N – es el esfuerzo normal.

X_{max} – coeficiente de reducción resistente por pandeo, usualmente $\approx 0,15$.

σ_{adm} – es el esfuerzo máximo de fluencia del perfil metálico.

Como regla práctica se puede iniciar el predimensionado de columnas de acuerdo a la siguiente información:

	Tipo de Elemento	Altura
	En cabeza de pilar variable	Igual a arranque de dintel
	En base empotrada de pilar variable	L/35

Predimensionado de Correas


Las correas son elementos estructurales más livianos, cuya función principal es servir de soporte a las láminas de cubierta que se utilizarán para el cerramiento de la losa.



Ubicación de las correas en una estructura metálica

En el caso de losas de entresuelo y techo las posibilidades para escoger los perfiles son muy amplias. Usualmente, el punto clave para definir qué tipo de perfil utilizar en estos elementos viene determinado por el tipo de lámina que se utilizará para la cubierta de la losa, o si se hará de hormigón armado.

Como referencia para el predimensionado de correas se pueden utilizar los siguientes datos:

	Tipo de Elemento	Altura
	Correa de cubierta con perfil conformado en frío	L/30
	Correa de cubierta con perfil laminado en caliente	L/40
	Correa de fachada con perfil conformado en frío	L/35
	Correa de fachada con perfil laminado en caliente	L/45

Lo importante de todo este proceso es tener claro que es el primer paso fundamental para realizar un buen diseño estructural, que permita cumplir con todos los requisitos y solicitudes de proyecto, bien sea ingenieriles, estéticos, normativos y de costos; sin perder de vista el hecho de que, luego de predimensionados los elementos se corrobore que estos son los ideales para la estructura metálica a diseñar.

En resumen y de forma muy práctica puede utilizarse entonces la siguiente información para el predimensionado de estructuras metálicas:

S	Tipo de Elemento	Altura
Vigas		
	Dintel a dos aguas sección constante con perfil laminado en caliente	L/50
	Dintel a dos aguas sección variable en encuentro con pilar	L/35
	Dintel a dos aguas sección variable en cumbrera	L/60
	Dintel a dos aguas sección variable en zona uniforme	L/80
	Dintel con viga en celosía articulada en pilar	L/15
	Dintel con viga en celosía empotrada en pilar	L/25
Columnas		
	En cabeza de pilar variable	Igual a arranque de dintel
	En base empotrada de pilar variable	L/35
Correas		
	Correa de cubierta con perfil conformado en frío	L/30
	Correa de cubierta con perfil laminado en caliente	L/40
	Correa de fachada con perfil conformado en frío	L/35
	Correa de fachada con perfil laminado en caliente	L/45

Detalles de Nuestra Capacitación en Estructuras Metálicas

Con SAP2000: <https://calculistaestructural.com/curso-sap2000etabs-acero/>

Con CYPECAD: <https://calculistaestructural.com/curso-cype-3d/>