



STEEL FRAME



STEEL FRAME: INTRODUCCIÓN

Fuente: Manual de procedimiento. Construcción con acero liviano. ConsulSteel

La historia y la evolución tecnológica de la construcción están afectadas por varios aspectos:

- Durabilidad de los materiales
- Ductilidad de los materiales
- Relación durante el uso de la construcción entre confort y ahorro de energía
 - Consideraciones a la hora de elegir procesos y materiales constructivos sobre ecología y medio ambiente

Para entender el concepto de *steel framing* comenzaremos definiendo el término *framing*. *Frame* significa “marco” y por lo tanto se refiere a un sistema que busca conformar un esqueleto estructural com-

puesto por elementos livianos de acero, diseñados para dar forma y soportar a una edificación. *Framing* es entonces el proceso por el cual se unen y vinculan estos elementos.

Los antecedentes históricos del *framing* se remontan alrededor del año 1810, cuando en los Estados Unidos comenzó la conquista del territorio y hacia 1860, cuando la migración llegó hasta la costa del Océano Pacífico. En aquellos años, la población se multiplicó por diez y, para solucionar la demanda de viviendas, se recurrió a la utilización de los materiales disponibles en el lugar (principalmente madera) y a conceptos de practicidad, velocidad y productividad originarios de la revolución industrial. La combinación de estos conceptos y materiales gestaron lo que hoy conocemos como *balloon*

framing (1830).

El sistema básico del *balloon framing* consiste en la utilización de numerosos listones finos de madera conocidos como studs (montantes) que tienen la altura total de la edificación, con vigas de entrepiso sujetas en forma lateral a ellos, quedando así el entrepiso contenido dentro del límite que estos configuran. Esta forma constructiva evolucionó posteriormente hacia lo que hoy se conoce como *platform framing*, que se basa en el mismo concepto constructivo, con la diferencia que los *studs* tienen la altura de cada nivel o piso y, por lo tanto, el entrepiso que los divide es pasante entre los montantes de cada nivel.



Sistema *balloon framing*

En el *platform framing* el entrepiso transmite sus cargas en forma axial y no en forma excéntrica, como en el caso del *balloon framing*, resultando un sistema más eficiente ya que se requieren *studs* con secciones menores. La menor altura de los *studs* es otra ventaja de esta variante ya que permite fabricar el panelizado en un taller fuera de la obra dado que no hay limitaciones al momento del transporte, obteniendo así una mejor calidad de ejecución y un mayor aprovechamiento de los recursos.

Como se mencionó anteriormente, las principales características que describen al *steel framing* son ser un sistema liviano y a la vez muy resistente. Un aspecto particular que lo diferencia de otros sistemas constructivos tradicionales es que, está compuesto por una cantidad de elementos o “sub- sistemas” (estructurales, de aislaciones, de terminaciones exteriores e interiores, de instalaciones, etc.) funcionando en conjunto. Como ejemplo y para una fácil comprensión se lo puede comparar con el funcionamiento del cuerpo humano, infiriendo las siguientes asociaciones:

- Los perfiles de acero galvanizado que conforman la estructura se corresponden con los huesos del cuerpo humano
- Las fijaciones y flejes de la estructura se corresponden con las articulaciones y tendones
- Los diafragmas de rigidización se corresponden con los músculos
- Las diferentes aislaciones, ventilaciones y terminaciones

del edificio se corresponden con la piel y los mecanismos de respiración y transpiración

El conjunto de “sub- sistemas” y el modo en que los mismos están interrelacionados hace posible el correcto funcionamiento de la edificación resultando un macro sistema, donde la elección de materiales idóneos y la selección de los recursos humanos influye en su rendimiento. Estos conceptos llevan a una optimización de recursos de materiales, mano de obra y tiempos de ejecución y, como consecuencia final, a una construcción con menores costos.

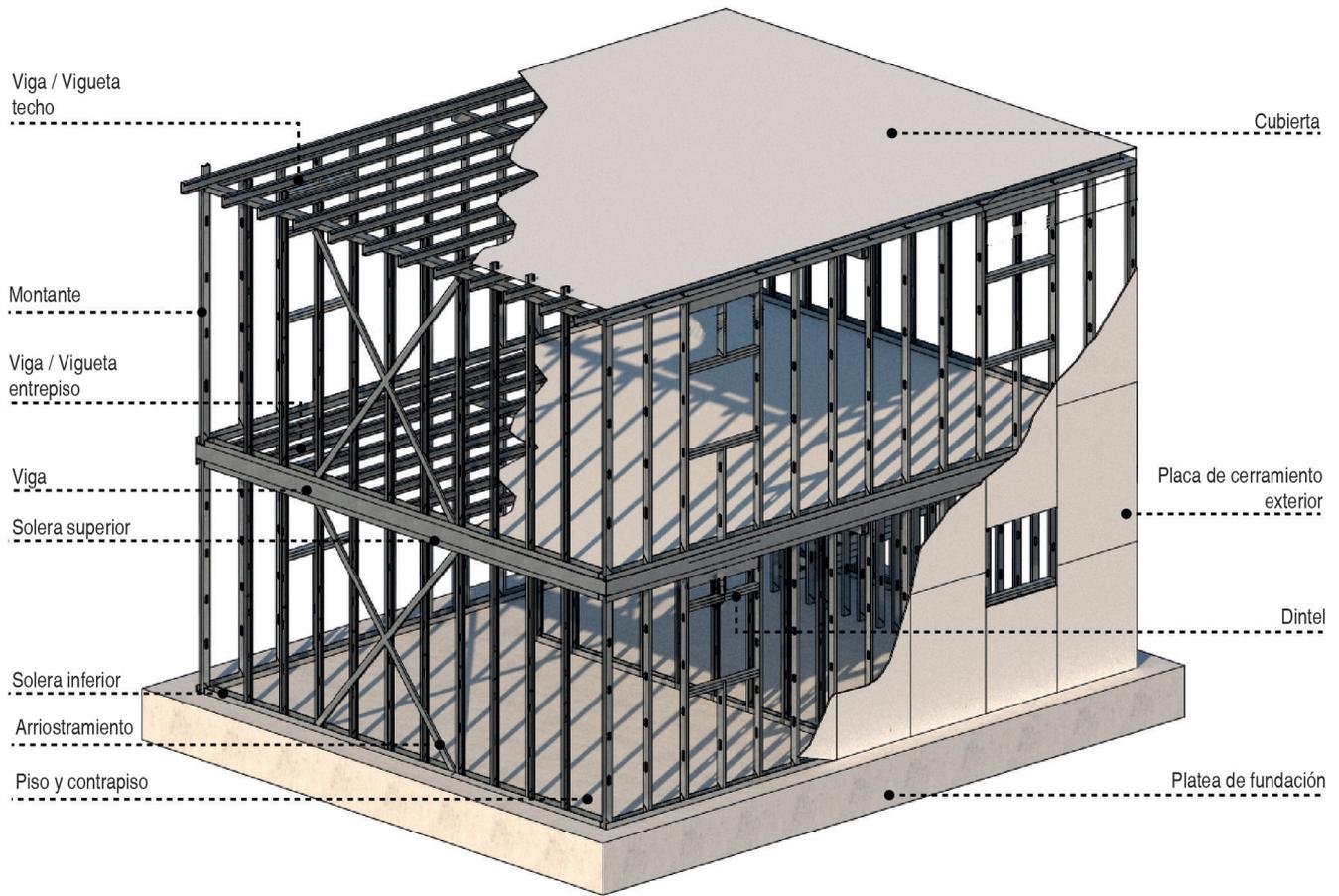
En este sistema se emplean, con poca frecuencia, elementos tales como pórticos, vigas y columnas aisladas, siendo en general las cargas gravitacionales distribuidas en forma uniforme en las viguetas (listones del entrapiso) y montantes, ubicados a la distancia modular elegida, que puede ser entre 40 cm o 60 cm, medidas submúltiplos de 1,20 m (o de 1,22 m si los revestimientos se consiguen en medidas inglesas), resultando la medida estándar para los paneles de revestimiento de 4 pies de ancho (1,22 m) y 8 pies de alto (2,44 m).

El material utilizado para el *steel framing* es el acero galvanizado. Éste es un material compuesto por una chapa de acero laminada en frío o caliente, que recibe en ambas caras una capa de cinc fundido, prácticamente puro, que al solidificar se une al acero base formando un material altamente resistente a la corrosión.

El tipo de acero galvanizado para el *steel framing* se encuentra especificado en la norma IRAM-IAS U 500-205, en la cual se establece que el mismo deberá cumplir con los requisitos de la norma IRAM-IAS U 500-214 (norma de acero galvanizado de tipo estructural), possibilitando el uso de acero en cualquiera de sus grados, que representa el límite de fluencia del material en kips (libras/pulgadas²).

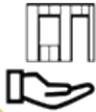
Antes de entrar en los aspectos de cálculo y diseño especializado es importante explicar que, tratándose de un sistema de entramados de elementos conectados entre sí, requiere de conexiones confiables para garantizar un correcto funcionamiento. Hay que destacar que la utilización de elementos esbeltos formado por chapas delgadas obliga a tomar ciertas precauciones en su diseño para evitar fallas de pandeo, globales y locales. Por este motivo es posible que se requiera, en algunos casos, reforzar las uniones.

Una de las principales ventajas de este sistema constructivo es su versatilidad, su aplicación práctica puede tener infinitas variantes y es por eso que, además de cumplir con un diseño conceptual correcto, siempre es recomendable la intervención de un especialista estructural que garantice la resistencia a las fuerzas del viento, de la nieve y de los terremotos.



Esquema de una edificación en *steel frame*

STEEL FRAMING



ABIERTO

Es abierto porque se puede combinar con otros materiales dentro de una misma estructura o, ser utilizado como único material estructural. En edificios en altura se utiliza para las subdivisiones interiores y para la estructura secundaria de revestimiento de fachadas. En edificios entre medianeras logra adaptarse perfectamente a las exigencias y situaciones de diseño sin alterar el comportamiento estructural por excentricidades de rigideces que los muros convencionales pueden ocasionar. En viviendas y en edificios de menor altura puede ser el único material estructural utilizado, dando base a los substratos en cubiertas y fachadas.



FLEXIBLE

El proyectista puede diseñar sin restricciones, planificando etapas de ampliación o crecimiento, debido a que no tiene un módulo fijo sino uno recomendado entre 0,40 m y 0,60 m. Admite cualquier tipo de terminaciones tanto exteriores como interiores.



DURABLE

El *steel framing* utiliza materiales inertes y nobles como el acero galvanizado lo cual lo convierte objetivamente en extremadamente durable a través del tiempo.



RACIONALIZADO

Se lo considera racionalizado por sus características y procesos ya que, establece la necesidad de pensar y trabajar con medidas de hasta 3 decimales lo cual hace más precisa la documentación de obra y del mismo modo, su ejecución. Es por todo lo antes mencionado que permite un mejor control de calidad. En situaciones de trabajos de gran envergadura, la estandarización se hace notable y contribuye a la disminución y optimización de los recursos.



CONFORT Y AHORRO DE ENERGÍA

El sistema permite pensar y ejecutar de una manera más eficiente las aislaciones, las instalaciones y todos los ítems de la obra que redundan en un mayor confort de la construcción. El *steel framing* es especialmente apto para cualquier tipo de clima y ubicación geográfica, sobre todo cuando estas condiciones resultan extremas.



OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Por ser un sistema liviano nos da la posibilidad de una ejecución caracterizada por su rapidez incluyendo los procesos de panelizado y posterior montaje. La ejecución de las instalaciones es realmente sencilla y muy eficiente. Estas características influyen en gran medida en el aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra ya que la planificación se hace más sencilla y precisa pudiendo cumplir las metas fijadas en cuanto a los recursos económicos y de tiempo. Las reparaciones son muy simples y la detección de los problemas de pérdidas en cañerías de agua es inmediata.



RECICLAJE

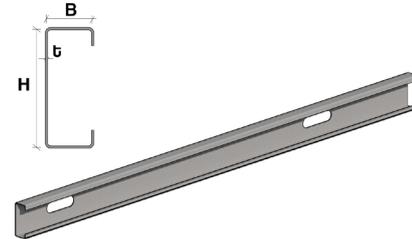
La composición del acero producido para la utilización en este sistema constructivo en la actualidad, incluye más de un 60% de acero reciclado por lo que, desde un punto de vista ecológico, lo caracteriza como muy eficiente.

SECCIONES

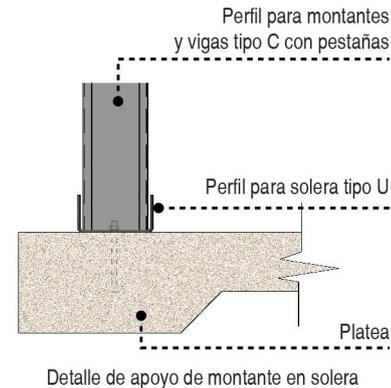
El sistema *steel framing* emplea una serie de perfiles de acero galvanizados, de espesores delgados, con los cuales es posible formar los entramados de muros, pisos y cubiertas, por simples encastres y uniones entre ellos. La adopción de perfiles racionalmente diseñados permite formar una variedad de combinaciones, por la ventaja de contar con piezas modulares y estandarizadas, lo cual apunta a una reducción de los costos por producción masiva de esos perfiles y por técnicas estándar de fabricación y de construcción. Para cumplir con ese objetivo, el número de perfiles debe ser limitado para que, con pocos elementos modulares, sea posible lograr construcciones variadas.

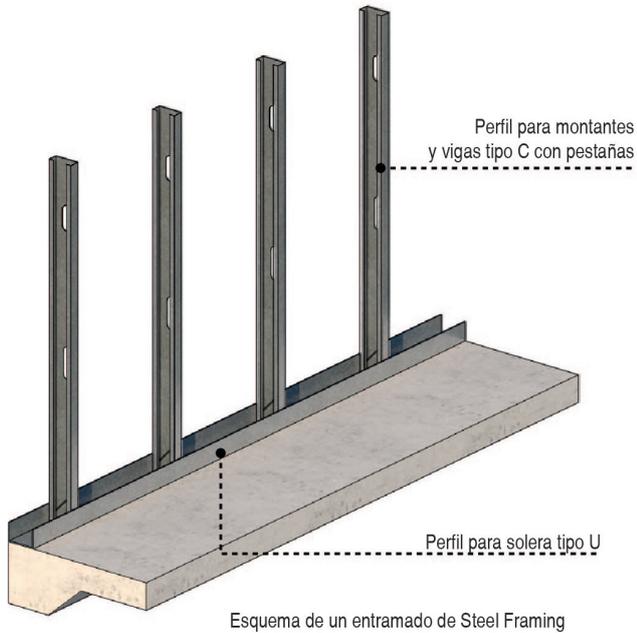
Se presentan a continuación, a modo de ejemplo, los perfiles más comunes que se utilizan:

- Perfil para montantes y vigas. Es el perfil más importante que sirve de pilar portante de los muros y tabiques del sistema. Son perfiles del tipo C con pestañas. Los perfiles vigas tienen la misma forma que los montantes, pero poseen mayores alturas y espesores para poder afrontar mayores flexiones ya que, se emplean principalmente como viguetas de entresijos. Sin embargo, los perfiles reforzados utilizados para las vigas, también pueden ser empleados como montantes o columnas con cargas importantes.



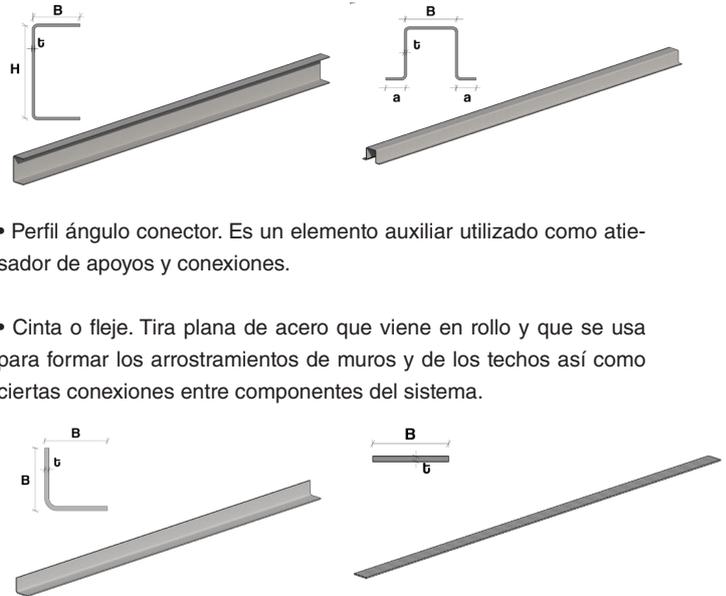
- Perfil para solera. Este perfil es del tipo U y complementario de los montantes para formar los entramados estructurales de los paneles del *steel framing*. Estas soleras son levemente más anchas que los respectivos montantes y permiten encastrar los extremos de los mismos dentro de estos perfiles. Al ser más anchas que los montantes es posible que éstos se apoyen plenamente en la cara plana de las almas de las soleras evitando que los extremos de los montantes interfieran con la curvatura interior de las soleras.





- Perfil para mini canal. Se emplea como elemento bloqueador de los montantes y para otros usos complementarios.
- Perfil para mini galera. Se emplea como correas de techo en luces pequeñas y puede utilizarse para otros usos como por ejemplo para

perfiles de arriostramiento.



El dimensionamiento de cada uno de estos elementos ha sido el resultado de un proceso en el cual a cada perfil se le ha dado la forma más adecuada a la función que debe desarrollar en el entramado de los muros, pisos y techos.

PLACAS DE CERRAMIENTO

En todos los casos, las placas de cerramiento, son paneles ya sea formados por láminas delgadas de madera con sus fibras orientadas en sentidos perpendiculares entre sí, encoladas con adhesivos fenólicos resistentes a la humedad, denominados laminados o terciados o bien, láminas tipo viruta de tamaños medianos de multi-orientación de fibras denominados OSB.

Estos paneles son de variados espesores, en general no menores a 9,5 mm, y por la contribución de los componentes de fibra de la madera confieren a dichas placas una confiable resistencia que los habilita para ser utilizados como cerramientos de paredes y pisos.

Las calidades, cualidades y resistencias son generalmente suministradas por los fabricantes

quienes proporcionan los datos técnicos a través de sus institutos.

En cuanto a las dimensiones de las placas en general, se basan en las unidades de medida del sistema internacional como el pie y la pulgada siendo las más comunes 1,22 m (o 1,20 m) de ancho (4 pies) y 2,44 m (o 2,40 m) de largo (8 pies).



MÉTODO DE CÁLCULO

Actualmente tanto el *American Iron and Steel Institute* (Instituto americano del hierro y el acero) o AISI, como el AISC o *American Institute of Steel Construction* (Instituto americano de construcción en acero) han adoptado dos formas de cálculo, la de tensiones admisibles (ASD) y la de los factores de carga y resistencia (LRFD) que los ingenieros pueden adoptar a su conveniencia.

MÉTODO DE PREDIMENSIONADO

Fuente: Conferencia Ing. Francisco Pedrazzi, 3er Seminario de la Construcción Industrializada, organizado por el INCOSE en Fematec 2003.

El procedimiento a seguir para el predimensionado de los perfiles que conforman la estructura del *steel framing* es muy sencillo, ya que no es necesario diseñar secciones nuevas sino que, por estar normalizadas las características físicas y mecánicas de los perfiles que se utilizan (IRAM-IAS U500-205) y tabuladas sus capacidades de carga (tablas del IAS - Instituto Argentino de Siderurgia), únicamente hay que determinar las solicitaciones en cada elemento. Aun así, en todos los casos, se recomienda contar con el asesoramiento de un profesional idóneo.

Método Prescriptivo

Consiste en seleccionar la sección de los perfiles a utilizar según la siguiente secuencia:

1. Determinar las solicitaciones que actúan sobre los elementos componentes de la estructura:

En este punto se deben determinar las cargas y sobrecargas, estáticas y dinámicas, que actúan sobre la estructura de acuerdo a condiciones tales como: ubicación geográfica (viento, nieve, sismo, etc.), uso de la construcción (vivienda, oficina, depósito, etc.), materiales, etc. Con estas cargas y sobrecargas combinadas, se obtienen las solicitaciones en servicio para cada elemento estructural. Determinar correctamente estas solicitaciones es fundamental para diseñar una estructura resistente, eficiente, segura y económica.

Para la definición de las cargas estáticas, permanentes y accidenta-

les, ver reglamentos:

- CIRSOC 101/2005: “Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el cálculo de las Estructuras de los edificios”
- CIRSOC 104/2005: “Acción de la Nieve y del Hielo sobre las Construcciones”

Para las cargas dinámicas, debidas al viento y al sismo, ver reglamentos:

- CIRSOC 102/2005: “Acción del Viento sobre las Construcciones”
- INPRES-CIRSOC 103/2016: “Normas Argentinas para Construcciones Sismoresistentes”

2. Seleccionar las tablas o procedimiento a seguir:

Para este punto se cuenta con tablas desarrolladas para solicitudes admisibles según la recomendación del reglamento CIRSOC 303 (CIRSOC: Centro de Investigación de los Reglamentos nacionales de Seguridad para las Obras Civiles del Instituto Nacional de Tecnología Industrial) o con tablas desarrolladas por el AISI (LRFD). La diferencia entre ambos procedimientos radica en que para el uso de las tablas elaboradas con las recomendaciones del CIRSOC se utilizan las solicitudes en servicio determinadas anteriormente, mientras que para las tablas del AISI e2) estas solicitudes deben ser previamente mayoradas con una serie de factores indicados en

la norma.

Para el dimensionado ver reglamentos:

- CIRSOC 108/2007: “Cargas de Diseño para Estructuras Durante su Construcción.”
- CIRSOC 301/2005: “Estructuras de Acero para Edificios.”
- CIRSOC 302/2005: “Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios.”
- CIRSOC 303/2009: “Elementos estructurales de Acero de Sección Abierta Conformados en Frío.”
- CIRSOC 304/2007: “Soldadura de Estructuras en Acero. Recomendación”
- CIRSOC 305/2007: “Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia.”

3. Proponer perfiles y verificar.

Para esta tarea solo se debe ingresar a las tablas elegidas, con el perfil propuesto y verificar su capacidad resistente que debe ser superior a la solicitud obtenida en el punto anterior.

Tablas de carga para perfiles basadas en el reglamento CIRSOC 303

El Ing. Gustavo Darin, autor del reglamento CIRSOC 303, desarrolló tablas de carga para los perfiles utilizados por el sistema *steel framing* y comprendidos en la norma IRAM IAS U 500-205.

Para el desarrollo de las tablas se aplicó el método de cálculo indicado en el reglamento CIRSOC 303-2007 donde se adopta el diseño por factores de carga y resistencia (LFRD).

Las mismas se elaboraron en base a tres elementos estructurales básicos que componen una vivienda unifamiliar:

- a) Vigas de entrepiso.
- b) Montantes externos sometidos únicamente a la acción del viento perpendicular al plano (muro cortina).
- c) Montantes externos sometidos a la combinación de la acción del viento perpendicular al plano y cargas verticales (esfuerzos axiales).

El conjunto de tablas consiste en:

- a. Tabla con las características geométricas y resistentes de las secciones U conformadas en frío para ser utilizadas como soleras.
- b. Tabla de cargas admisibles, uniformemente repartidas para vigas.
- c. Tabla de longitudes máximas entre apoyos para soportes de muros cortina.
- d. Tabla de cargas admisibles para montantes, sometidos a momento flector y cargas axiales.

a. Tabla con las características geométricas y resistentes de las secciones U conformadas en frío para ser utilizadas como soleras

PERFIL	DIMENSIONES				
	A x e (mm)	b (mm)	C (mm)	r ⁴ (mm)	Area ² (cm ²)
90 x 0.89	40	17	1,40	1,76	1,44
90 x 1.24	40	17	1,92	2,41	1,96
90 x 1.60	40	17	2,46	3,07	2,47
100 x 0.89	40	17	1,40	1,84	1,51
100 x 1.24	40	17	1,92	2,54	2,06
100 x 1.60	40	17	2,46	3,23	2,6
140 x 0.89	40	17	1,40	2,2	1,81
140 x 1.24	40	17	1,92	3,03	2,46
140 x 1.60	40	17	2,46	3,87	3,12
140 x 2.00	40	17	3,06	4,78	3,83
150 x 0.89	40	17	1,40	2,29	1,88
150 x 1.24	40	17	1,92	3,16	2,56
150 x 1.60	40	17	2,46	4,03	3,24
150 x 2.00	40	17	3,06	1,98	3,99
200 x 1.24	44	17	1,92	3,88	3,14
200 x 1.60	44	17	2,46	4,96	3,99
200 x 2.00	44	17	3,06	6,14	4,92
250 x 1.60	44	17	2,46	5,76	4,63
250 x 2.00	44	17	3,06	7,14	5,72
250 x 2.50	44	17	3,81	8,83	7,04
300 x 1.60	44	17	2,46	6,56	5,28
300 x 2.00	44	17	3,06	8,14	6,52
300 x 2.50	44	17	3,81	10,08	8,04

CARACTERISTICAS DE LA SECCION BRUTA									SECCION NETA			
I_x (cm ⁴)	I_z (cm)	W_z (cm ³)	I_y (cm ⁴)	I_v (cm)	I_y (cm ⁴)	I (cm ⁰)	x_o (cm)	x_c (cm)	A (cm ²)	I_z (cm ⁴)	W_z (cm)	I_y (cm ⁴)
22,34	3,57	4,96	4,39	1,58	0,00464	90,20	1,45	2,23	1,42	21,93	4,87	3,57
30,22	3,54	6,71	5,90	1,56	0,01237	118,96	1,44	2,26	1,94	29,65	6,59	4,78
37,74	3,50	8,39	7,32	1,54	0,02621	144,73	1,44	2,29	2,46	37,00	8,22	5,92
28,59	3,94	5,72	4,56	1,57	0,00487	109,71	1,38	2,16	1,51	28,18	5,64	3,83
38,73	3,91	7,75	6,13	1,55	0,01301	144,97	1,38	2,18	2,07	38,17	7,63	5,13
48,48	3,87	9,70	7,60	1,53	0,02758	176,76	1,38	2,21	2,62	47,74	9,55	6,35
63,24	5,36	9,03	5,09	1,52	0,00581	214,85	1,16	1,93	1,86	62,83	8,98	4,59
86,11	5,33	12,30	6,84	1,50	0,01555	285,81	1,16	1,94	2,56	85,55	12,22	6,17
108,40	5,29	15,49	8,50	1,48	0,03304	351,10	1,16	1,96	3,26	107,67	15,38	7,66
131,63	5,25	18,80	10,17	1,46	0,06374	414,81	1,16	1,98	4,02	130,72	18,67	9,16
74,54	5,71	9,94	5,20	1,51	0,00605	248,33	1,12	1,89	1,95	74,13	9,88	4,74
101,60	5,67	16,55	6,98	1,49	0,01619	330,79	1,12	1,89	2,69	101,03	13,47	6,37
128,02	5,63	17,07	8,68	1,47	0,03441	406,97	1,12	1,91	3,42	127,29	16,97	7,91
155,65	5,59	20,75	10,39	1,44	0,06640	481,70	1,12	1,92	4,22	154,74	20,63	9,46
213,73	7,42	21,37	9,49	1,56	0,01987	769,03	1,07	1,87	3,41	213,16	21,32	8,95
270,55	7,39	27,06	11,81	1,54	0,04232	953,70	1,07	1,88	4,35	269,82	26,98	11,14
330,79	7,34	33,08	14,19	1,52	0,08187	1139,56	1,07	1,88	5,38	329,88	32,99	13,38
468,04	9,01	37,44	12,48	1,47	0,04915	1575,28	0,93	1,70	5,15	467,31	37,38	11,99
573,92	8,97	45,91	14,99	1,45	0,09520	1890,38	0,93	1,70	6,38	573,01	45,84	14,40
699,68	8,90	55,97	17,79	1,42	0,18401	2243,01	0,93	1,70	7,88	698,54	55,88	17,09
737,53	10,60	49,17	12,99	1,41	0,05598	2382,20	0,83	1,55	5,95	736,80	49,12	12,62
906,31	10,55	60,42	15,59	1,38	0,10854	2866,93	0,83	1,55	7,38	905,39	60,36	15,15
1108,10	10,48	73,42	18,50	1,35	0,21005	3414,86	0,83	1,55	9,13	1106,95	73,80	17,98

Tabla de secciones para vigas y montantes

Designación del perfil	Altura del alma A	Ancho del ala B	Espesor e		Radio int. De acuerdo r	Area de la seccion nominal S	Masa por metro nominal G	dist. Al centro de gravedad Xg	Momento de inercia		Modulo resistente		Radios de giro	
			Sin recubrimiento	galvanizado					Jx	Jy	Wx	Wy	ix	iy
			mm	mm										
PGU 90 x 0.89	92	35	0,89	0,93	1,4	1,41	1,15	0,8	18,08	1,65	3,93	0,61	3,58	1,08
PGU 90 x 1.24	93	35	1,24	1,28	1,92	1,96	1,58	0,82	25,35	2,27	5,45	0,84	3,59	1,07
PGU 90 x 1.60	94	35	1,6	1,64	2,46	2,53	2,03	0,83	32,9	2,88	7	1,08	3,61	1,07
PGU 100 x 0.89	102	35	0,89	0,93	1,4	1,5	1,22	0,76	23,02	1,7	4,51	0,62	3,92	1,06
PGU 100 x 1.24	103	35	1,24	1,28	1,92	2,09	1,68	0,77	32,25	2,33	6,26	0,85	3,93	1,06
PGU 100 x 1.60	104	35	1,6	1,64	2,46	2,96	2,15	0,79	41,81	2,96	8,04	1,09	3,94	1,05
PGU 140 x 0.89	142	35	0,89	0,93	1,4	1,85	1,51	0,62	50,63	1,84	7,14	0,64	5,22	1
PGU 140 x 1.24	143	35	1,24	1,28	1,92	2,58	2,08	0,64	70,37	2,53	9,87	0,88	5,23	0,99
PGU 140 x 1.60	145	35	1,6	1,64	2,46	3,33	2,67	0,65	91,68	3,22	12,73	1,13	5,25	0,98
PGU 140 x 2.00	146	35	2	2,04	3,06	4,15	3,31	0,67	114,63	3,96	15,81	1,4	5,26	0,98
PGU 150 x 0.89	152	35	0,89	0,93	1,4	1,95	1,59	0,59	59,84	1,87	7,88	0,64	5,55	0,98
PGU 150 x 1.24	153	35	1,24	1,28	1,92	2,71	2,18	0,61	83,64	2,57	10,93	0,89	5,56	0,97
PGU 150 x 1.60	154	35	1,6	1,64	2,46	3,49	2,8	0,63	108,1	3,27	14,04	1,14	5,57	0,97
PGU 150 x 2.00	155	35	2	2,04	3,06	4,35	3,47	0,65	135,13	4,02	17,44	1,41	5,57	0,96
PGU 200 x 1.24	203	35	1,24	1,28	1,92	3,33	2,68	0,51	168,86	2,72	16,64	0,91	7,13	0,9
PGU 200 x 1.60	204	35	1,6	1,64	2,46	4,29	3,44	0,52	218	3,46	21,37	1,16	7,13	0,9
PGU 200 x 2.00	204	35	2	2,04	3,06	5,33	4,25	0,55	268,9	4,25	26,36	1,44	7,1	0,89
PGU 250 x 1.60	254	35	1,6	1,64	2,46	5,09	4,08	0,45	381,5	3,59	30,04	1,18	8,66	0,84
PGU 250 x 2.00	255	35	2	2,04	3,06	6,35	5,07	0,57	476,26	4,41	37,35	1,46	8,66	0,83
PGU 250 x 2.50	256	35	2,5	2,54	3,81	7,91	6,3	0,5	592,82	5,41	46,31	1,8	8,65	0,83
PGU 300 x 0.89	302	35	0,89	0,93	1,4	3,28	2,67	0,37	338,7	2,11	22,43	0,67	10,16	0,8
PGU 300 x 1.24	304	35	1,6	1,64	2,46	5,89	4,72	0,4	608,6	3,68	40,04	1,19	10,17	0,79
PGU 300 x 1.60	305	35	2	2,04	3,06	7,35	5,87	0,42	759,65	4,53	49,81	1,47	10,17	0,79
PGU 300 x 2.00	306	35	2,5	2,54	3,81	9,16	7,29	0,45	945,74	5,56	61,81	1,82	10,16	0,78

b. Tabla de cargas admisibles, uniformemente repartidas para vigas.

Se han considerado secciones C con pestañas, simplemente apoyadas (la tabla no es válida para tramos continuos). En la tabla se indica en kN/m^2 ($1\text{kN/m}^2 = 100\text{ kg/m}^2$), las cargas uniformemente repartidas por unidad de superficie que resiste cada perfil, verificando resistencia y deformación, para separaciones entre ejes de vigas de 400 mm y 600 mm. La deformación máxima admisible se considera igual a $L/360$.

Para el cálculo de la resistencia se consideran las siguientes formas de falla, para la sección bruta y la sección neta (descontando las dimensiones para los agujeros admisibles indicados en la norma IRAM IAS U 500-205):

- a. Resistencia por flexión
- b. Abolladura del alma por flexión
- c. Abolladura de la pestaña por compresión debida a la flexión
- d. Abolladura del ala por compresión debida a la flexión
- e. Resistencia por corte
- f. Abolladura del alma debida al corte

Los valores indicados en la tabla corresponden al menor de todos los valores anteriores garantizando que los demás verifican.

No se considera el efecto del pandeo lateral de las vigas debido a que el mismo se encuentra impedido por la presencia del entrepi-

so, por lo tanto, se deberá tener en cuenta que la vinculación entre el entrepiso y la viga debe proveer la rigidez necesaria para evitar este fenómeno. Tampoco se consideró la abolladura local del alma debida a cargas concentradas (como por ejemplo en los apoyos), por lo cual, es imprescindible para la utilización de la tabla, realizar en forma detallada este análisis según el reglamento CIRSOC 303 o colocar rigidizadores en los apoyos.

Para el predimensionado de las vigas de un entrepiso se debe proceder de la siguiente manera:

1. Determinar la carga permanente, presuponiendo un peso propio a los perfiles.
2. Determinar las sobrecargas de diseño.
3. Obtener la combinación de cargas de servicio (D+L).
4. Definir una luz entre apoyos.
5. Adoptar una separación entre vigas.
6. Verificar que la carga admisible, tanto para resistencia como para deformación, sea mayor o igual que la suma de la carga permanente más la sobrecarga (combinación de servicio).

PERFIL PGC	Longitud	2,50 m		3,00 m		3,50 m	
	Separación	40 cm	60 cm	40 cm	60 cm	40 cm	60 cm
150 x 0,89	resistencia	4,01	2,68	2,87	1,92	2,11	1,41
	deformación	5,34	3,56	3,09	2,06	1,95	1,30
150 x 1,24	resistencia	6,69	4,46	4,65	3,10	3,41	2,28
	deformación	7,28	4,85	4,21	2,81	2,65	1,77
150 x 1,60	resistencia	8,74	5,83	6,07	4,05	4,46	2,97
	deformación	9,18	6,12	5,31	3,54	3,34	2,23

Tabla de cargas admisibles para vigas en KN/m

Por ejemplo, si se necesita determinar qué perfil es el adecuado para un entrepiso de 3 m de luz, con una separación de vigas de 400 mm y una carga total en el entrepiso de 400 kg/m² (carga permanente + sobrecarga):

1. Se ingresa con la luz de diseño (en este caso 3 m).
2. Se elige la columna correspondiente a una separación entre vigas de 400 mm.
3. Se busca en la columna los valores de cargas admisibles, tanto para resistencia como para deformación, que supere la suma de carga permanente y la sobrecarga de 400 kg/m² (4 kN/m²).
4. Finalmente se lee en la columna de la izquierda la sección del perfil que cumple con esta condición. En este caso resulta un perfil PGC 150 mm x 1,24 mm, como se muestra a continuación.

PERFIL PGC	Longitud	2,50 m		3,00 m		3,50 m	
	Separación	40 cm	60 cm	40 cm	60 cm	40 cm	60 cm
150 x 0,89	resistencia	4,01	2,68	2,87	1,92	2,11	1,41
	deformación	5,34	3,56	3,09	2,06	1,95	1,30
150 x 1,24	resistencia	6,69	4,46	4,65	3,10	3,41	2,28
	deformación	7,28	4,85	4,21	2,81	2,65	1,77
150 x 1,60	resistencia	8,74	5,83	6,07	4,05	4,46	2,97
	deformación	9,18	6,12	5,31	3,54	3,34	2,23

c. Tabla de longitudes máximas entre apoyos para soportes de muros cortina.

Esta es una condición bastante común en construcciones donde la estructura principal está formada por pórticos de hormigón armado o metálico, y donde los perfiles de acero conformados en frío se utilizan únicamente como cerramiento externo para soportar la acción del viento perpendicular al plano de fachada, pero no las cargas verticales. En la realización de las tablas se han considerado los montantes como simplemente apoyados y se obtienen las longitudes entre apoyos que resultan admisibles para verificar una deformación admisible producida por la acción del viento, considerado como una carga uniformemente distribuida, para separaciones de montantes de 400 mm o 600 mm.

Las longitudes verifican deformaciones que no superen L/360; L/600 y L/720 según sea admitido por el material elegido para la envolvente y las carpinterías. No se tuvieron en cuenta criterios de resistencia, por lo tanto, estas tablas deberán usarse en conjunto con las de montantes flexo-compresivos. Ambos extremos de los montantes deben estar vinculados a la estructura principal de modo que no se permita el giro en el plano de la sección (rotación) ni los desplazamientos en las direcciones perpendiculares al eje.

PERFIL PGC	CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS											
	0.25 kN/m ²			0.50 kN/m ²			0.75 kN/m ²			1.00 kN/m ²		
	SEPARACIÓN 400 mm											
	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720
90 x 0,89	461	389	366	366	309	291	320	270	254	291	245	231
90 x 1,24	510	430	405	405	342	321	354	298	281	321	271	255
90 x 1,60	549	463	436	436	368	346	381	321	302	346	302	275
100 x 0,89	502	423	398	398	336	316	348	293	276	316	267	251
100 x 1,24	555	468	441	441	372	350	385	325	305	350	295	278

Tabla de cargas admisibles para montantes en KN/m

Como ejemplo se presenta el caso de un muro formado por montantes separados 400 mm con una altura de 2600 mm. y sometido a una presión de viento de 0,5 kN/m². Se define una deformación límite igual a la L/600. Se elige la tabla correspondiente a montantes separados 400 mm e ingresando con el valor de presión de viento y la

deformación máxima admitida por el diseñador, se determina un perfil PCG 90 mm x 0,89 mm que admite una longitud de 309 cm mayor que los 260 cm requeridos para esas condiciones

PERFIL PCG	CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS											
	0.25 kN/m ²			0.50 kN/m ²			0.75 kN/m ²			1.00 kN/m ²		
	SEPARACION 400 mm											
	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720
90 x 0,89	461	309	366	366	309	291	320	270	254	291	245	231
90 x 1,24	510	430	405	405	342	321	354	298	281	321	271	255
90 x 1,60	549	463	436	436	368	346	381	321	302	346	392	275
100 x 0,89	502	423	398	398	336	316	348	293	276	316	267	251
100 x 1,24	555	468	441	441	372	350	385	325	305	350	295	278

d. Tabla de cargas admisibles para montantes, sometidos a momento flector y cargas axiales (flexo-compresión).

Esta es la condición más común del montante de una vivienda que recibe por un lado la acción del viento en la fachada como una presión uniforme en

una de sus alas (flexión) y la acción que le transmite la viga de entrepiso o cabriada que apoya en él (esfuerzo axial). En estos casos se han desarrollado dos juegos de tablas donde la que aquí se expone representa una condición de arriostamiento de los montantes cada 1300 mm en toda su longitud, lo cual impide la rotación de la sección. Esto pue-

de estar materializado en la realidad con flejes de acero que unen las alas de los montantes de modo de impedir que roten. Otra forma de sujeción considerada es el arriostamiento continuo a lo largo del ala del montante, atornillando el mismo a una placa rígida en su plano (puede ser un multilaminado fenólico como por ejemplo las placas de OSB) mediante tornillos colocados cada aproximadamente 300 mm.

Para el cálculo de la resistencia se aplicaron las expresiones de interacción del reglamento CIRSOC 303 que tienen en cuenta las siguientes formas de falla:

- a. Pandeo por flexión respecto del eje de mayor de inercia para los montantes arriostrados en toda su longitud.
- b. Pandeo por flexión y flexo-torsión para los montantes arriostrados cada 1300 mm.
- c. Abolladura del alma por flexión.
- d. Abolladura de alma debido a la carga axil.
- e. Abolladura de la pestaña debida a la compresión y a la flexión.
- f. Abolladura del ala por compresión debida a la flexión y a la compresión.
- g. Resistencia por corte.
- h. Abolladura del alma debida a esfuerzos por cor-

te.

Se analizaron estas formas de falla para barras flexo-comprimidas considerando la sección bruta y la sección neta. Los valores indicados en las tablas corresponden en todos los casos al menor valor obtenido para verificar los restantes estados límites.

Ambos extremos del montante deben estar vinculados al resto de la estructura de modo que los giros de los extremos queden impedidos en el plano de la sección (rotación) al igual que los desplazamientos en las direcciones perpendiculares al eje del montante. Debe verificarse adicionalmente que, de acuerdo a lo indicado en el reglamento, la máxima esbeltez de la barra no supere 200.

esp. (mm)	0		0,25		0,5		0,75	
	0,89	0,89	1,24	0,89	1,24	0,89	1,24	
long. (m)	SEPARACIÓN 400 mm							
2,40	9,46	7,90	12,73	6,69	11,22	5,67	9,94	
2,60	9,20	7,50	11,99	6,18	10,40	5,08	9,04	
2,70	9,06	7,28	11,61	5,93	9,98	4,78	8,59	
3,00	8,58	6,59	10,41	5,10	8,67	3,86	7,20	
3,30	8,02	5,70	9,02	4,12	7,18	2,84	5,67	

Tabla de cargas admisibles en KN para montantes flexo-comprimidos separados 400mm

Como ejemplo se verifica el perfil PGC 90 mm x 0,89 mm usado anteriormente, con una separación de 400 mm y una presión de viento de 0,5 kN/m². Su longitud era de 2600 mm y se lo considera arriostrado cada 1300 mm. Se elige la tabla correspondiente para montantes con separación de 400mm. Como estas tablas son de doble entrada, se ingresa por un lado con la presión del viento obtenida, eligiendo la columna del espesor de la chapa del perfil que en este caso es 0,89 mm y por el otro con la longitud del perfil indicado en la columna de la izquierda hasta seleccionar los 2600 mm, obteniéndose la carga máxima admisible a compresión resultando igual a 6,18 kN (618 kg).

esp. (mm)	0		0,25		0,5		0,75	
	0,89	0,89	1,24	0,89	1,24	0,89	1,24	
long. (m)	SEPARACION 400 mm							
2,40	9,46	7,90	12,73	6,59	11,22	5,67	9,94	
2,60	9,20	7,50	11,99	6,18	10,40	5,08	9,04	
2,70	9,06	7,28	11,61	5,93	9,98	4,78	8,59	
3,00	8,58	6,59	10,41	5,10	8,67	3,86	7,20	
3,30	8,02	5,70	9,02	4,12	7,18	2,84	5,67	

Como se mencionó anteriormente, las tablas de carga aquí expuestas, constituyen una herramienta útil para el predimensionado de la estructura de una vivienda, pero no eximen al profesional de realizar todos los cálculos y verificaciones pertinentes.

