



Proyecto básico: Diseño conceptual de soluciones de celosía y pilar

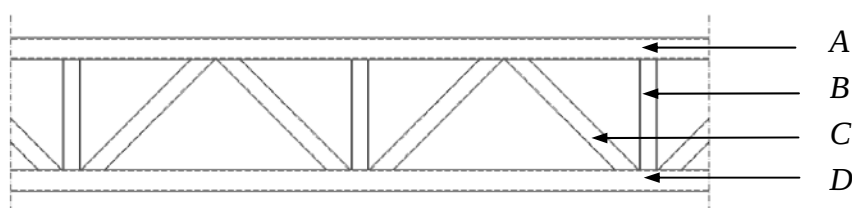
Este documento presenta diferentes aplicaciones de celosía y ejemplos de diseños conceptuales de celosías y pilares para edificios de una sola planta.

Índice

1.	Introducción	2
2.	Celosías	2
3.	Pilares	6
4.	Bibliografía	8

1. Introducción

Una celosía se puede definir como una viga con un alma abierta, formada por una disposición triangulada de elementos lineales. En la Figura 1.1 se muestra una disposición típica de una celosía. Esta disposición tiene 'cordones' paralelos (equivalentes a alas) y el 'alma' consta de una combinación de 'diagonales' y 'montantes' o 'verticales' (situados en ángulo recto en relación a los cordones). Existen muchas disposiciones alternativas de las celosías: hay diferentes diseños de diagonales; en ocasiones sólo hay elementos de alma diagonales (sin montantes); y otras veces los cordones no son paralelos entre sí.



Leyenda A – Cordón superior, B – Montante, C – Diagonal, D – Cordón inferior

Figura 1.1 Diferentes partes de una celosía

2. Celosías

La ventaja principal de una celosía en relación a otras soluciones es que, con un diseño adecuado, se obtiene un elemento sólido, resistente y ligero. A menudo, los aspectos económicos determinan si se selecciona una celosía o una viga de acero para la estructura de la cubierta, por lo que el vano y la magnitud de la carga son importantes. Las reducciones en el peso del acero de una celosía en comparación con una viga de acero son mayores con vanos más grandes. La celosía se elige cuando los ahorros en material compensan los mayores costes de fabricación. Cuando hay que elegir entre una celosía articulada y una viga laminada en caliente articulada, la celosía es generalmente la mejor opción para vanos que superan los 15 m con cargas ligeras.

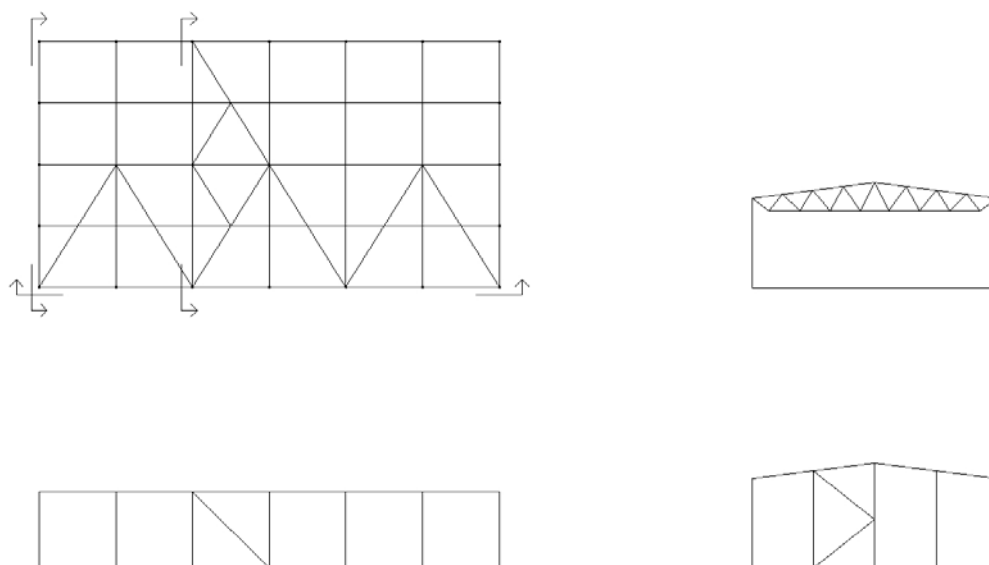
Una celosía de cubierta, junto con pilares articulados y un cerramiento basado en chapas de cubierta que proporcione arriostramiento lateral a las correas y funcione como un diafragma para transferir la fuerza de viento a los arriostramientos, es la forma más económica para estabilizar un edificio de planta abierta. Cuando es importante mantener la altura del edificio al mínimo o cuando hay dificultades para crear espacio para el arriostramiento vertical para viento, es posible considerar las estructuras aporticadas ya que tienen una altura de sección inferior debido a una distribución de momentos flectores diferentes.

En ocasiones la instalación de tuberías de ventilación y servicio a través del alma en una celosía es una ventaja que merece la pena considerar.

2.1 Aplicaciones

El principal uso de celosías es para celosías de cubierta y arriostramientos para viento, que aquí se considera como una celosía (véase la Figura 2.1). En ocasiones, también es una

ventaja utilizar celosías para viguetas rebajadas y pilares (pilares muy grandes con flexión dominante).



Leyenda:

- A – Arriostramiento horizontal para el viento para pilares articulados
- B-B – Celosía de cubierta
- C-C y D-D – Arriostramientos verticales para viento

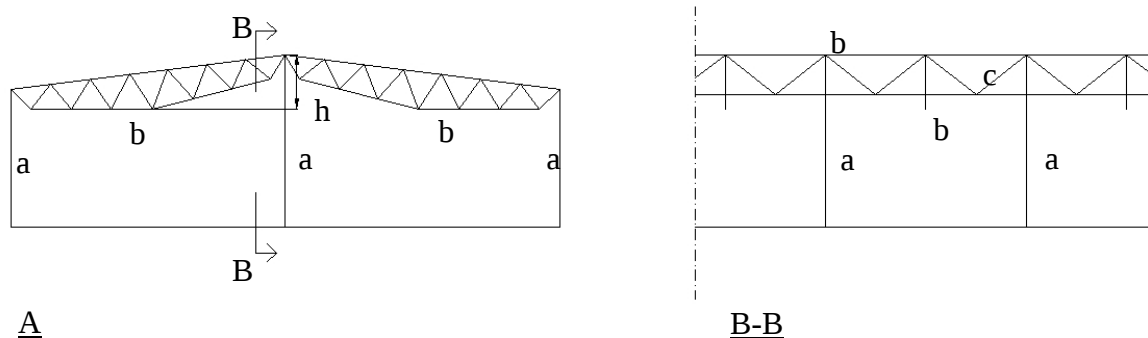
Figura 2.1 Celosías

2.2 Diseño

Preferiblemente, la celosía se debe diseñar de tal forma que las cargas se apliquen en las uniones para mantener al mínimo la magnitud del momento en el cordón. Esto significa que las correas se colocan sobre las uniones en el cordón superior, y que las vigas para las grúas se cuelgan en las uniones en el elemento del cordón inferior. En elementos de cordones grandes, se pueden aplicar cargas pequeñas entre las uniones.

2.2.1 Celosías de cubierta

Las longitudes de vano normales para edificios industriales son de 12 a 35 m. Las celosías de cubierta se fabrican en un taller y se transportan a la obra en su longitud completa, si es posible. Los componentes más grandes se pueden dividir en dos o más piezas y unirse entre sí en la obra. En edificios anchos y si es posible utilizar pilares interiores, se recomienda dividir el edificio en dos secciones. Para evitar el canalón interior que siempre puede sufrir infiltraciones, es posible mantener una cima y utilizar las dos celosías. (véase la Figura 2.2). Dado que la altura libre necesaria está normalmente en la parte más baja de las vigas, la altura disponible en el centro del edificio es grande. Esta altura se puede utilizar para una celosía primaria y puede evitarse cada dos pilares interiores.



Leyenda

A – Celosía de cubierta

B-B – Celosía primaria

h – Altura disponible para la celosía primaria

a – Pilar

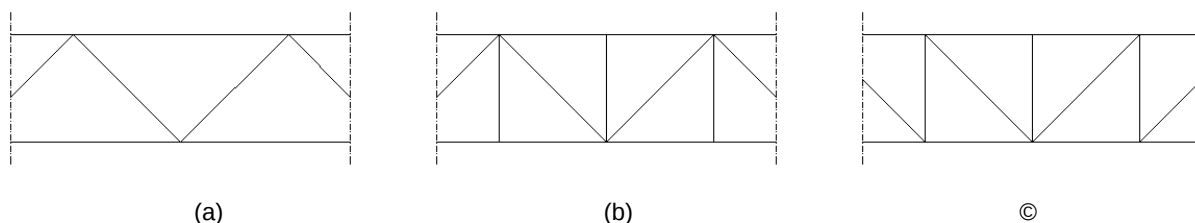
b – Celosía de cubierta

c – Celosía primaria

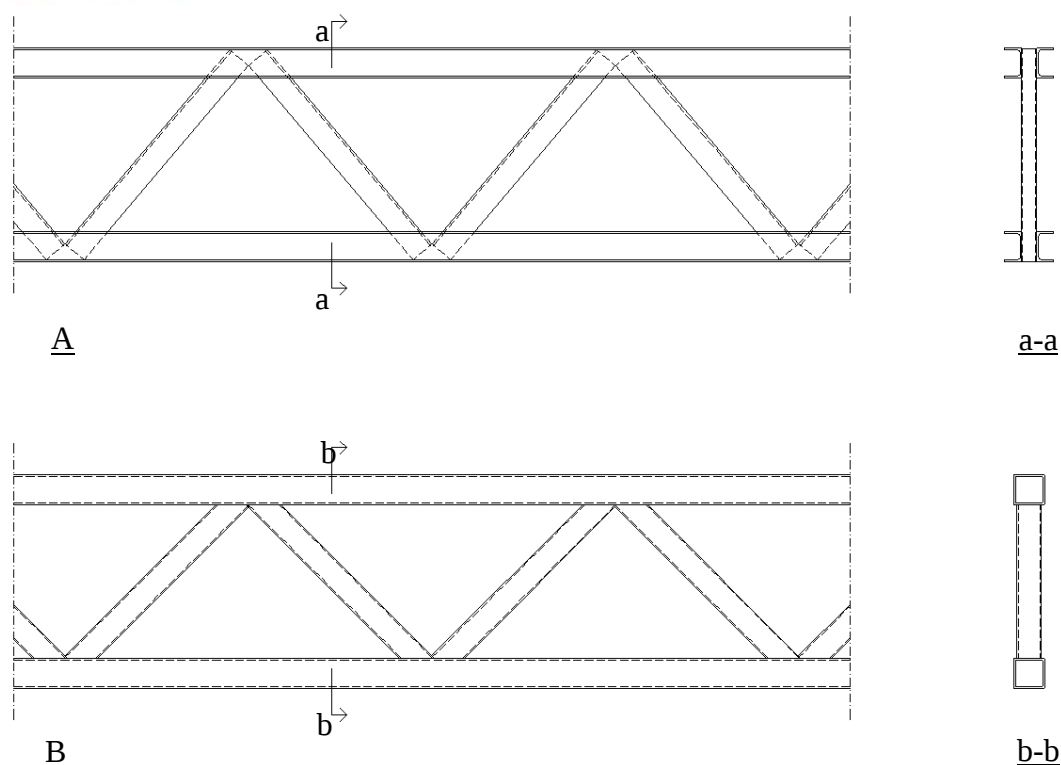
Figura 2.2 Celosía de cubierta y celosía primaria

Generalmente, la pendiente de la cubierta es de 1:16 o 1:10, según el tipo de cubierta. Una pendiente inferior a 1:16 se debe utilizar con precaución, ya que la flecha disminuye la inclinación y, si la pendiente de la cubierta es muy pequeña, el agua derramada puede dar problemas cuando se acumule. La pendiente más pequeña posible depende del tamaño de la carga de nieve. Un cálculo aproximado de la altura de sección de una celosía a dos aguas es el siguiente: para una inclinación de cubierta 1:16 $H = L/25 - L/30$ y para una inclinación 1:10 $H = L/35$ hasta $L/40$, donde H es el canto en el apoyo. Para celosías paralelas, la relación es aproximadamente, $H = L/20$.

Los diseños de celosías normalmente utilizados se muestran en la Figura 2.3, donde (a) es la celosía más común debido a su sencillez. La Figura 2.3(b) es del mismo tipo pero reforzada con montantes para vanos más largos. La Figura 2.3(c) muestra una celosía con todas las diagonales sujetas a tracción, y los montantes soportan las fuerzas de compresión. Esto hace posible utilizar diagonales con secciones transversales pequeñas, lo que produce un diseño económico.

**Figura 2.3 Diseños típicos de celosía**

Debido a la fabricación, las secciones más rentables para las celosías son secciones en C o tubular (véase la Figura 2.4). Existen varias compañías especializadas en la fabricación de vigas de este tipo. Una sección alternativa utilizada frecuentemente es la sección hueca rectangular (RHS). Cuando los cordones están sujetos a cargas entre los nudos de celosía que proporcionan momentos flectores, una sección en I puede ser la sección más favorable.



Leyenda: A – Celosía con secciones en U,

B – Celosía con secciones RHS

Figura 2.4 Vigas con diferentes secciones transversales

Las flechas son generalmente un problema menor en este tipo de edificios. Por lo tanto, a menudo es económico seleccionar un acero del tipo S355. Las secciones más comunes son las secciones laminadas en caliente, pero también es posible utilizar secciones conformadas en frío.

2.2.2 Montaje

Las celosías de cubierta se sueldan generalmente en el taller y se transporta en toda su longitud. Cuando la celosía es de una longitud mayor que la que se puede transportar cómodamente, se fabrica en varias piezas que se unen entre sí en obra. Las celosías de una longitud aproximada de 20 m y un canto de hasta unos 3,5 m pueden transportarse fácilmente en la mayoría de países europeos.

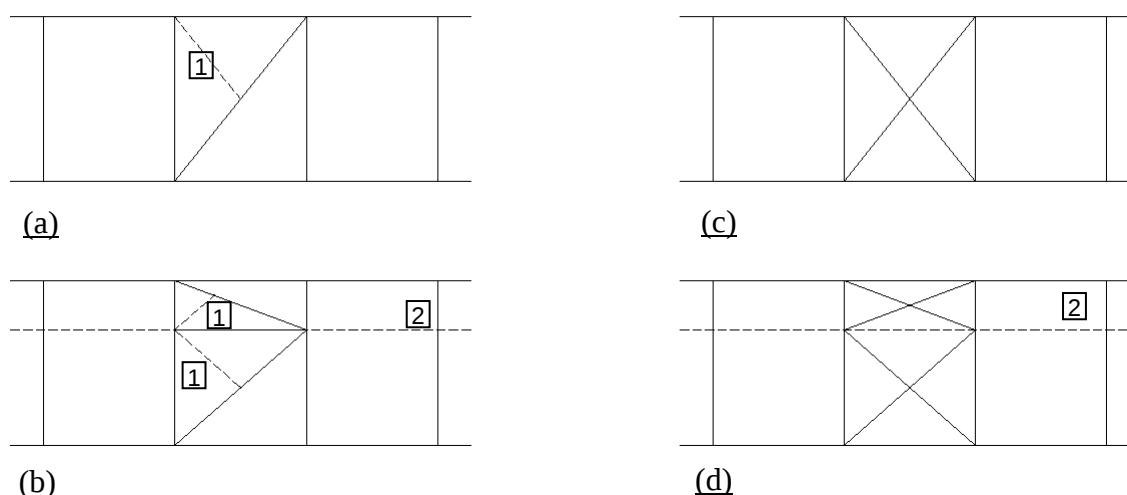
Para las celosías de vano grande, es importante incluir un diseño para la fase de montaje. Por ejemplo, si la celosía se levanta en toda su longitud, se deberá diseñar para aguantar su propio peso, sin restricciones. El edificio también puede requerir restricciones provisionales (véase el documento [SS048](#)).

2.2.3 Arriostramientos para viento

El arriostramiento horizontal para viento en una cubierta actúa como una viga con los arriostramientos verticales para viento como apoyo. En general, se utilizan correas como cordones, y la celosía se completa incluyendo diagonales.

Los arriostramientos verticales para viento se colocan alineados con los pilares y utilizan los pilares como elementos de los cordones. Para minimizar los efectos de los cambios de

temperatura en edificios largos, las celosías se deben colocar lo más cerca posible del centro del edificio. Según el tipo de diseño, las diagonales pueden estar sujetas a sólo tracción o a tracción y compresión (véase la Figura 2.5). Si no hay deformaciones, el diseño de "sólo tracción" es el más económico. La elección de la sección transversal se realiza desde un punto de vista económico, y para los elementos sujetos sólo a tracción, es necesario utilizar barras redondas, secciones en L o en C. Para los elementos sujetos a compresión, una sección hueca rectangular (RHS) es una buena opción. Sin embargo, en ocasiones la elección de una sección en H es más económica debido a la mayor facilidad de ejecución de las uniones o debido a los importantes momentos flectores del puente grúa. El arriostramiento se coloca normalmente con una desviación desde una viga carril del puente grúa, y la fuerza horizontal de la viga carril produce este momento flector. Estas diagonales están normalmente arriostradas para el pandeo en la dirección débil, según se muestra en la Figura 2.5(b).



Leyenda:

- (a) Arriostramiento para viento sujeto a compresión y tracción sin viga carril
- (a) Arriostramiento para viento sujeto a compresión y tracción con viga carril
- (c) Arriostramiento para viento sujeto a tracción sin viga carril
- (d) Arriostramiento para viento sujeto a tracción con viga carril
- 1 Arriostramiento opcional
- 2 Viga carril

Figura 2.5 Disposiciones típicas de sistemas de arriostramiento en fachada para soportar las cargas horizontales (viento, puente grúa, etc)

3. Pilares

Además de soportar las cargas verticales de la nieve, puentes grúa, etc., los pilares de los edificios industriales se deben diseñar para resistir la flexión producida por cargas de viento en la estructura de la pared exterior y las cargas horizontales de las grúas. Dado que las cargas horizontales producen momentos flectores en los pilares, las secciones transversales más comunes son las secciones HEA. Además, se utilizan también secciones HEB, IPE y RHS para edificios más grandes; se seleccionan secciones en H o en cajón, y celosías en ocasiones. La Figura 3.1 muestra diferentes tipos de pilares.

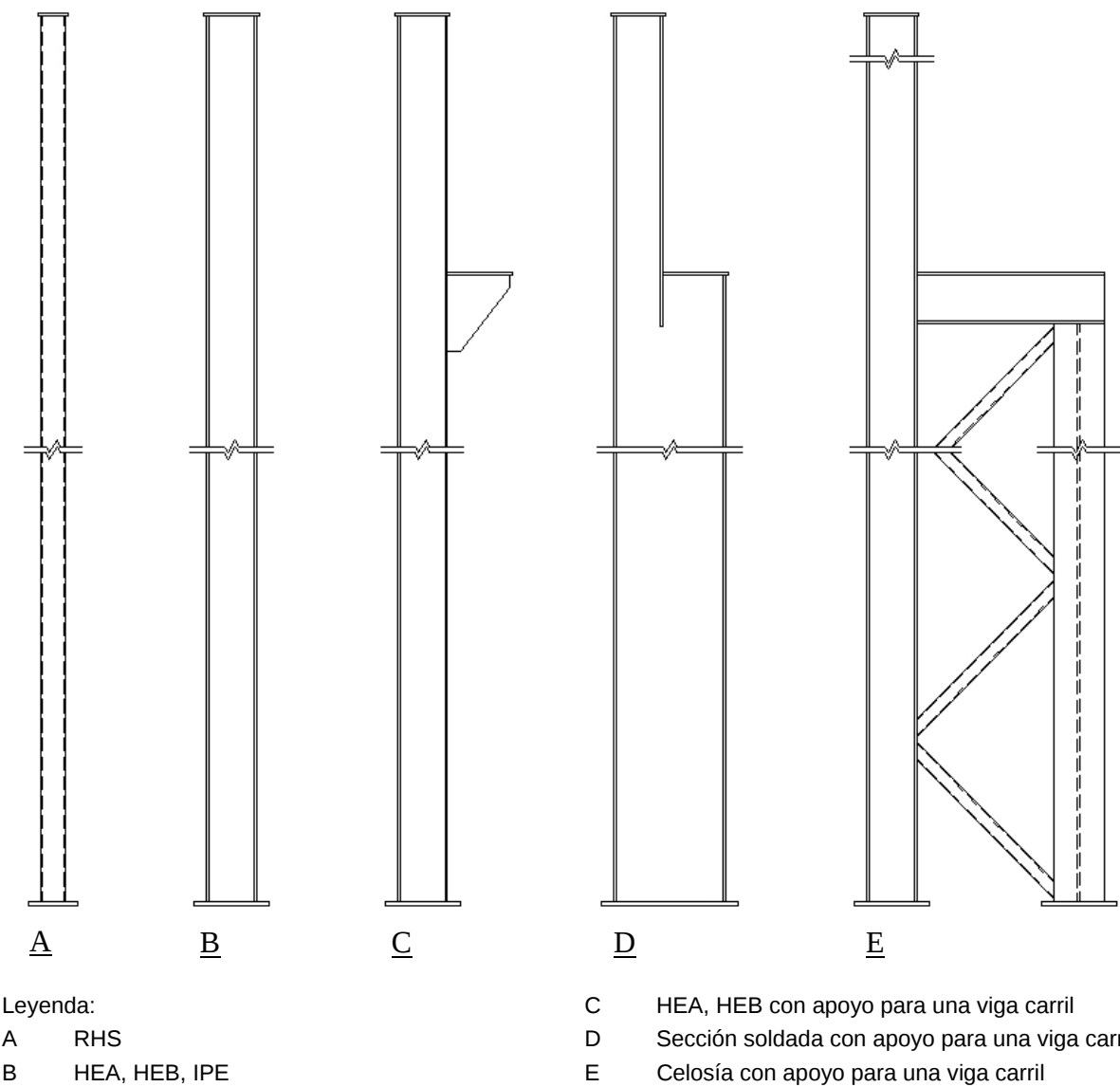


Figura 3.1 *Diferentes tipos de pilares*

2.1 **Diseño**

Los pilares RHS tienen una gran capacidad para soportar cargas verticales, pero son menos eficientes a la hora de soportar cargas horizontales. Están mejor adaptados para utilizarse en pilares interiores en edificios sin puente grúa. Para los pilares exteriores en edificios altos con grandes cargas de viento y para pilares interiores con puente grúa, una mejor opción es utilizar una sección en H para una mejor resistencia a flexión en relación al peso del acero. Es posible utilizar IPE en algunas aplicaciones, pero estas secciones son esbeltas en la dirección débil y requieren arriostramientos laterales poco separados.

En edificios industriales grandes con grúas pesadas, se utilizan perfiles soldados de sección en H o RHS. Se puede considerar un perfil asimétrico debido a la carga excéntrica. El cambio de sección se puede utilizar para conseguir una plataforma natural para la viga carril. La columna de celosía de la Figura 3.1(E) sólo se utiliza en edificios muy grandes con puente grúa muy pesado, por ejemplo una acería.



4. Bibliografía

- 1 L. Cederfeldt, Hallbyggnader, SBI Publ. 53, Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm 1977



Registro de Calidad

TÍTULO DEL RECURSO	Proyecto básico: Diseño conceptual de soluciones de celosía y pilar		
Referencias(s)			
DOCUMENTO ORIGINAL			
	Nombre	Compañía	Fecha
Creado por	Björn Uppfeldt	SBI	
Contenido técnico revisado por	Bernt Johansson	SBI	
Contenido editorial revisado por			
Contenido técnico respaldado por los siguientes socios de STEEL:			
1. Reino Unido	G W Owens	SCI	23/05/06
2. Francia	A Bureau	CTICM	23/05/06
3. Suecia	B Uppfeldt	SBI	23/05/06
4. Alemania	C Müller	RWTH	23/05/06
5. España	J Chica	LABEIN	23/05/06
Recurso aprobado por el Coordinador técnico	G W Owens	SCI	25/04/07
DOCUMENTO TRADUCIDO			
Traducción realizada y revisada por:		J Chica, Labein.	27/02/07
Recurso de traducción aprobado por:			