



Volumen

1

ESJ STEEL JOIST



Largueros de acero de alma abierta

Steel Joist

Aspectos básicos

LARGUEROS DE ACERO DE ALMA ABIERTA

Steel Joist . Aspectos básicos

© ESJ Steel Joist
Pascual Orozco 3500 • Zona Industrial
Cd. Aldama, Chih. • México CP 32900
Tel. (614) 429-9200 • Fax (614) 429-9229
Rev. 1 • 15/Feb/2007

Tabla de Contenido

Introducción	i	1.6 DEFLEXION Y CONTRA-FLECHA	11
1.1 DEFINICIONES	1	1.6.1 Deflexión	11
1.1.1 Joist	1	1.6.2 Contraflecha	11
1.1.2 Joist Girder	1	1.7 ACABADO	12
1.2 PARTES DE UN JOIST	2	1.8 CONSIDERACIONES ESPECIALES	13
1.2.1 Cuerdas	2	1.8.1 Succión neta de viento	13
1.2.2 Celosía	2	1.8.2 Sistema SSR	14
1.2.3 Silletas	2	1.8.3 Unidades mecánicas	14
1.3 STEEL JOIST INSTITUTE	3	1.8.4 Cargas axiales en cuerda superior	15
1.3.1 Steel Joist Institute	3	1.8.5 Joist como parte de un marco	15
1.3.2 Especificaciones	3	1.9 ACCESORIOS	16
1.3.3 Certificación del SJI	4	1.9.1 Contraflamdeo	16
1.4 USOS Y VENTAJAS DEL JOIST	5	1.9.2 Riostras	17
1.4.1 Usos	5		
1.4.2 Ventajas	5		
1.5 SERIES ESTÁNDAR DE JOIST	7		
1.5.1 Serie K	7		
1.5.2 Serie LH y DLH	7		
1.5.3 Serie Joist Girders	8		
1.5.4 Tablas de cargas	9		
1.5.5 Joist KCS	9		
1.5.6 Joist JS	10		

Introducción

ESJ Steel Joist, especialista en el área de diseño y fabricación de estructuras metálicas para cubierta, ha logrado penetrar en el mercado nacional y de exportación desde 1986. Desde que ESJ Steel Joist fue creada, se pensó en las necesidades de la Industria de la Construcción, y es por eso que durante más de una década hemos incrementado el número de productos y servicios que satisfacen las necesidades de nuestros clientes.

Por lo anterior hemos desarrollado el siguiente folleto, teniendo como finalidad el dar a conocer a nuestros clientes, de una manera introductoria, los diferentes productos que ofrecemos así como algunos conceptos básicos que deberán tomarse en cuenta para la adecuada solución de sus proyectos. Esperamos que este volumen le sea de utilidad, de tal forma que se empleen al máximo todas las ventajas que los largueros de alma abierta ofrecen.

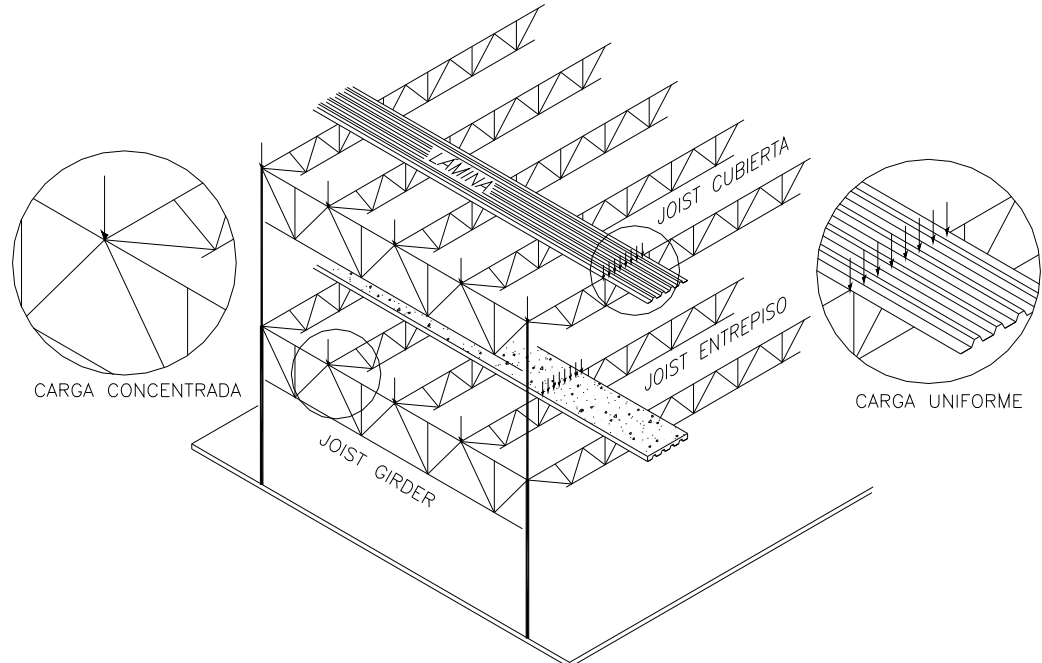
Definiciones

1.1.1 Joist.

Miembro estructural con un sistema de alma abierta el cual soporta directamente las cargas de la lámina de cubierta o entrepiso utilizando elementos de acero rolado en caliente o formados en frío y es diseñado como un miembro simplemente apoyado.

1.1.2 Joist Girder.

Miembro estructural primario con un sistema de alma abierta, diseñado como un miembro simplemente apoyado y que soporta cargas concentradas, generalmente con espaciamientos iguales, de una cubierta o entrepiso. Se fabrica utilizando acero rolado en caliente o formado en frío.



Partes de un Joist

Los joist se componen de elementos individuales y estos se clasifican en tres partes generales que son:

- Cuerdas
- Celosía
- Silletas

1.2.1 Cuerdas.

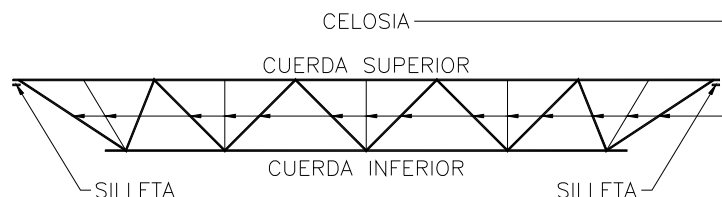
Miembro compuesto generalmente de dos ángulos y que se localiza tanto en la parte superior como inferior de un joist, usualmente con una separación entre las cuerdas. Estos elementos se encargan de soportar los momentos de flexión en el larguero. En la gran mayoría de los casos son los ángulos de mayor tamaño de los que componen el joist.

1.2.2 Celosía.

Es la serie de elementos diagonales y verticales que conectan las cuerdas superior e inferior y que forman triángulos en toda la longitud del joist. Tienen la función de soportar la fuerza cortante en el larguero. Puede ser de ángulo o redondo.

1.2.3 Silletas.

Elemento localizado en ambos extremos del joist para conectarlo a sus apoyos, además de permitir un manejo adecuado de la altura del apoyo. Se puede utilizar ángulo o placa.



Steel Joist Institute

Dentro de la industria del joist en Norteamérica, existe un organismo encargado de establecer los estándares y especificaciones. Este organismo es el *Steel Joist Institute* (SJI) y nuestra compañía es uno de sus miembros.

1.3.1 Steel Joist Institute (SJI).

El Steel Joist Institute, organización no lucrativa de fabricantes de joist que mantiene segura la práctica de ingeniería en la industria de los joist. Este instituto coopera con agencias gubernamentales y privadas estableciendo estándares y desarrollando investigaciones sobre sus productos para asegurar la integridad estructural de los mismos.



Desde que el SJI adoptó las primeras especificaciones estándar y la primer tabla de cargas en 1928 y 1929 respectivamente, el diseñador de edificios ha sido capaz de especificar designaciones de joist estándar en lugar de designar cada uno de los elementos estructurales que componen los joist.

1.3.2 Especificaciones.

Como ya se mencionó, el SJI es el organismo encargado de emitir las especificaciones para el diseño de los joist, estas especificaciones están contenidas en:

42nd edition standard specifications , load tables and weight tables

for Steel Joist and Joist Girders

Además de contener las especificaciones, esta publicación contiene las tablas de cargas y pesos para cada una de las tres series de joist actuales.

1.3.3 Certificación del SJI.

Para obtener la certificación del SJI, nuestra compañía debe cumplir con las siguientes características:

- Diseño de acuerdo con las especificaciones y tablas de carga estándar.
- Realización de pruebas físicas, para verificar los resultados del diseño. (Únicamente para Joist Serie K.)
- Calidad certificada en los materiales.
- Infraestructura y equipo necesarios para fabricar los largueros con calidad adecuada.
- Contar con mano de obra calificada.

Usos y ventajas del Joist

1.4.1 Usos.

La utilización de los joist en la industria de la construcción es ampliamente extendida, ya que se pueden encontrar en edificios tales como:

- Naves industriales
- Centros comerciales
- Escuelas
- Edificios de oficinas.

Además pueden ser empleados en cubiertas (techos) o entrepisos, en los que soportan por lo general el peso de una metalosa.

1.4.2 Ventajas.

Los largueros de alma abierta representan una alternativa sencilla, económica y segura para edificar todo tipo de construcciones. Dentro de la variedad de ventajas que ofrece este producto podemos mencionar:

- **Economía.** Al ser un elemento de alma abierta puede salvar claros con un mínimo de peso.
- **Poca deflexión.** Debido a su peralte los joist son capaces de soportar grandes claros con un mínimo de deflexión, además los joist son fabricados en planta con una contraflecha estándar.
- **Seguridad.** Al ser un producto certificado, en sus materiales y proceso de fabricación se siguen procedimientos para asegurar la calidad del producto.
- **Permite el paso de instalaciones propias de edificios.** Como consecuencia de su características geométricas, los ductos e instalaciones pueden pasar a través de su celosía y sujetarse fácilmente a las cuerdas.

- **Conexiones sencillas.** Los joist se fabrican con silletas estándar que facilitan tanto el montaje, como su conexión con otros elementos.
- **Refuerzos simples.** En caso de ocurrir cargas no consideradas en el diseño original, y si los cálculos así lo requieren, los joist pueden ser reforzados de una manera relativamente sencilla.

Series estándar de Joist

Las actuales especificaciones del SJI (42^a edición), contienen tres especificaciones estándar para tres distintas series de joist:

- Serie K
- Serie LH y DLH
- Joist Girders

1.5.1 Serie K.

Se definen como armaduras simplemente apoyadas y de cuerdas paralelas que soportan cargas uniformes de cubierta o entrepiso.

La serie K se distingue por un rango de peraltes de 8" (20.3 cm) a 30" (76.2 cm) y un claro máximo de 60' (18.288 m).

La máxima carga uniforme para esta serie que se indica en las tablas es de 550 plf (818 kg/m). La designación estándar es como sigue:

20	K	7
Peralte (in)	Serie	Número de sección

Alternativamente se puede designar un joist indicando las cargas total, viva e inclusive la succión neta separadas por diagonales, en lugar del número de sección. (p. e. 20K374/242/-100).

1.5.2 Serie LH y DLH.

La segunda serie se define como armadura simplemente apoyada con carga uniforme, y que puede o no tener sus cuerdas paralelas. La serie LH puede soportar cargas de entrepiso y cubierta en tanto que la serie DLH puede soportar cargas de cubierta..

La serie LH incluye un rango de peraltes de entre 18” (45.7 cm) y 48” (121.9 cm). Esta serie tiene un claro máximo de 96’ (26.261 m). La serie DLH se distingue por peraltes de entre 52” (132.0 cm) y 72” (182.9 cm) y claro máximo de 144’ (43.891 m).

36	LH	07
Peralte (in)	Serie	Número de sección

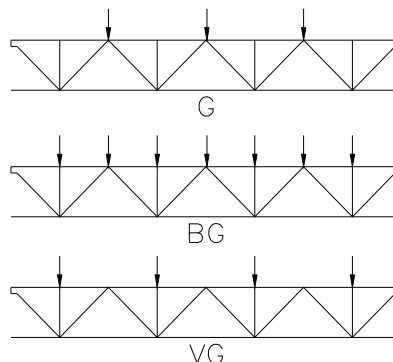
1.5.3 Serie Joist Girders.

La tercer serie es Joist Girder que son elementos primarios con cargas concentradas y son diseñados como simplemente apoyados. Las cargas serán aplicadas por los joist, típicamente iguales en magnitud y equidistantes a lo largo de la cuerda superior del Joist Girder. Las tablas de joist del SJI incluyen girders con peraltes desde 20” (50.8 cm) a 72” (182.9 cm) y claros de 60’ (18.288m). Para designar un joist Girder de la manera estándar se utiliza la siguiente nomenclatura:

48	G	8N	8.8K
Peralte (in)	Tipo de Girder	No. de espacios entre joist	Carga Puntual (kips)

Al indicar el tipo de Girder se tienen las siguientes alternativas:

- G El Girder es cargado únicamente en los elementos diagonales
- BG El Girder es cargado tanto en diagonales como en verticales (montantes).
- VG El Girder es cargado únicamente en los elementos verticales.



1.5.4 Tablas de cargas.

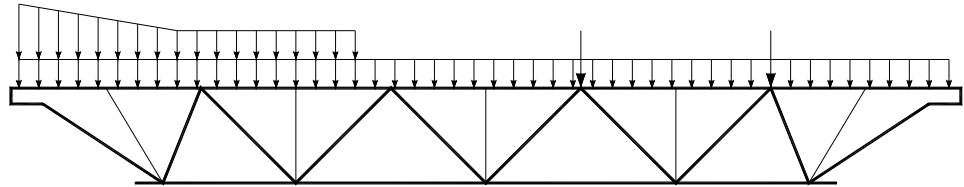
Dentro de las especificaciones del SJI se encuentran Tablas Estándar de Cargas para cada una de las series de joist. En el caso de los joist serie K, LH y DLH, las tablas consideran que para un claro y designación estándar dados, el joist tendrá una capacidad de carga obtenida bajo los parámetros de resistencia (carga total, en negro) y deflexión máxima de L/360 (carga viva, en rojo). Las tablas anteriores sólo consideran cargas uniformemente distribuidas, debidas a gravedad, y que la cuerda superior del joist esta soportada lateralmente. El peso aproximado no incluye accesorios (contraflamdeo).

Joist Designation	8K1	10K1	12K1	12K3	12K5
Depth (In.)	8	10	12	12	12
Approx. Wt. (lbs./ft.)	5.1	5.0	5.0	5.7	7.1
Span (ft.) ↓					
8	550 550				
9	550 550				
10	550 480	550 550			
11	532 377	550 542			
12	444 288	550 455	550 550	550 550	550 550
13	377 225	479 363	550 510	550 510	550 510
14	324 179	412 289	500 425	550 463	550 463
15	281 145	358 234	434 344	543 428	550 434
16	246 119	313 192	380 282	476 351	550 396
17		277	336	420	550

1.5.5 Joist KCS.

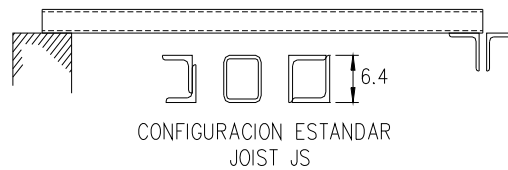
Como alternativa al anterior problema de cargas concentradas adicionales en un joist, o más aún, de cualquier otro tipo de carga adicional que no sea uniformemente distribuidas a lo largo de todo el joist, se tienen los joist serie KCS. Este tipo de joist tiene una capacidad al cortante y momento constantes a lo largo de su longitud. Todos los diagonales en un joist KCS, excepto los últimos diagonales, son diseñados para una condición de esfuerzo reversible. Los últimos diagonales son diseñados a tensión únicamente, debido a que un esfuerzo inverso nunca ocurre bajo cargas de gravedad.

Las tablas de cargas para los Joist KCS listan la capacidad a cortante y momento de cada joist. El diseñador calcula el máximo momento y cortante que tiene bajo sus condiciones de carga y selecciona el joist apropiado. Este tipo de joist tampoco toma en cuenta el efecto de flexión local en la C.S. y deberá buscarse un método para transferir la carga a un punto de panel.



1.5.6 Joist JS.

Estos elementos son sustitutos de joist y se emplean para claros relativamente cortos en los que, la utilización de joist no es algo práctico. Puede ser un único perfil o estar formados por la unión de dos perfiles, generalmente dos ángulos.



Deflexión y contraflecha

Como se mencionó anteriormente, una de ventajas del joist como elemento estructural, es que permite salvar claros con un mínimo de deflexión.

1.6.1 Deflexión.

Como se vio en el punto anterior, para los joist estándar, la deflexión se revisa en función de la carga viva que provoca una flecha de $L/360$. Esto aplica para joist Serie K, LH y DLH. Para otros criterios de deflexión, la carga viva admisible puede obtenerse de manera directamente proporcional.

1.6.2 Contraflecha.

El SJI establece que los Joist LH, DLH y Joist Girders deben ser fabricados con contraflecha, en tanto que para los joist serie K esta condición es opcional. En ESJ Joist todas las series de largueros son fabricados con una contraflecha aproximada, igual a lo recomendado por el SJI en sus especificaciones.

Longitud de Cuerda Superior	Contraflecha Aproximada
20 ft (609.6 cm)	1/4 in (0.6 cm)
30 ft (914.4 cm)	3/8 in (1.0 cm)
40 ft (12.192 cm)	5/8 in (1.6 cm)
50 ft (15.240 cm)	1 in (2.5 cm)
60 ft (18.288 cm)	1 1/2 in (3.8 cm)

Acabado

Los joist tiene un acabado estándar en primario anticorrosivo color gris claro. Sin embargo cualquier acabado especial puede ser requerido de tal forma que podamos evaluar su costo y viabilidad. El proceso de pintado es por inmersión por lo que se tiene un máximo poder cubriente en toda la pieza.

Es importante mencionar que el acabado estándar tiene la intención de proteger al acero de las condiciones atmosféricas ordinarias durante un corto periodo de tiempo y deberá ser considerado como una pintura provisional.

Consideraciones especiales

Lo anteriormente visto, correspondiente a las tablas de cargas para joist estándar, no considera ciertas condiciones que en la práctica pueden presentarse y que deben tomarse en cuenta.

1.8.1 Succión neta de viento.

Los Joist y Joist Girders pueden estar sujetos a cargas de succión neta de viento cuando los reglamentos de construcción aplicables a un proyecto en particular, requieran que los componentes de la cubierta sean diseñados bajo presiones negativas que excedan la carga muerta permanente. Las cargas de succión pueden afectar el diseño de un joist así como su contraflamdeo.

$$\text{Succión Neta} = \text{Presión neta} - \text{Carga muerta permanente}$$

(Reglamentos de Construcción) (Peso de joist y accesorios + cubierta)

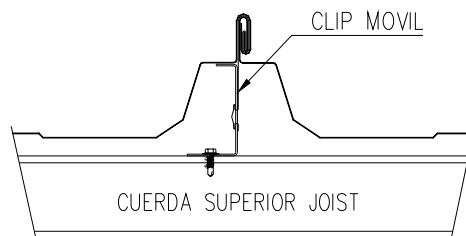
Bajo cargas de gravedad la cuerda superior se encuentra a compresión mientras que la cuerda inferior esta sometida a fuerzas de tensión. Cuando se tiene succión los estados de esfuerzo se invierten por lo que es necesario proporcionar soporte lateral adecuado a la cuerda inferior. Las especificaciones del SJI requieren que los joist sujetos a cargas netas de succión tengan una línea de contraflamdeo cercana al primer punto de panel de la cuerda inferior en ambos extremos. La succión también causa fuerzas inversas en los elementos de celosía, por lo que el fabricante de joist deberá diseñarlos de acuerdo con estas fuerzas.

La magnitud de la succión deberá ser indicada al fabricante por parte del estructurista encargado del diseño del edificio en su conjunto. Esta magnitud podrá ser indicada mediante alguna nota en los planos o en caso de requerir succiones variables en el área de cubierta, mediante un diagrama.

En el caso de los Joist Girders, estos deben ser considerados como elementos primarios por lo que el diseñador del edificio puede especificar un valor menor de succión en este tipo de largueros. El fabricante deberá diseñar la cuerda inferior y el arriostramiento de la misma (riostras) de acuerdo a estas cargas.

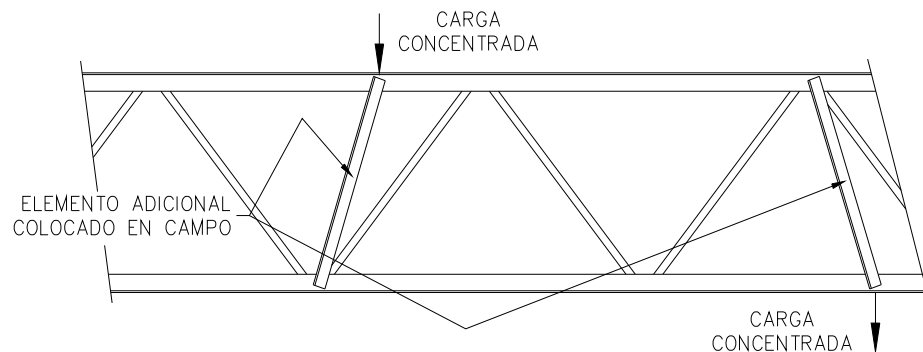
1.8.2 Sistemas de cubierta SSR.

Como se indicó anteriormente las tablas estándar de cargas asumen que la cuerda superior del joist se encuentra soportada lateralmente por el sistema de cubierta. Los sistemas de cubierta deslizante no ofrecen este soporte bajo cargas de gravedad. El tamaño de la cuerda superior, y/o el tamaño y espaciamiento del contraflamdeo deberán ser ajustados de tal forma que se la cuerda superior tenga soporte lateral. El contraflamdeo se diseñará para soportar una fuerza axial de compresión de $0.0025nP$ en donde n es el número de joist entre los anclajes del contraflamdeo (contraflamdeo cruzado) y P es la fuerza en la cuerda superior del joist. La magnitud de la fuerza en el contraflamdeo puede ser manejada mediante la adición de soportes rígidos al mismo, como son el contraflamdeo cruzado o armaduras horizontales construidas usando las cuerdas de los joist.



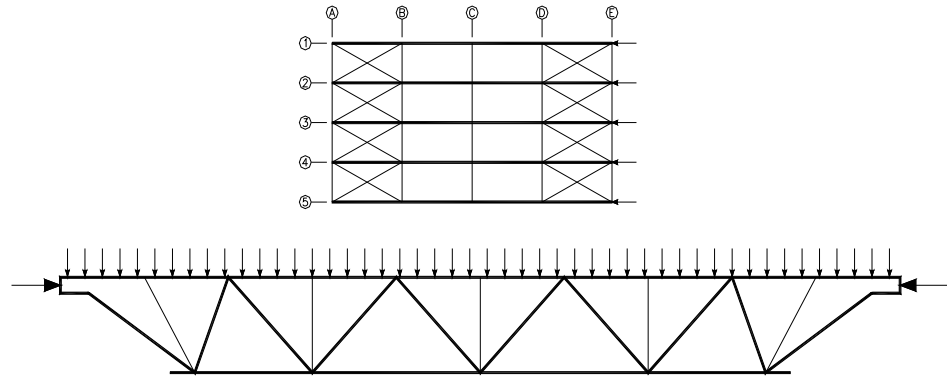
1.8.3 Unidades Mecánicas.

Es una práctica común que las unidades de clima se localicen en la cubierta de los edificios. Los pesos o reacciones provocadas sobre los joist de estas unidades deberán ser indicadas en los planos estructurales por el estructurista. Las reacciones de estas unidades en la cuerda superior del joist deben ser transferidas a un punto de panel para evitar las fuerzas de flexión en los paneles. Si la localización de las unidades puede ser controlada, las reacciones deberán ser colocadas sobre puntos de panel, de no ser así un elemento de celosía deberá ser agregado en campo de tal forma que soporte esta carga concentrada. Cuando la magnitud y localización de la carga concentrada sea conocida con precisión, ESJ Joist tiene la opción de diseñar este panel bajo cargas de flexión o agregar un elemento de celosía adicional en el momento de su fabricación en la planta.



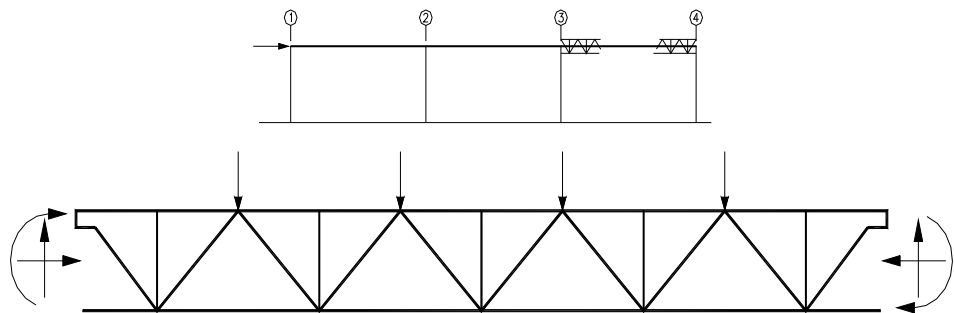
1.8.4 Cargas axiales en cuerda superior.

Es una solución común el soportar las cargas laterales en un edificio por medio de contravientos horizontales en el plano la cubierta, estos contravientos transmiten cargas de compresión a los joist, que son soportadas por la cuerda superior del mismo. Esta carga adicional deberá ser indicada en los planos con la finalidad de tomarla en cuenta en el diseño de la cuerda superior del joist.



1.8.5 Joist como parte de un marco.

Cuando los joist son usados como parte de un marco rígido, el estructurista deberá proveer los momentos y cargas axiales en los extremos del joist. Estos elementos mecánicos podrán ser provistos por medio de un diagrama o tabla en el que se indiquen la magnitud y dirección de los mismos. También se deberán indicar las combinaciones de carga que se requieran revisar en el diseño del joist.



Accesorios

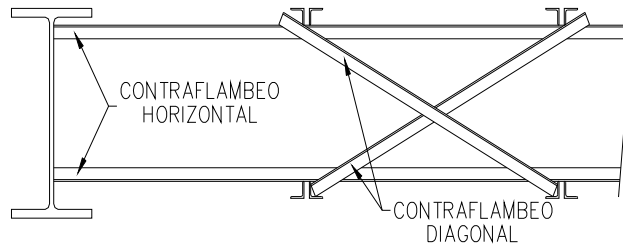
Para permitir un adecuado funcionamiento de los Joist y Joist Girders al momento de ser montados, es necesario proveerles de ciertos accesorios, que temporal o permanentemente ayudarán a mantener al joist en las condiciones que para efecto de diseño se supusieron.

1.9.1 Contraflamdeo.

El contraflamdeo es requerido para:

- Alinear los joist durante el montaje.
- Proveer estabilidad al joist durante el montaje.
- Proporcionar estabilidad lateral al joist bajo cargas de gravedad con sistemas de cubierta deslizante (SSR).
- Proveer arriostramiento de la cuerda inferior para cargas de succión de viento y/o cargas axiales.
- Limitar la esbeltez de la cuerda inferior.
- Para ayudar a la estabilización de la celosía.

El tamaño, tipo y número de líneas de contraflamdeo dependen de la separación entre los joist y su designación estándar. Existen dos tipos de contraflamdeo, horizontal y diagonal. El horizontal consiste de ángulos continuos conectados en ambas cuerdas. El contraflamdeo diagonal esta formado por dos ángulos que se colocan cruzados desde la cuerda inferior de un joist a la cuerda superior del otro y son conectados en su punto de intersección. Para situaciones típicas las líneas de contraflamdeo requeridas son dadas en forma tabular en las Especificaciones Estándar del SJI.



1.9.2 Riostras.

Las riostras son el equivalente al contraflamdeo en los joist, es decir su función es la de proveer estabilidad lateral a la cuerda inferior del Joist Girder. Cuando el Joist Girder se encuentra sometido únicamente a cargas de gravedad la cuerda inferior se encuentra a tensión por lo que el factor que determina el número de riostras es una relación de esbeltez máxima. Por otro lado cuando la cuerda inferior del Joist Girder está sometido a compresión debido a cargas de succión, o al formar parte de un marco, las riostras deberán indicarse de tal forma que proporcionen soporte en el plano del Girder.

